



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura

Licenciatura en Ciencias Biológicas

TRABAJO FINAL DE GRADUACION:

“Riqueza y estructura de la comunidad de especies leñosas de las sabanas afectadas por el fuego en el Parque Nacional Río Pilcomayo.”

Alumno: Rodrigo Hernán Carnecer

Director: Dr. Gustavo Daniel Marino

Co-Director: Dr. David Esteban Iriart

Dirección Regional NEA de la Administración de Parques Nacionales. Corrientes.

Laboratorio de Ecología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE.

2019

Agradecimientos:

Primeramente me gustaria agradecer al Parque Nacional Río Pilcomayo, a su Intendente el Sr. Matías Federico Carpinetto y al Director Regional del NEA de la APN Dr. Andrés Bosso por haberme autorizado a realizar el siguiente trabajo.

A los señores Carlos Spagarino, Carlos Recalde, Andrés Lanfiutti, Sebastián Rabano, Hugo Servín, Ever Paiva y Gabriela Aguirre del Parque Nacional Rio Pilcomayo (APN) por todo el acompañamiento en terreno y todo lo relativo a la logística del muestreo.

Un agradecimiento especial a mi director Dr. Gustavo Marino por toda la ayuda, la paciencia, la predisposición y dirección para la realización de este trabajo, así como también el trabajo en terreno. También a mi co-director Dr. David Iriart por toda la predisposición, paciencia, ayuda y colaboración en terreno.

A la Srta. Doris Irala por su colaboración en la recolección de datos voluntaria de la localidad de Laguna Blanca de la provincia de Formosa.

A mis amigos los señores Hugo Barios Calathaki y German Fernández, compañeros de la carrera, por la ayuda en la recolección de datos. Asi como todos los momentos vividos en la Facultad y en los viajes realizados.

Por último, pero no menos importante, un agradecimiento especial a mi familia. Mi padre Alejandro Carnecer, mi madre Graciela Aguirre, mi hermana Mariana Carnecer y mi hermano Diego González, por el apoyo incondicional durante todo mi recorrido por la carrera y la realización de este trabajo.

Resumen:

La sabana del Parque Nacional Río Pilcomayo es colonizada en forma permanente por numerosas especies leñosas. Sin embargo, las quemadas recurrentes limitan el proceso de lignificación y la consecuente conformación de arbustales y bosques. Tanto la diversidad de especies como la estructura de la comunidad de leñosas podrían estar asociadas con la frecuencia de las quemadas y la tolerancia diferencial de cada taxón. Mediante relevamientos se caracterizó la composición florística y demográfica -abundancia y estructura de edad- de la comunidad leñosa afectada por frecuencias de quemadas diversas. Mediante un análisis estadístico multivariado (análisis de componentes principales) se observó que la mayor colonización coincide con zonas de alta intensidad y frecuencia de quemadas, donde se observó una alta abundancia de individuos adultos de *Copernicia alba* Morong y *Prosopis hassleri* Harms. Dichas especies presentaron estructuras anatómicas y morfológicas asociadas con la tolerancia al fuego. Posteriormente, con el fin de establecer hipótesis entre la frecuencia de los incendios y las respuestas fitosociológicas y demográficas de la flora leñosa de la sabana, se contrastaron los resultados obtenidos con la información generada mediante el registro remoto de focos de calor (satélites MODIS y VIRS de la NASA) y el mapeo en terreno de las quemadas acontecidas en el área en los pasados 20 años. Las especies leñosas colonizan las sabanas según la frecuencia de quemadas y su sensibilidad diferencial a éstas dependiendo de la especie. Algunas se verían favorecidas ante la constante ocurrencia del disturbio por la alta resistencia conferida por estructuras anatómicas y morfológicas. La estructura demográfica de las poblaciones de leñosas que colonizan dependería también de la especie y su grado de tolerancia al fuego. Los resultados aportan información valiosa para la toma de decisiones en el marco del plan de manejo del fuego del área protegida.

Índice:

• Introducción.....	1
• Objetivos generales y particulares.....	3
• Hipótesis.....	3
• Materiales y métodos.....	4
• Resultados.....	8
• Discusión.....	21
• Conclusión.....	22
• Bibliografía.....	23
• Anexo.....	26

Introducción:

En la llanura central del norte de la Argentina diversos tipos de bosques, pastizales y humedales se integran espacialmente para conformar la ecorregión del Chaco, el bioma que constituye la segunda mayor área boscosa de Sudamérica (Prado, 1993). En Argentina, esta región chaqueña que abarca aproximadamente unos 65 millones de ha, limita al Norte y al Este con los ríos Pilcomayo y Paraná, respectivamente; al oeste con las serranías de Tucumán y Salta y como límite sur se ha propuesto a la isoterma de 20-22°C (Bruniard, 1978; Bucher, 1982).

En el Este del Chaco, en un territorio de 12 millones de ha, se encuentra el Distrito Chaqueño Oriental o Chaco Húmedo cuyo rasgo distintivo es la presencia de bosques de quebracho colorado *Schinopsis balansae* Engl. (Cabrera, 1976). El paisaje predominante del Chaco Húmedo es el de las sabanas de distintas especies de gramíneas megatérmicas. Curiosamente, dichas sabanas se desarrollan bajo condiciones ambientales que en otros lugares de mundo permiten el crecimiento de bosques (Bond, 2008). En buena medida, esta singularidad es determinada por la recurrencia del fuego, pues en el Chaco Húmedo se calcula que entre 2 y 4 millones de ha de pastizales son quemadas anualmente (Herrera *et al.* 2003).

El fuego es un disturbio frecuente en la región que contribuye a la creación de espacios abiertos y es considerado responsable del balance entre comunidades de leñosas y herbáceas (Morello, 1970). Los pueblos originarios y los criollos lo usaron extensivamente para la guerra, la caza y para preparar la vegetación para la agricultura o, posteriormente, para la ganadería. Por su parte, habitualmente los ganaderos practican la quema de sabanas para generar forraje en la primavera temprana, ya que ésta elimina el tejido muerto y seco de la estación invernal (Hieronymus, 1874).

El uso del fuego fue criticado por Hieronymus (1874), porque se perdían especies de pastos valiosos al quemarse sus individuos jóvenes y, también por una interacción negativa con el pastoreo y pérdidas de nutrientes del suelo. Tortorelli (1947) compartía esta visión negativa y condenaba el uso del fuego en combinación con la ganadería, por el daño potencial a los bosques nativos. Por el contrario, Papadakis (1951) recomendaba el uso del fuego para controlar especies arbustivas en ambientes chaqueños de pastizal. Posteriormente, Morello y Saravia Toledo (1959) y Morello y Adámoli (1974) reconocieron al fuego como un factor ecológico que contribuye a mantener el equilibrio entre comunidades leñosas (arbustales, bosques) y herbáceas (sabanas, pastizales) en el Chaco.

Todas estas ideas dejan ver la gran contradicción que existe sobre el uso del fuego como factor de manejo. En la región chaqueña, como en otras regiones de la Argentina y del mundo, el fuego es un evento ecológico recurrente que, actuando con distinta frecuencia e intensidad modela el paisaje, junto al suelo, el clima y la fisiografía (Morello y Adámoli, 1974; Wright y Bailey, 1982; Trabaud, 1992).

A pesar de ser percibido durante muchos años como un agente dañino y destructor, en la actualidad se considera al fuego como un disturbio que contribuye a la sustentabilidad de muchos ecosistemas (Stuart Chapin *et al.* 1996). Este cambio a nivel conceptual se debe a que una evidencia científica-técnica demuestra que el fuego es esencial en el reciclado de nutrientes dentro de algunos

ecosistemas (Trollope, 1984), en el mantenimiento de la diversidad de especies (Kunst *et al.* 2003), en la renovación de ambientes estancados por la excesiva acumulación de material senescente, y para el mantenimiento del hábitat de muchas especies de fauna, entre otros efectos (Wright y Bailey 1982, Bucher, 1982; FAO, 2006; Montiel y Kraus, 2010).

Dentro del Distrito Fitogeográfico del Chaco Húmedo, en la Provincia de Formosa, se encuentra el Parque Nacional Río Pilcomayo (PNRP). En dicha área protegida existe un mosaico de formaciones vegetales nativas, donde claramente se destacan las sabanas. La fisonomía vegetal y la composición florística varían de acuerdo con los sitios ecológicos descritos: los bosques de quebracho colorado y blanco entre otras especies (*Schinopsis balansae* y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schldl.) se ubican en los sectores altos, las sabanas arboladas de palma o caranday (*Copernicia alba* Morong) y gramíneas megatérmicas (*Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze, *Sorghastrum setosum* (Griseb.) Hitchc. y *Paspalum intermedium* Munro ex Morong & Britton) se ubican en los sectores bajos y existen formaciones de parque en las medias lomas (Morello y Adamoli 1974; Adamoli *et al.* 1972, 1990). En las últimas décadas, las quemas de sus ambientes de sabana han sido un disturbio permanente en esta área protegida.

A partir de los propágulos de individuos localizados en el borde del bosque, numerosas especies de leñosas colonizan la sabana del PNRP y uno de los principales factores que limitan la colonización es la ocurrencia recurrente de incendios (Morello, 1970). Dependiendo de las especies leñosas, su tolerancia al fuego y su edad, la quema puede causar mortalidad o daños severos de los individuos o bien promover su crecimiento, tal como ocurre con la palma (*Copernicia alba*). Las sabanas del PNRP registran índices de frecuencia de focos de calor heterogéneos y representan un escenario interesante para el estudio de la diversidad y estructura de la comunidad de especies leñosas colonizadoras de la sabana (APN 2014. Plan de Manejo del fuego PNRP). Actualmente, la Administración de Parques Nacionales (APN) lleva un registro de las quemas que combina el monitoreo a campo con el uso de sensores remotos (MODIS y VIRS) y resulta factible conocer la frecuencia histórica de quemas -20 años- para diferentes sitios del área protegida.

Mediante el presente estudio se caracterizó la diversidad y la estructura de la comunidad de especies leñosas de las sabanas afectadas diferencialmente por el fuego en el PNRP.

Objetivos generales y particulares:

- A. Estudiar la diversidad y sensibilidad al fuego de las especies leñosas que colonizan la sabana según la frecuencia de quemas.
 - A. 1. Conocer la diversidad de taxones presentes en la sabana del PNRP que colonizan sitios afectados por las quemas.
 - A. 2. Caracterizar la sensibilidad a la quema de dichas especies según la morfología de la corteza (ritidoma) y la anatomía del tallo.

- B. Caracterizar la estructura poblacional de las especies leñosas que colonizan la sabana según la frecuencia de quemas.
 - B.1. Describir las clases de edades presentes en la comunidad de leñosas que colonizan la sabana del PNRP.
 - B.2. Diferenciar la estructura poblacional de las especies más frecuentes según el desarrollo de colonización la sabana del PNRP.

Hipótesis:

1. Las especies leñosas colonizan la sabana según la frecuencia de las quemas.
2. Las especies leñosas colonizan la sabana según su sensibilidad diferencial a las quemas.
3. La estructura demográfica (o de edades) de poblaciones de las especies leñosas que colonizan es afectada por la frecuencia de las quemas.

Materiales y Métodos:

Área de estudio:

El Parque Nacional Río Pilcomayo ocupa una superficie de 51.889 ha e incluye los siguientes tipos fisonómico florísticos (Reca y Pujalte, 1982): a) laguna con espejo de agua libre, b) selvas de inundación, c) peguajosales, d) totorales-pirizales, e) camalotales, f) sabanas de caranday, g) duraznilares, h) arbustales, i) sabana arbolada, j) algarrobales, k) quebrachales, l) monte fuerte y m) selva de ribera alta.

Las sabanas registran procesos de colonización de especies leñosas en las formaciones con presencia de caranday (*Copernicia alba*) y algarrobo paraguayo (*Prosopis hassleri* Harms) sobre una matriz herbácea de paja amarilla (*Sorghastrum setosum*), o de ñandubay (*Prosopis affinis* Spreng.) en una matriz de espartillo (*Elionurus muticus*).

El área de estudio se enfocó en zonas de borde de bosques y pastizales donde se localizan micrositios en los que se observa la presencia y el reclutamiento de especies leñosas (Figura 1).

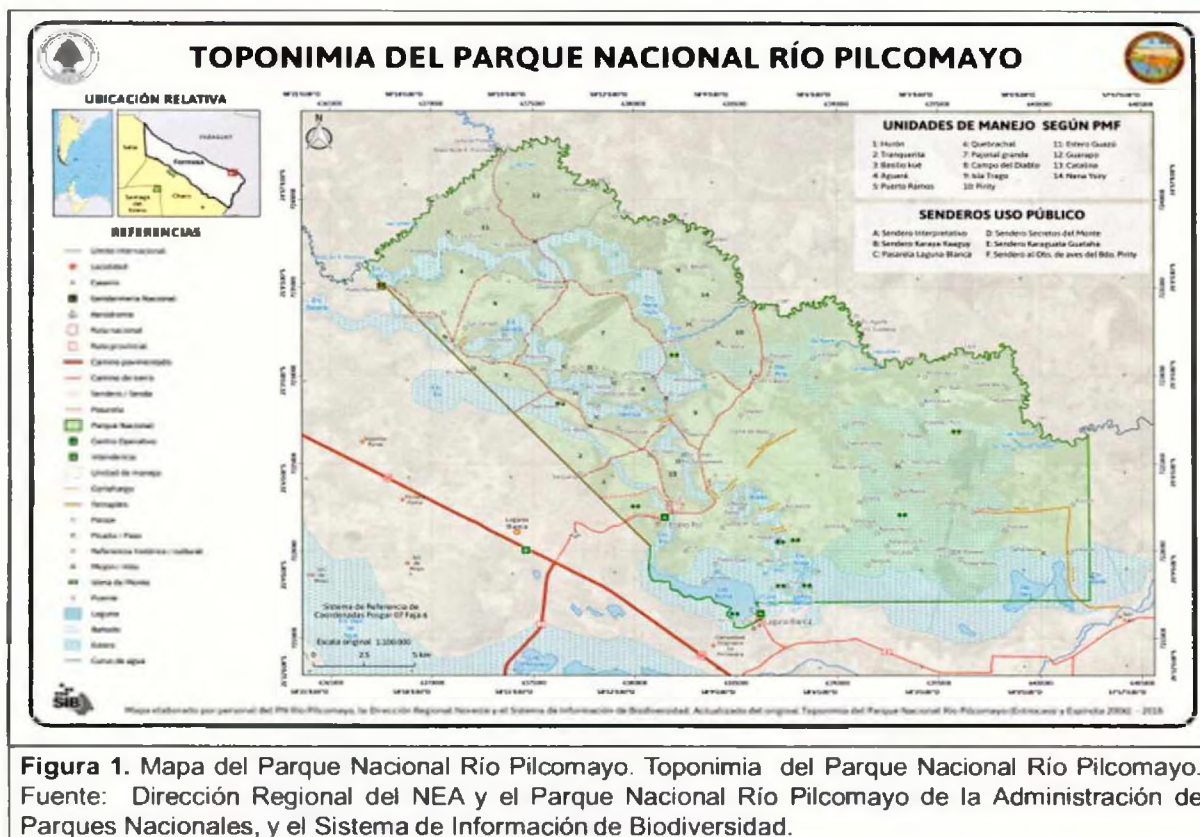


Figura 1. Mapa del Parque Nacional Río Pilcomayo. Toponimia del Parque Nacional Río Pilcomayo. Fuente: Dirección Regional del NEA y el Parque Nacional Río Pilcomayo de la Administración de Parques Nacionales, y el Sistema de Información de Biodiversidad.

Caracterización y selección de las zonas de muestreo:

Para caracterizar la frecuencia de quema de las sabanas del PNRP se emplearon dos fuentes de información:

- 1) La cartografía generada localmente por los guardaparques y brigadistas de incendios (ICE) con los mapas de la extensión y fecha de cada quema, y la aportada por las Delegaciones Técnicas NEA y NOA con el registro de focos de calor para el área y que fueran incluidas en el Plan Integral de Manejo del Fuego del área protegida del 2016.
- 2) El historial de focos de calor confeccionado sobre la base de datos de imágenes satelitales de la NASA (www.earthdata.nasa.gov) y para el área de interés del estudio (Polígono: -58.44685 -24.85433,-58.44273 -25.28417,-57.81239 -25.28142,-57.81239 -24.85433,-58.44685 -24.85433). Se realizó un filtrado de la información para trabajar solamente con los datos de los satélites MODIS y VIRS, de las fechas comprendidas entre: 01-11-2000 y 02-04-2019, con formato "shape". A continuación, se cargaron los archivos en el software QGIS 2.18 Las Palmas (código libre). En la opción de propiedades de cada una de las capas, se construyó el mapa de calor para el área de interés. Para completar la edición, se cargó un mapa base que muestra las principales localidades y rutas; como así también los límites nacionales y provinciales. Dicha capa de información se cargó a través de un plug-in que posee QGIS 2.18 Las Palmas y utiliza la información de internet.

Diseño del muestreo

En terreno, se accedió a las áreas de sabana dentro del PNRP mediante caminos y cortafuegos internos y se realizó un muestreo estratificado dividiendo al paisaje en tres formaciones vegetales –"bosque", "área borde con colonización leñosa activa" y "pastizal"- tomando muestras sólo en la segunda de ellas. Una vez situados en la misma, y siempre a una distancia menor a los 100 m del bosque, se seleccionaron al azar 29 sitios con colonización activa y en ellos se establecieron y ubicaron con GPS parcelas circulares permanentes de 20 m de radio cada una.

En cada parcela se analizaron y contaron todos los individuos leñosos presentes y se registraron los siguientes datos: nombre científico y vulgar, altura del ejemplar (m), la distancia desde el punto central de la parcela (m) y la categoría fisionómica asociada con cada clase de edad (0 a 5). Además, se anotó la comunidad herbácea dominante. Las categorías fisionómicas definidas guardan correspondencia con la altura de los individuos según la siguiente tabla:

Categoría:

- | | |
|---|--|
| 0 | Brinzal que no supera el estrato herbáceo (< 1 m). |
| 1 | Brinzal que supera apenas el estrato herbáceo (aproximadamente 1 m). |
| 2 | Renoval joven que tienen la altura del observador (aproximadamente 2 m). |
| 3 | Renoval o árbol juvenil (entre 3 a 6 m). |
| 4 | Adulto o árbol maduro (> 6 m). |
| 5 | Tocón quemado o muerto. |

Caracterización de la tolerancia al fuego de las especies leñosas:

Para la caracterización de la tolerancia al fuego de las especies leñosas se consideró la anatomía y morfología de los taxones. En primer lugar se investigó en bibliografía correspondiente sobre el sistema de conducción de las especies leñosas por el grado de exposición a la quema del tejido floemático en el fuste, es decir, si éste presentaba una disposición periférica (sifonostela, menos tolerante) o interna (atactostela, más tolerante).

En segundo lugar, se caracterizó la fisonomía de la corteza con énfasis en la superficie de disipación de calor que ésta ofrecía a las llamas. Para esto, se construyó un dispositivo de cartón (Figura 2B) -con recorte de 10 x 10 cm de lado- que se dispuso sobre el fuste a 3 diferentes alturas: 0,5m, 1m y 1,5m (Figura 2A) delimitando la unidad de muestreo de cada corteza. Una vez instalado el dispositivo se contaron las grietas tanto horizontales como verticales, luego se tomaron medidas de longitud y ancho de las costillas como también la profundidad de cada grieta. Posteriormente se detalló color, textura y presencia o ausencia de exudados. Finalmente, con los datos cuantitativos, se elaboró un índice de rugosidad, como indicador de la tolerancia a las quemaduras, cuyo cálculo se describe a continuación:

El tipo de corteza determina el daño que generan las quemaduras sobre los tejidos de conducción de las especies leñosas, especialmente por la sensibilidad del floema. Cuanta mayor superficie de disipación de calor ofrece la corteza, mayor es la tolerancia de la planta a la quema. La caracterización de la superficie de corteza expuesta se realizó mediante un índice de rugosidad relativo a los valores cuantitativos de profundidad y frecuencia de las grietas y el ancho de las costillas presentes en la corteza (Tabla 3) en 10 cm. de perímetro. Para ello, se utilizó la fórmula que calcula el perímetro del trapecio excluyendo la base (Figura 2C). El índice expresa el perímetro de corteza que presenta el individuo en función del perímetro del fuste (cm/cm) y se obtuvo mediante la fórmula: **$IR = ((2.a) + b \times c) / 10$**

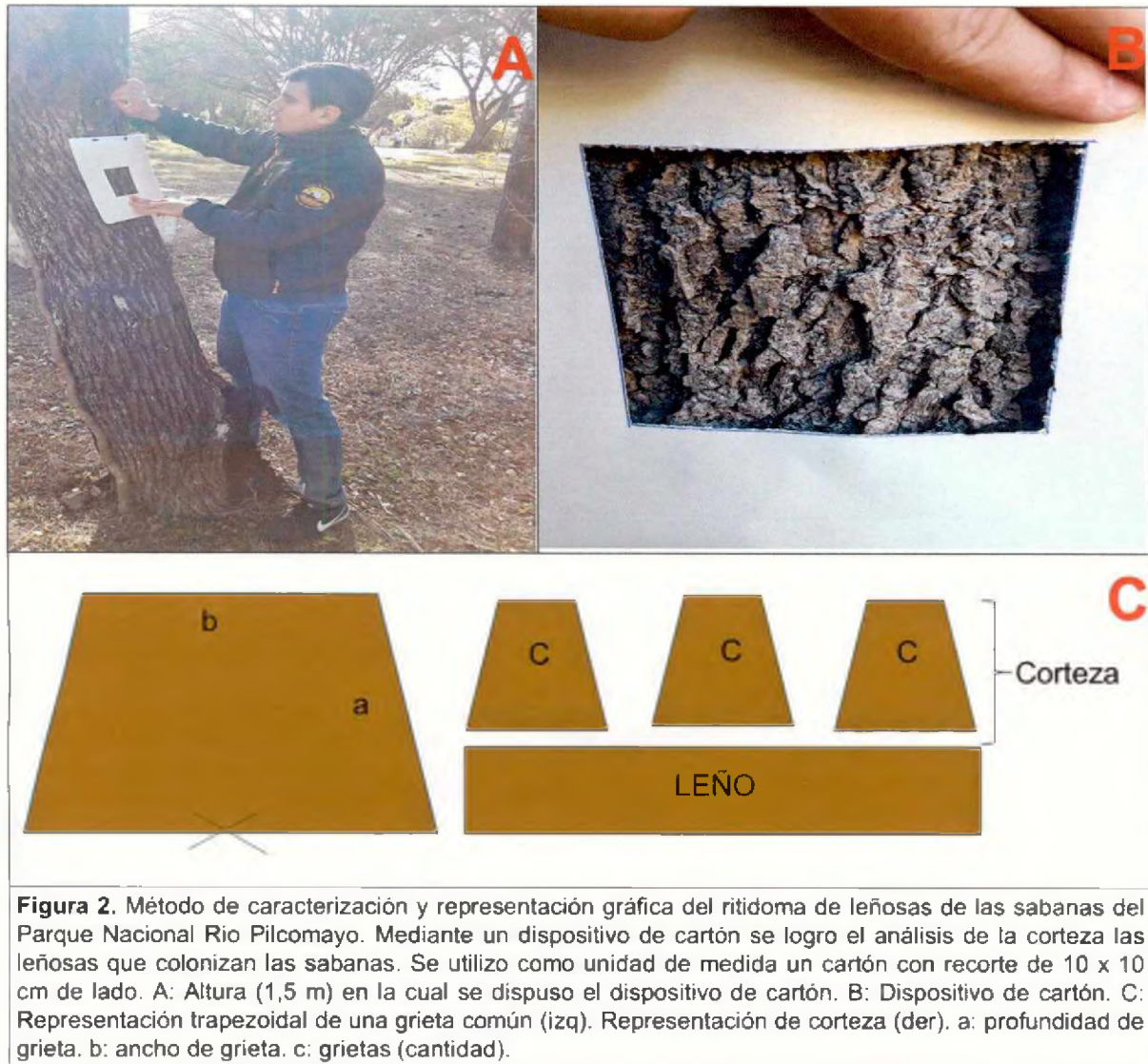


Figura 2. Método de caracterización y representación gráfica del ritidoma de leñosas de las sabanas del Parque Nacional Rio Pilcomayo. Mediante un dispositivo de cartón se logra el análisis de la corteza las leñosas que colonizan las sabanas. Se utilizo como unidad de medida un cartón con recorte de 10 x 10 cm de lado. A: Altura (1,5 m) en la cual se dispuso el dispositivo de cartón. B: Dispositivo de cartón. C: Representación trapezoidal de una grieta común (izq). Representación de corteza (der). a: profundidad de grieta. b: ancho de grieta. c: grietas (cantidad).

Análisis estadístico:

El análisis estadístico de la abundancia y las categorías fisonómicas de las especies representativas se realizó mediante una técnica de Análisis Multivariado: Análisis de componentes principales (ACP). El mismo permite analizar la interdependencia de variables métricas y encontrar una representación gráfica óptima de la variabilidad de los datos de una tabla de n observaciones y p columnas o variables. El ACP trata de encontrar, con pérdida mínima de información, un nuevo conjunto de variables (componentes principales) no correlacionadas que expliquen la estructura de variación en las filas de la tabla de datos. Realiza una serie de ajustes por la comparación de todas las variables y la definición de ejes que explican la mayor variabilidad de los datos. El gráfico que se utiliza para representar al menos dos de los ejes es el BIPLLOT, en el cual, hay una representación abstracta de la variabilidad en los dos ejes que explican la mayor variabilidad de la información que uno carga. Esta es una técnica de reducción de dimensión y se utiliza para examinar todos los datos en un espacio de menor dimensión que el espacio original de las variables. Los BIPLLOTS permiten visualizar observaciones y variables en un mismo espacio. Así, es posible identificar asociaciones entre observaciones, entre variables y entre variables y observaciones. Posteriormente, de manera

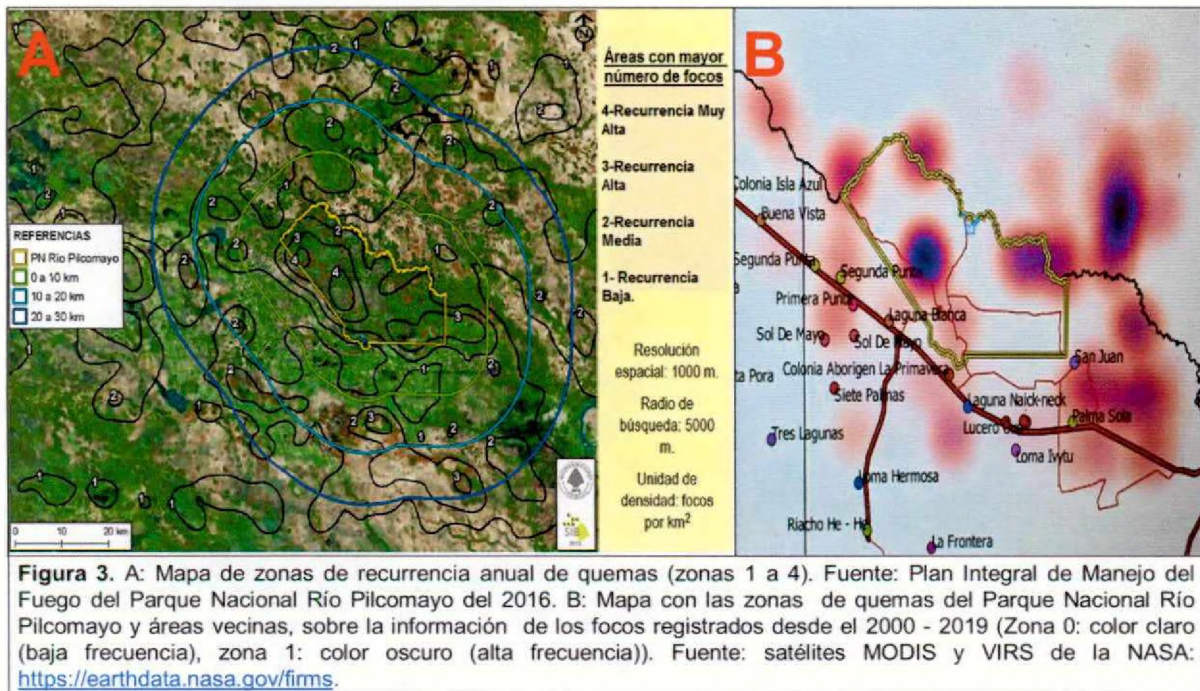
orientativa, se realizaron comparaciones de medias de los grupos definidos a priori por el ACP y también se elaboraron gráficos de barras sobre la abundancia absoluta de las especies y la distribución de las clases de edades de leñosas en zonas diferencialmente afectadas por las quemadas. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.* 2018).

La nomenclatura botánica se basa en el "Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur" en su versión on line (Zuloaga *et al.* 2008).

Resultados:

Zonas de muestreo:

Se obtuvo el mapa del PNRP que delimita 4 grandes zonas de quemadas definidas por la recurrencia anual de quemadas: 1) recurrencia baja, 2) recurrencia media, 3) recurrencia alta y 4) recurrencia muy alta (Figura 3 A). Por otra parte, con la base de datos de la NASA se elaboró un mapa de calor (Figura 3 B) que permite visualizar 2 zonas con frecuencia de quemadas contrastantes: de altas frecuencias (AF) y bajas frecuencias (BF).



Ubicación de las parcelas:

Tabla 1: Coordenadas geográficas de las parcelas permanentes localizadas en la sabana del PNRP. Se indica la ubicación en las zonas de recurrencia y frecuencias quemas.

Nro. de parcela	Latitud	Longitud	Zona de 1 a 4	FQ bajas (0) altas (1)
1	25° 0'53.81"S	58° 8'14.63"O	1	0
2	25° 8'15.07"S	58° 9'42.06"O	2	0
3	25° 7'50.08"S	58° 9'32.91"O	2	0
4	25° 7'22.37"S	58° 9'11.82"O	3	0
5	25° 3'59.83"S	58° 7'51.76"O	2	0
6	25° 4'10.68"S	58° 8'4.19"O	2	0
7	25° 5'5.40"S	58° 9'21.99"O	4	0
8	25° 6'24.12"S	58° 9'14.23"O	3	1
9	25° 6'24.06"S	58° 9'17.16"O	3	0
10	25° 6'58.29"S	58° 12'4.98"O	3	0
11	25° 6'59.29"S	58° 12'6.62"O	3	0
12	25° 6'51.379"S	58° 12'13.56"O	3	0
13	25° 6'50.32"S	58° 12'12.18"O	3	0
14	25° 7'28.43"S	58° 11'35.85"O	3	0
15	25° 7'29.05"S	58° 11'36.48"O	3	0
16	25° 5'2.77"S	58° 9'24.91"O	4	0
17	25° 2'40.67"S	58° 7'40.79"O	2	0
18	25° 2'41.31"S	58° 7'35.18"O	2	0
19	25° 2'23.27"S	58° 7'30.76"O	2	0
20	25° 0'54.10"S	58° 7'45.52"O	1	0
108	25° 4'30.40"S	58° 12'20.26"O	4	1
109	25° 4'43.27"S	58° 12'9.63"O	4	1
111	25° 4'40.40"S	58° 12'4.30"O	4	1
114	25° 4'40.83"S	58° 11'54.18"O	4	1
116	25° 4'57.26"S	58° 11'32.15"O	4	1
117	25° 4'55.50"S	58° 11'31.55"O	4	1
118	25° 5'29.08"S	58° 10'49.92"O	4	1
119	25° 5'29.58"S	58° 10'47.65"O	4	1
140	25° 6'44.14"S	58° 9'54.74"O	3	0

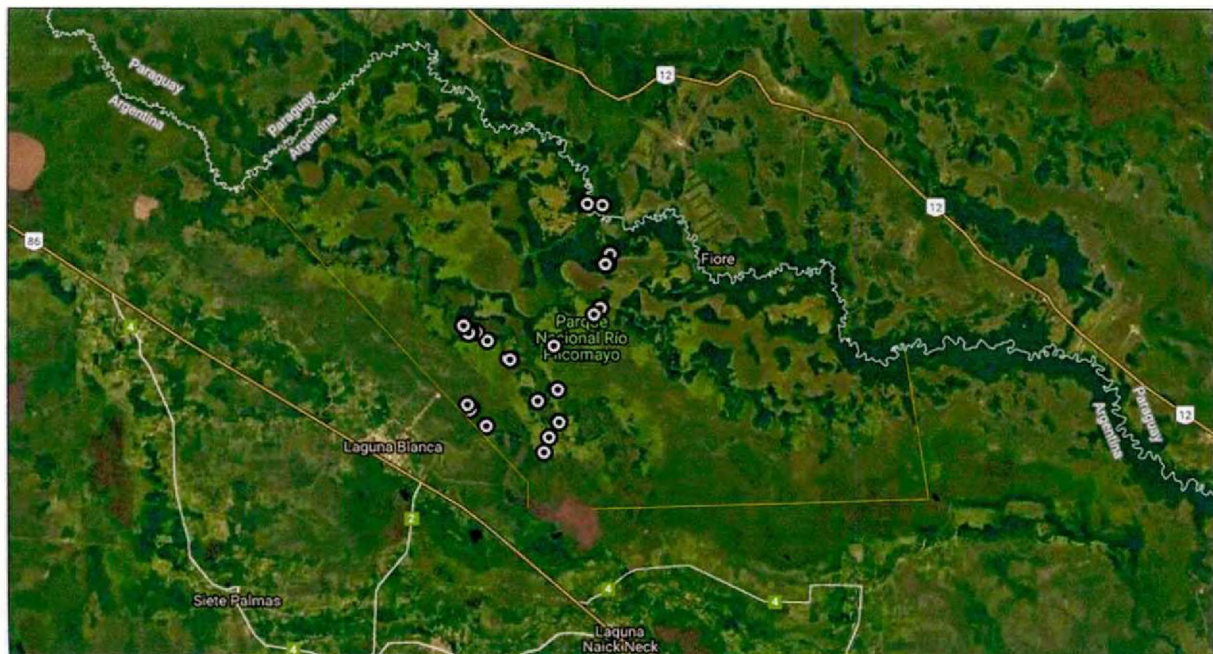


Figura 4: Ubicación de las parcelas de muestreo en el Parque Nacional Río Pilcomayo. Se detectaron sitios con colonización activa en el borde entre el bosque y el pastizal seleccionados al azar (N=29).

Riqueza y sensibilidad al fuego de las especies leñosas:

Un total de 26 especies leñosas nativas colonizan la sabana del parque Nacional Río Pilcomayo (Tabla 2). Según su forma de vida, se registraron 15 especies arbóreas (58%) y 11 arbustivas (42%). La familia de las Fabaceae fue la de mayor importancia, con 10 especies (38,5%). Sin embargo, en la mayor parte de las especies la frecuencia resultó baja y tan sólo tres de ellas se registraron en más de la mitad de las unidades de muestreo (> 50%): *Copernicia alba* (100%), *Prosopis hassleri* (65, 5%) y *Prosopis affinis* (52%).

Tabla 2. Lista de especies leñosas que colonizan la sabana del Parque Nacional Río Pilcomayo. Se indica el nombre vulgar, la forma de vida y la frecuencia en el muestreo (N=29).

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Forma de Vida	Frec. (%)
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon balansae</i> (Engl.) Santin	Urunday	Árbol	3,4
Arecaceae	<i>Copernicia alba</i> Morong	Caranday	Árbol	100
Asteraceae	<i>Baccharis notoserigila</i> Griseb.	Carquejilla	Arbusto	24,1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	Palo cruz	Árbol	22,2
Celtidaceae	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	Tala	Arbusto	3,4
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E. Schulz	Coca del monte	Arbusto	3,4
Euphorbiaceae	<i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.	Curupy	Árbol	22,2
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Palo de leche	Árbol	3,4
Fabaceae	<i>Prosopis hassleri</i> Hams var. <i>hassleri</i>	Algarrobo paraguayo	Árbol	65,5
	<i>Prosopis affinis</i> Spreng.	Ñandubay/algarrobillo	Árbol	51,7
	<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler & Ebinger	Espinillo	Árbol	17,2
	<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W. Grimes	Timbo blanco	Árbol	13,8

	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	Manduvirá	Árbol	22,2
	<i>Inga uraguensis</i> Hook. & Arn.	Ingá	Árbol	3,4
	<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	Espina corona	Árbol	3,4
	<i>Libidibia paraguariensis</i> (D. Parodi) G.P. Lewis	Guayacán	Árbol	3,4
	<i>Mimosa pigra</i> L. var. <i>pigra</i>	Carpinchera	Arbusto	22,2
	<i>Senna pendula</i> (Willd.) H.S. Irwin & Barneby	Sen del campo	Arbusto	22,2
Malvaceae	<i>Hibiscus striatus</i> Cav.	Rosa del río	Arbusto	22,2
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	Mora	Árbol	3,4
	<i>Sorocea sprucei</i> (Baill.) J.F.	Ñandipá	Arbusto	3,4
Polygonaceae	<i>Coccoloba spinescens</i> Morong	Duraznillo morado	Arbusto	3,4
Rubiaceae	<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schtdl.	Jazmin del Uruguay	Arbusto	3,4
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tembetari	Árbol	3,4
		Ñuati Pytá / Espina		
Salicaceae	<i>Xylosma venosa</i> N.E. Br.	colorada	Arbusto	17,2
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron	Cocu	Abusto	3,4

Según la morfología del ritidoma y la anatomía del tallo, la tolerancia a la quema podría variar notablemente entre las especies registradas. Para realizar la caracterización de la corteza se eligieron sólo algunas de las especies más representativas. Se analizaron en total 27 ejemplares de *Copernicia alba* (caranday), *Prosopis hassleri* (algarrobo paraguayo), *Vachellia caven* (espinillo), *Prosopis affinis* (algarrobillo o ñandubay) y *Albizia inundata* (timbó blanco). Dado que la información con respecto a las características de la corteza de estas especies era muy escasa, se generó información novedosa (Tabla 3).

Tabla 3. Variables de la morfología de la corteza de 5 especies representativas de la flora leñosa que coloniza la sabana del PNRP. Referencias: (*) índice más alto por su disposición de haces vasculares, DT: desvío típico, V: varianza, CV: coeficiente de variación.

Especie	Tipo de corteza	Índice cm. corteza/ 10cm. perímetro	Cant. de ejemplares analizados	Cant. de grietas/ 100cm ²	Long. de grietas cm/ 100cm ²	Prof. de grietas cm/ 100cm ²	Ancho de grietas cm/ 100cm ²	DT.	V.	CV.
<i>Copernicia alba</i>	Lisa y sin grietas.	*3,79	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prosopis hassleri</i>	Muy rugosa, fibrosa y escamosa	2,79	6	9	5	1,3	0,5	0,516	0,3	0,03
<i>Vachellia caven</i>	Rugosa, fibrosa y escamosa	2,4	5	8	6	0,9	1,2	1,414	2	0,7
<i>Prosopis affinis</i>	Rugosa y escamosa.	1,84	5	8	3	0,7	0,9	2,366	5,6	0,7
<i>Albizia inundata</i>	Levemente rugosa.	0,6	6	11	3	0,1	0,3	2,805	7,9	0,25

Debido su sistema de conducción en atactostela, se asignó el índice de rugosidad más elevado (3,79; arbitrariamente se otorgó un punto más que la especie de mayor valor) a *C. alba*. Los ejemplares de esta especie, poseen una mayor resistencia a las quemaduras gracias a la disposición interna y no periférica de sus haces, lo que determina que sus tejidos de conducción directamente no se vean afectados. En cambio, cuando hablamos de una corteza conformada por un ritidoma, como presentan las restantes especies leñosas, hay una mayor sensibilidad a la quema que depende del grosor de la corteza y sus grietas. El índice considera que a mayor perímetro de corteza mayor

disipación del calor generado por el fuego, ya que ofrece mayor superficie de contacto haciendo que sea mucho más difícil para el fuego llegar a dañar el leño. *P. hassleri*, dentro de las especies leñosas con ritidoma, presenta el mayor índice de resistencia (2,79). Le siguen *V. caven* (2,4), *P. affinis* (1,84) y con el más bajo, *A. inundata* (0,6).

Caracterización morfológica del ritidoma:

Copernicia alba: el caranday presenta una corteza muy lisa sin grietas de color grisáceo claro con tonos leves de marrón. En algunos casos se pueden observar pequeñas concentraciones de restos de bases foliares que dan un aspecto rugoso de la corteza. (Figura 5A).

Prosopis hassleri: el algarrobo paraguayo presenta corteza muy rugosa y fibrosa, resistente y gruesa dejando ver pequeñas grietas de los parches de crecimiento del ritidoma con dificultad para desprenderse (ya que cuenta con una abundante cantidad de ritidoma) y con cicatrices verticales. En promedio, registra 9 grietas o cicatrices con una disposición regular y longitud de 5 cm, y lo más sobresaliente es la profundidad de 1,3 cm y el ancho de las costillas de 0,5 cm. (Figura 5B).

Vachellia caven: el espinillo presenta corteza rugosa y fibrosa de color grisáceo con parches longitudinales con alguna dificultad en el desprendimiento, dejando ver la disposición de las fibras de la corteza incompleta. Con una cantidad de 8 grietas de longitud de 6 cm y profundidad de 0,9 cm, donde lo que más sobresale es el ancho de las mismas con 1,2 cm. (Figura 5C).

Prosopis affinis: el ñandubay o algarrobillo presenta una corteza rugosa y escamosa (se desprenden en escamas) de color grisáceo oscuro, bastante resistente, que no se desprende con facilidad. Existe algo de dificultad para encontrar un patrón de seguimiento en cuanto a la disposición de las grietas o cicatrices, donde son escasas hasta casi inexistentes las grietas horizontales. En cuanto a las grietas verticales: presenta un promedio de 8 un tanto dispuestas en diagonal, las mismas presentan un promedio de longitud 3 cm, profundidad 0,7 cm y un ancho de costillas de 0,9 cm. (Figura 5D).

Albizia inundata: el timbo blanco presenta corteza fina y levemente rugosa de color grisáceo oscuro, muy delgada y prácticamente imposible de desprender. Las grietas o cicatrices apenas se pueden observar y son de color marrón oscuro con tonos colorados de disposición vertical y en algunas partes del tronco, irregular. Con una cantidad de 11 grietas verticales de 3 cm de longitud y una profundidad es de 0,11 cm, el ancho de las costillas es de 0,3 cm; lo que explica las características de la corteza. (Figura 5E).

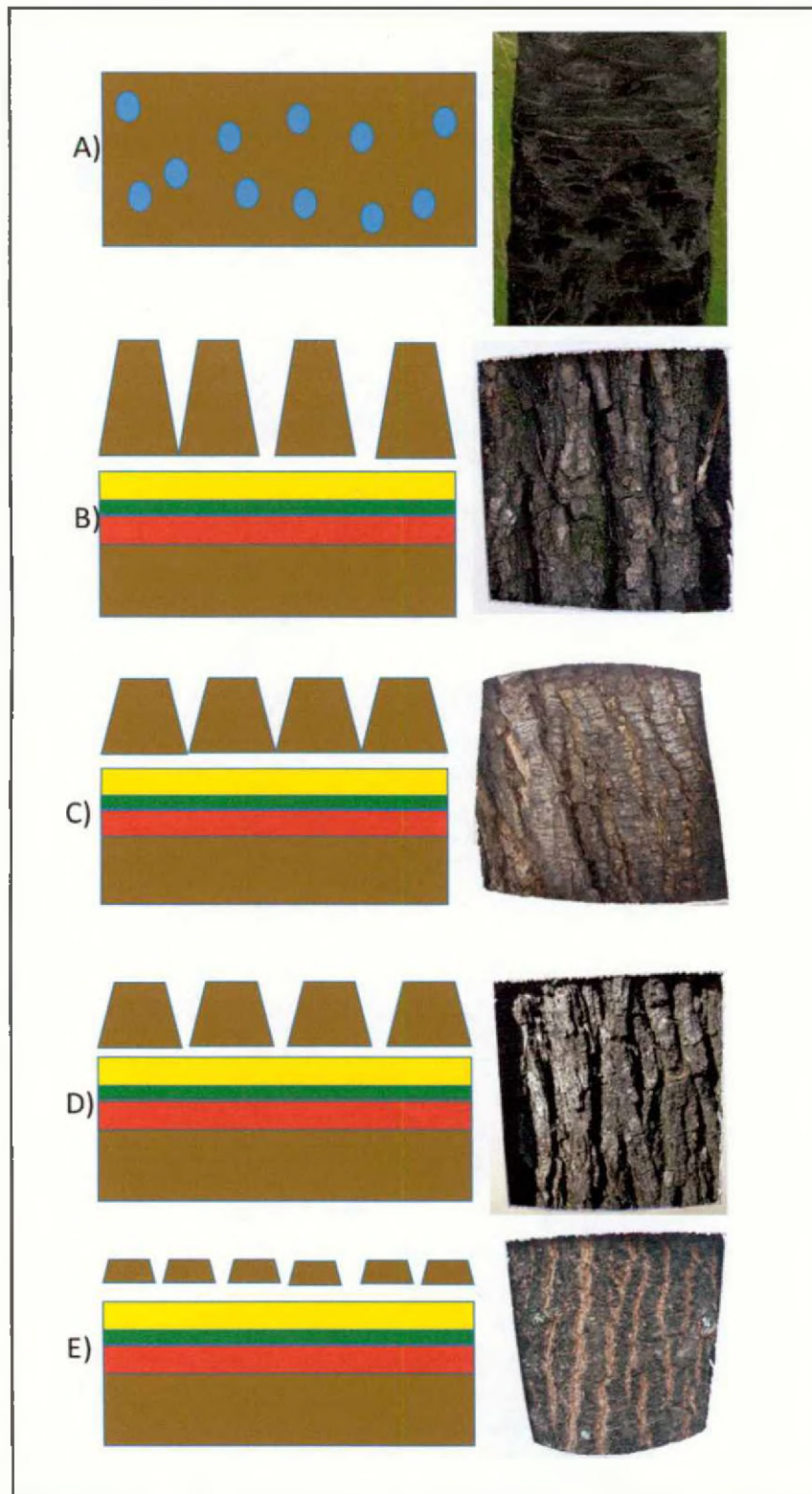


Figura 5. Representación e imagen del ritidoma de las especies colonizadoras de la sabana del Parque Nacional Río Pilcomayo . Referencias: A) *C. alba* B) *P. hassleri* C) *V. caven* D) *P. affinis* E) *A. inundata*. Colores: Amarillo: Floema 2°. Verde: Cambium. Rojo: Xilema 2°. Celeste: Haces vasculares.

Heterogeneidad florística y poblacional:

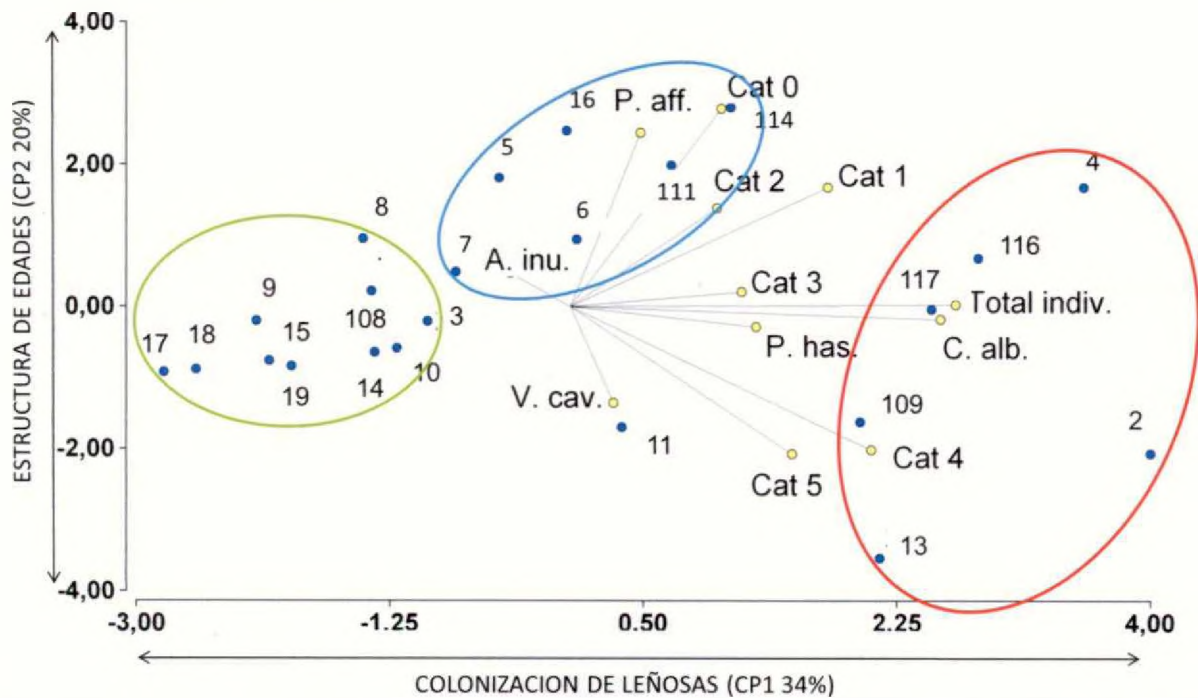


Figura 6. BIPLLOT de las parcelas (n=23) y las variables de Estructura de Edades (Categorías 0 a 5) y Diversidad (Abundancia de 5 especies leñosas). Los dos ejes principales abarcan el 54% de la variabilidad e ilustran la dispersión de las muestras en lo relativo al grado de colonización y la estructura de edad observada en el muestreo. Se agrupan las parcelas con menor (VERDE), media (AZUL) y mayor (ROJO) colonización y estructura de edad, respectivamente. PCA INFOSTAT.

El análisis de componentes principales mostró que los ejes 1 y 2 explicaron el 34 y 20% de la varianza total, respectivamente (Figura 7). El componente 1 ordenó a las parcelas más y menos colonizadas por leñosas hacia las partes positiva y negativa, respectivamente. Además del total de Individuos (0,49), las variables (Tabla 4) que contribuyeron a este ordenamiento en el eje uno (autovectores >0,30) fueron las abundancias absolutas de las categorías fisonómicas "4" (0,38) y "1" (0,33) y la abundancia absoluta de *C. alba* (0,47). En el eje 2 el ordenamiento refleja la estructura de edades observado en el muestreo. En este eje las variables que contribuyeron a la ubicación de las muestras (autovectores >0,30) fueron las abundancias absolutas de las categorías fisonómicas "0" (0,52), "1" (0,31), "4" (-0,37) y "5" (-0,38) y la abundancia absoluta de *P. affinis* (0,45).

Asimismo, las abundancias absolutas de las especies se ordenan en el eje 1 desde el área negativa a la positiva según su tolerancia creciente a la quema; con *A. inundata* (-0,08) y *C. alba* (0,47) como las especies de menor y mayor tolerancia, respectivamente. Y en el eje 2 las abundancias absolutas de las categorías fisonómicas, relacionadas con la altura y edad de los individuos, se ordenan de menor a mayor desde el área superior a la inferior. En todos los casos las variables se expresaron en cantidades absolutas de individuos por ha, sin realizar transformaciones de datos previamente. En síntesis, el eje 1 podría estar asociado con el grado de colonización de las distintas especies de leñosas según su grado de tolerancia a la quema. Y el eje 2 podría estar asociado con la diferenciación de una población más estructurada en términos poblacionales, es decir con una mayor cantidad de individuos repartidos en más categorías fisonómicas.

Posteriormente, sobre la base de la interpretación de los resultados del análisis de componentes principales, se establecieron tres grupos de parcelas según su grado de colonización y estructura de edad respectivamente (Figura 6). Los Grupos A, B y C (verde, azul y rojo en Figura 6) representarían a las parcelas con valores menores, intermedios y mayores en lo referido al grado de colonización de leñosas y de diferenciación de la estructura de edad, es decir con categorías fisonómicas más definidas.

Tabla 4. Datos estandarizados del Análisis de Componentes Principales de las parcelas de muestreo en relación con las variables de la composición florística y la estructura poblacional. En todos los casos los valores empleados son Abundancias Absolutas de Individuos/ha. de las Categorías Fisonómicas (0 a 5) y las cinco especies leñosas más representativas y de relevancia regional (*C. alba*, *P. hassleri*, *P. affinis*, *V. caven* y *A. inundata*).

Autovalores				Autovectores		
Lambda	Valor	Proporción n	Proporción Acumulada a	Variables	e1	e2
1	4,06	0,34	0,34	Total indiv.	0,49	4,40E-03
2	2,39	0,2	0,54	Cat 0	0,19	0,52
3	1,48	0,12	0,66	Cat 1	0,33	0,31
4	1,44	0,12	0,78	Cat 2	0,19	0,26
5	0,97	0,08	0,86	Cat 3	0,22	0,04
6	0,64	0,05	0,92	Cat 4	0,38	-0,37
7	0,44	0,04	0,95	Cat 5	0,28	-0,38
8	0,31	0,03	0,98	<i>C. alb.</i>	0,47	-0,03
9	0,16	0,01	0,99	<i>P. has.</i>	0,24	-0,05
10	0,11	0,01	1	<i>V. cav.</i>	0,05	-0,25
11	1,80E-03	1,50E-04	1	<i>P. aff.</i>	0,09	0,45
12	0	0	1	<i>A. inu.</i>	-0,08	0,09

Abundancia absoluta de individuos leñosos:

En relación con los grupos que permiten diferenciar a las parcelas por su grado de colonización de leñosas y de diferenciación de la estructura de edad se observó una sustancial diferencia en la abundancia absoluta de individuos. La cantidad total de individuos por hectárea osciló entre 143, 351 y 624 individuos en los grupos A, B y C, respectivamente. Es decir, que la abundancia absoluta se duplicó en el grupo B con relación al grupo A y se cuadruplicó en el grupo C con relación al grupo A (Figura 7).

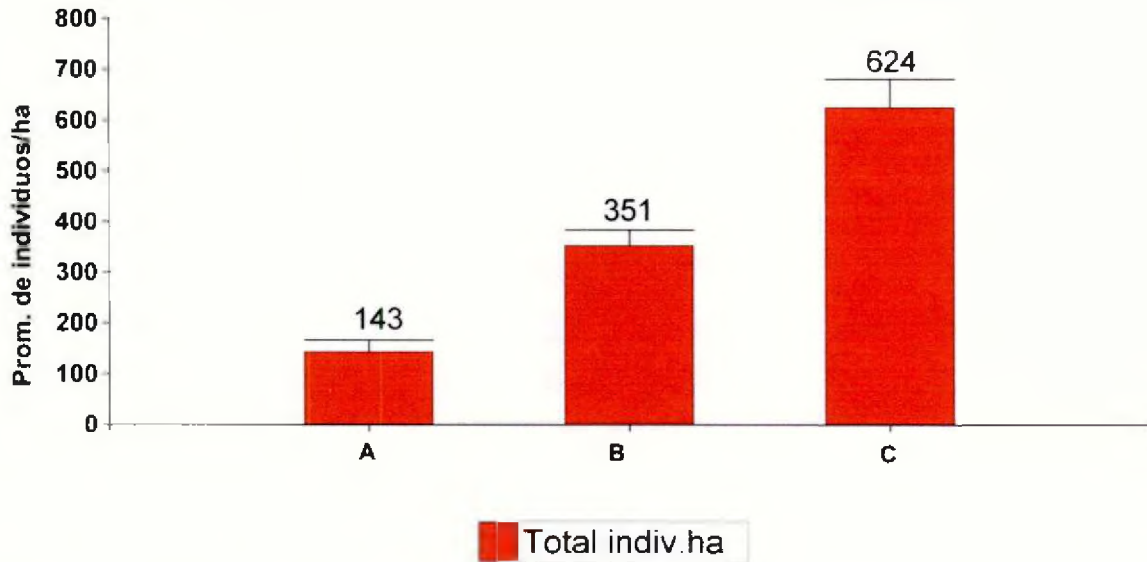


Figura 7. Abundancia absoluta (Promedio de Individuos/ha y desvío típico) en grupos A, B y C respectivamente, con valores menores, intermedios y mayores en lo referido al grado de colonización de leñosas y de diferenciación de la estructura de edad.

Distribución de grupos en las zonas con distinta recurrencia y frecuencia de quemas:

Los grupos A, B y C en la relación a su ubicación en zonas con distinta recurrencia y frecuencia de quemas presentaron en ambos casos una tendencia consistente. Las parcelas con mayores valores en lo referido al grado de colonización de leñosas y de diferenciación de la estructura de edad se localizaron en zonas de mayor recurrencia y frecuencia de quemas (Figura 8).

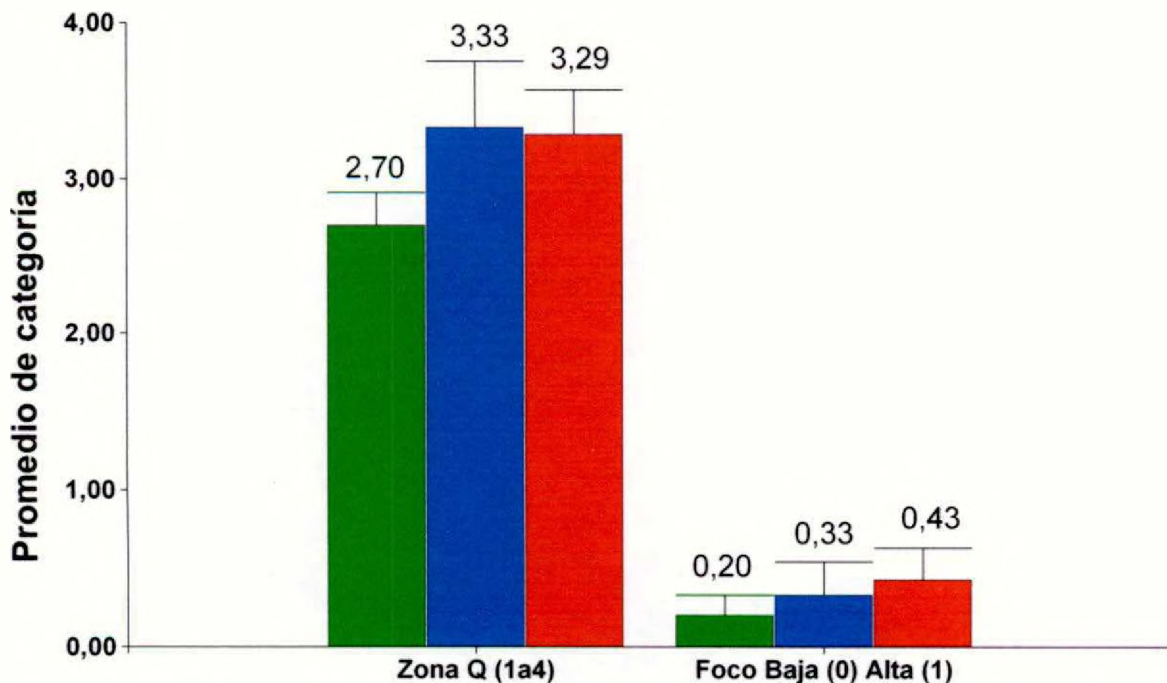


Figura 8: Recurrencia anual (Promedio de individuos y desvío típico) las de zonas de quemas (1 a 4) y focos de calor (0 y 1) en grupos A, B y C con valores menores (verde) e intermedios (azul) y mayores (rojo) en lo referido al grado de colonización de leñosas.

Estructura poblacional de la comunidad de leñosas:

En la relación a la estructura de edad, los grupos A, B y C mostraron diferencias notables (Figura 9A). El grupo A prácticamente no presentó diferencias entre las abundancias absolutas de las categorías "0" a "3" y se presentó un leve incremento en la categoría "4", lo que determinó un comportamiento estable en su estructura de edad. El grupo B mostró una reducción en la cantidad individuos correspondientes a las categorías de edad desde las categorías "0" a la "5". Mientras que el grupo C registró un incremento sustancial en la abundancia absoluta de la categoría "4". Los resultados podrían indicar que la demografía de la comunidad de leñosas es sustancialmente distinta en cada uno de los tres grupos. En el grupo A hay un leve incremento en las clases de edad a lo largo del tiempo; en el B hay una reducción de las clases de edad a lo largo del tiempo y en el grupo C, inversamente, hay un incremento en las clases de edad con el paso del tiempo.

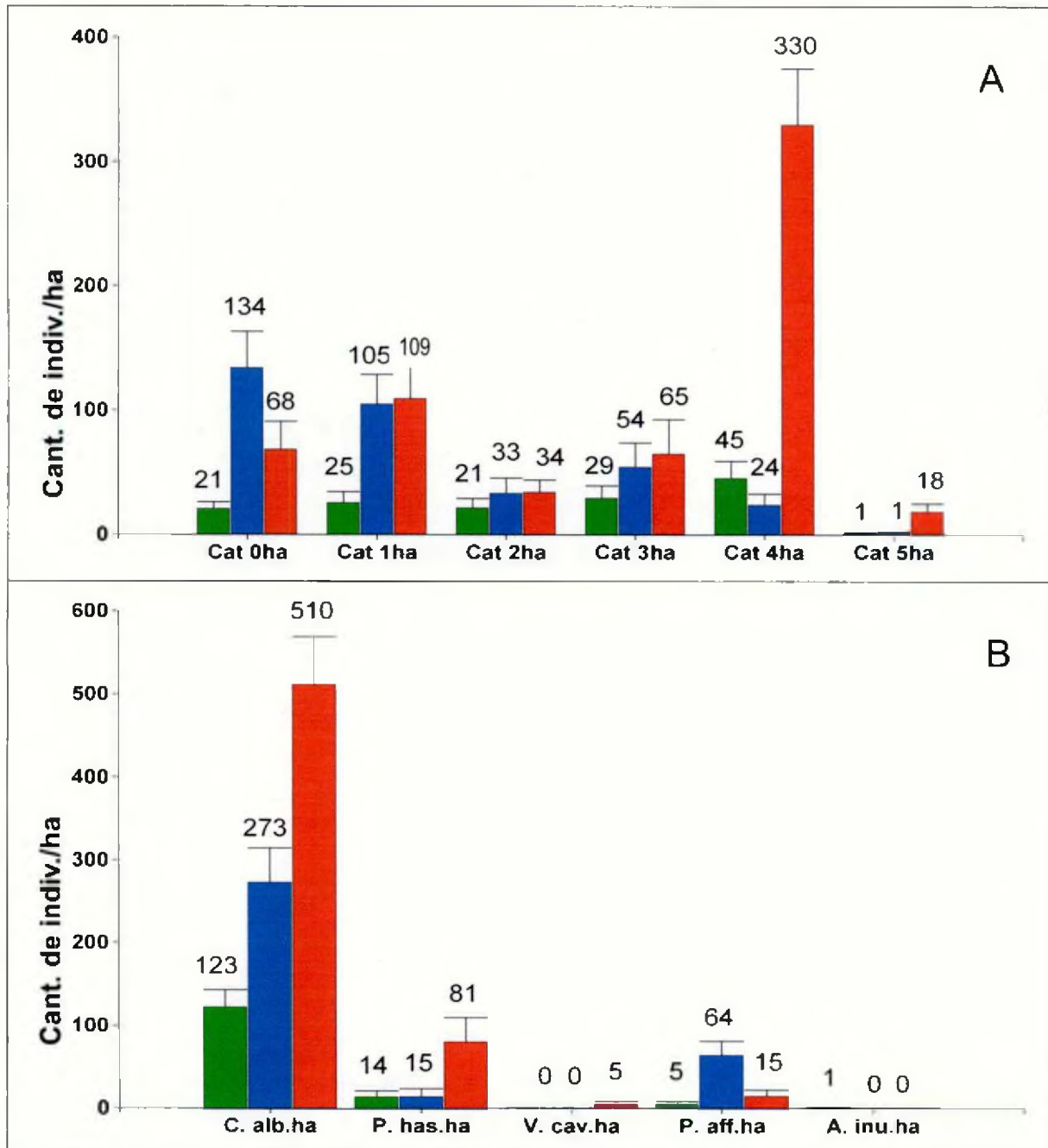
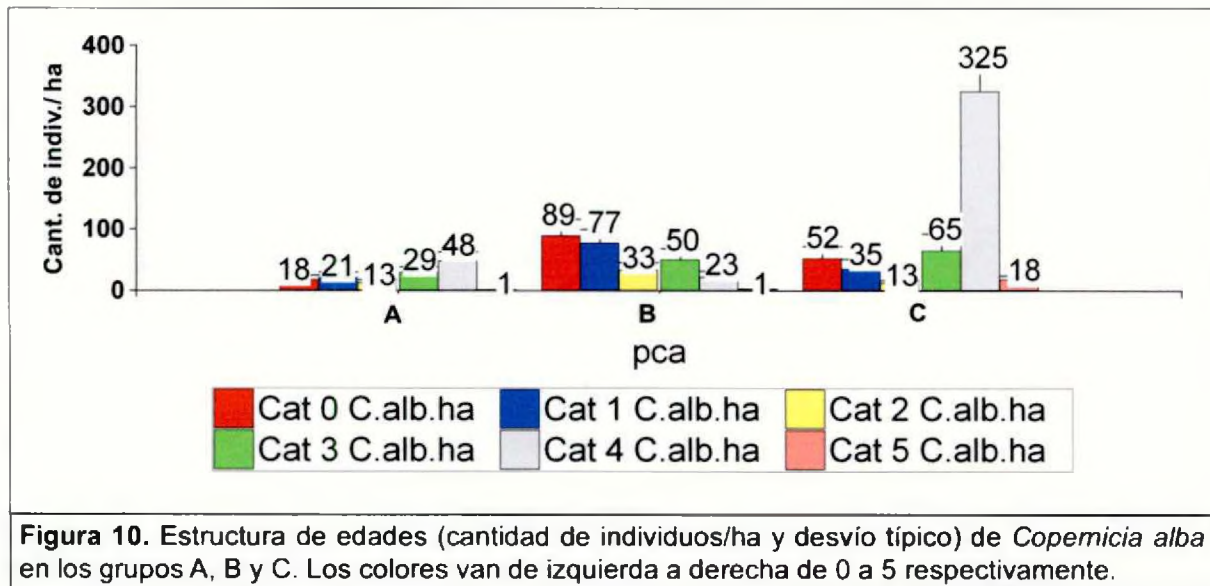


Figura 9. Estructura poblacional (A) y composición florística (B) de la comunidad de leñosas (cantidad de individuos/ha y desvío típico) en los grupos A (verde) B (azul) y C (rojo).

Composición florística de la comunidad de leñosas:

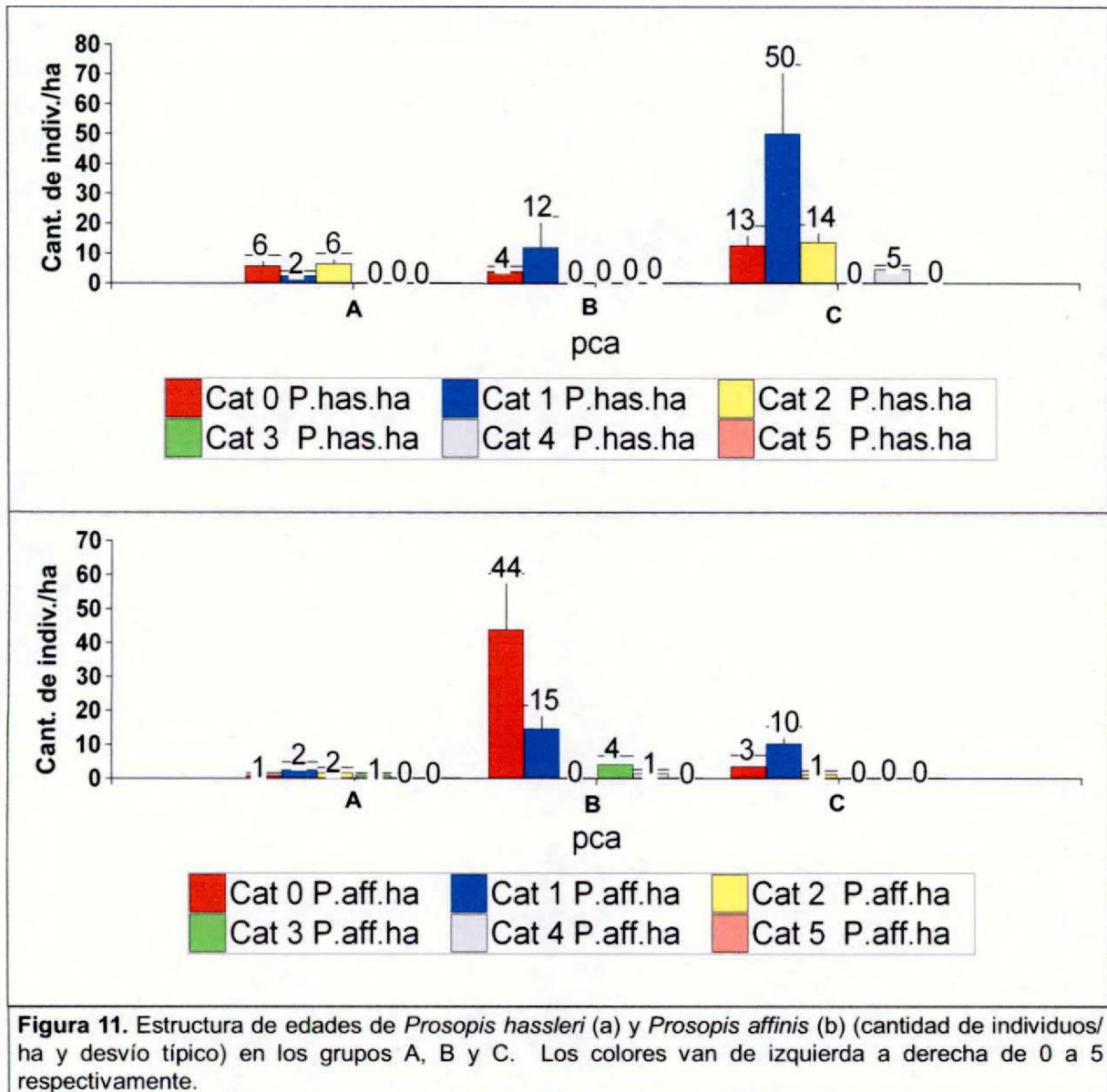
La composición florística también presentó diferencias notables entre los grupos A, B y C (Figura 9B). *C. alba* resultó la especie más abundante y se destacó en los tres grupos, pero con la mayor abundancia absoluta en el grupo C. La abundancia promedio de Caranday se duplicó en el grupo B (#273) y se cuatuplicó en el grupo C (#510) en comparación con el grupo A (#123). Del resto de las especies leñosas, las del género *Prosopis*, que registró valores de abundancia reducidos (#81). Asimismo *P. hassleri* también se destacó en el grupo C (#81); mientras que *P. affinis* lo hizo en el grupo B (#64).

Estructura de edades de las especies leñosas más frecuentes:



En cuanto a la abundancia promedio de las categorías de individuos por ha de Caranday (Figura 11), se observa una mayoría considerable de la categoría "4" en el grupo C con un registro de 325 individuos, superando ampliamente a los otros grupos, A (#48) y B (#23). La categoría "3" del grupo C también presentan apenas una mayoría en relación a B (#50) y del doble que A (#29). En cambio, las categorías "0" (#89) y "1" (#77) del B presentan mayor cantidad de individuos por ha que las parcelas de A (#18 y #21) y C (#52 y #35).

Los resultados de abundancia de categorías de las especies *P. hassleri* y *P. affinis* difieren de las de Caranday. La primera (Figura 11a) registra una mayor abundancia en el grupo C siendo la categoría "1" (#50) la más abundante, le siguen la 2 (#14), la 0 (#13) y la 4 (#5). En cuanto a los grupos A y B se observa que la primera registra individuos en 3 categorías, la "0" y "2" (#6) y la "1" (#2). La segunda presenta solamente 2 registros, la categoría "1" (#12) y "0" (#4).



P. affinis en cambio (Figura 11b), presenta en el grupo B, las categorías "0" (#44) 1 (#15). Le siguen las categorías "3" (#4) y "4" (#1). El grupo A presenta casi todos los mismos valores en sus cat. "0" (#6), "1" (#2) y "2" (#6). En C la categoría más abundante es la "1" con 10 individuos, le siguen la "0" (#3) y "2" (#1).

Discusión:

El análisis sugiere que los incendios podrían determinar la riqueza, estructura y composición florística de la vegetación de sabanas del PNRP. En las zonas donde las quemaduras son muy frecuentes e intensas la colonización de especies leñosas varía con respecto a la edad y la especie, ya que los árboles adultos maduros (mayores a 6 metros) de ciertas especies resisten, o son las que mejor toleran al fuego. En cambio los renovales y árboles juveniles (menores a 6 metros) acaban muertos o muy dañados, disminuyendo así la estructura y riqueza de las comunidades vegetales.

Las especies leñosas estudiadas presentan estructuras anatómicas y morfológicas que confieren tolerancia y evitan que el fuego dañe sus tejidos de conducción. Ritidomas muy rugosos como en *P. hassleri*, o la disposición de los haces vasculares en *C. alba* confieren una defensa contra el fuego. Pero esta resistencia va a depender de la edad del individuo, ya que estas estructuras ofrecen más resistencia a mayor edad por estar mejor o totalmente desarrolladas. Según Bravo *et al.* (2001) existe una clara tendencia que muestra que el grosor de la corteza aumenta con el avance de la edad del individuo. A medida que los árboles se vuelven adultos, son más resistentes a las quemaduras, esto puede deberse a que la corteza vaya creciendo unos centímetros por año (Wright y Bailey, 1982; Ryan, 1990). En coincidencia, los resultados observados sobre el índice de rugosidad sugieren que los individuos adultos (categoría "4" o mayores a 6 m) tienen un alto índice y resistirían mejor las quemaduras.

En zonas de altas frecuencias de quemadura la colonización de *C. alba* es muy alta en comparación con *P. hassleri*, lo que podría deberse a que las quemaduras no resulten tan intensas y, en definitiva, las leñosas con ritidomas no se vean tan afectadas (Figura 11). Si en cambio, las quemaduras además de ser muy frecuentes son intensas, con longitudes de llamas muy altas y con mucho combustible disponible, hasta *C. alba* podría ser afectada severamente (Ryan, 1990), aunque su disminución no sería tan significativa como en las otras leñosas de acuerdo con los resultados obtenidos (Figura 10). Este aspecto depende también de la arquitectura de la vegetación, ya que la sabana presenta una estructura abierta al fuego que facilita la quemadura de todo el combustible disponible, sumado a la buena aireación, a diferencia de un bosque donde el fuego no avanza por la alta densidad de árboles (Kunst *et al.* 2012). Los resultados obtenidos sobre la abundancia de categorías de las especies más representativas podrían atribuirse a las diferentes intensidades de quemaduras que podrían haber afectado a los grupos estudiados y, necesariamente, se deberían realizar futuros estudios analizando las intensidades de las quemaduras para generar información sobre la gravedad de los daños.

Bond (2008) también argumenta que la interacción entre los regímenes de fuego y las tasas de crecimiento de los árboles jóvenes en las sabanas determina el reclutamiento de los juveniles a las clases de adultos. Los retoños pueden quedar atrapados durante años en las zonas de incendios, ya que cuando son juveniles y conviven en áreas de quemaduras muy intensas pueden escaparse del fuego una vez que alcancen una altura de escape (2 – 4 m) y su tasa de crecimiento, ya que esta varía según la

especie (Bond y van Wilgen, 1996). En contraste, los resultados obtenidos en el PNRP sugieren que las categorías de edades bajas ante fuegos intensos no lograrían sobrevivir.

Las sabanas de Caranday son moldeadas por la acción del fuego y gracias a su gran resistencia al fuego pueden mantener su forma como tal. Así como en otros palmares, las poblaciones de *C. alba* servirían como una barrera de protección para el establecimiento de otras especies leñosas según un modelo de facilitación (Rolhauser y Batista, 2014).

Tanto para fines productivos como también conservacionistas, el manejo del fuego controlado es clave para direccionar la diversidad y estructura de la vegetación de la sabana. Hochberg *et al.* (1994) recomienda el uso de fuegos frecuentes, pero a bajas intensidades, para el mantenimiento de las sabanas.

Conclusiones:

Las especies leñosas colonizan la sabana según la frecuencia de las quemas, alguna de las cuales –*C. alba* o *P. hassleri*– podrían verse favorecidas por la alta recurrencia de las quemas.

Las especies leñosas colonizan la sabana según su sensibilidad diferencial a las quemas. Una gran cantidad de especies sin atactostela ni corteza rugosa se ven limitadas por el fuego en el proceso de colonización. Dentro de las que tienen adaptaciones y toleran el fuego se podría observar un éxito diferencial en la colonización. Según el índice de tolerancia elaborado en este trabajo las especies de mayor éxito en la colonización, serían: *C. alba*, *P. hassleri* y *P. affinis*.

La estructura demográfica de las especies leñosas que colonizan es afectada por la frecuencia de las quemas, pero nuevamente depende la especie ya que hay estructuras demográficas regulares (*P. affinis*), de pirámide normal (*P. hassleri*) y también invertida (*C. alba*). En este último caso, la estructura refleja la gran longevidad que presentan las palmeras.

Bibliografía:

- Adámoli, J., R. Neumann, A. R. de Colina y J. Morello. 1972. Chaco aluvional salteño. *Revista de Investigaciones Agropecuarias Serie 3*, 9: 165 – 237
- Adámoli, J., E. Sennhauser, J. Acebo y A. Rescia. 1990. Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *Journal of Biogeography* 17: 491 – 500.
- Administración de Parques Nacionales (APN). 2014. Plan Integral para el Manejo del Fuego dentro del Parque Nacional Río Pilcomayo (Primera Etapa Año 2015-2019). Inf. Int. 56 p.
- Bond W. J. y B. W. vanWilgen 1996. Fire and Plants. London: Chapman & Hall. 263 p.
- Bond, W. J. 2008. What limits trees in C4 grasslands and savannas?. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39: 641-659.
- Bravo, S., C. Kunst, A. Giménez, G. Moglia. (2001). Fire regime of a *Elionorus muticus* Spreng. Savanna, Western Chaco region, Argentina. *International Journal of Wildland Fire* 10: 65-72.
- Bruniard, E. 1978. El gran Chaco argentino: ensayo de interpretación geográfica. *Geográfica*, 4.
- Bucher, E. H. 1982. Chaco and Caatinga—South American arid savannas, woodlands and thickets. In *Ecology of tropical savannas*. Springer, Berlin - Heidelberg. 48-79 pp.
- Cabrera, Á. L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería* 2: 1-85.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. Fire management: voluntary guidelines. Principles and strategic actions. Fire Management Working Paper, Roma. 17.
- Fontana, J. L. 1996. Los pajonales mesófilos semi-naturales de Misiones (Argentina). *Phytocoenologia* 26 (2): 179-271. Berlin-Stuttgart. ISBN 3-443-02005-4.
- Herrera, P., S. Torrella y J. Adámoli. 2003. Los incendios forestales como modeladores del paisaje en la región chaqueña. En: Kunst, C., S. Bravo y J. Panigatti (eds.), Fuego en los ecosistemas argentinos, Santiago del Estero, INTA, 2003.
- Hieronymus, J. 1874. Observaciones sobre la vegetación de la Provincia de Tucumán. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Exactas de Córdoba*, Tomo I: 185-234.
- Hochberg M, JC. Menaut, J. Gignoux. 1994. The influences of tree biology and fire in the spatial structure of the West African savanna. *Journal of Ecology* 82: 217–226.

- Kunst, C., S. Bravo, F. Moscovich, J. Herrera, J. Godoy, y S. Vélez. 2003. Fecha de aplicación de fuego y diversidad de herbáceas en una sabana de *Elionorus muticus* (Spreng) O. Kuntze. *Revista Chilena de Historia Natural* 76(1): 105-115.
- Kunst, C., R. Ledesma, S. Bravo, G. Defossé, J. Godoy y V. Navarrete. 2012 Comportamiento del fuego en un pastizal del sitio ecológico "media loma", región chaqueña occidental (Argentina). *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 38(1): 70-77.
- Montiel, C. y D. Kraus. 2010. Best practices for fire use – Prescribed burning and suppression fire programmes in selected case-study regions in Europe. Fire Paradox and European Forest Institute Research Report 24, Finlandia. 150 p.
- Morello, J. 1970. Modelo de relaciones entre pastizales y leñosas colonizadoras en el Chaco argentino. *IDIA* 276: 31-51.
- Morello, J. y C. Saravia Toledo. 1959. El bosque chaqueño I y II. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 3: 5-81/209-258.
- Morello, J. y J. Adámoli. 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente de chaco argentino. Segunda parte: Vegetación y ambiente de la provincia del Chaco. Serie Fitogeográfica N°13. INTA. Buenos Aires.
- Papadakis, J. 1951. Posibilidades agrícolas de La Rioja, Catamarca, Tucumán, Salta, Jujuy, Corrientes, Santiago del Estero, sudoeste de Buenos Aires, sudeste de La Pampa y noreste de Río Negro. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Buenos Aires. 230 p.
- Prado, D. E. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I: A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. V. *Candollea*, 48(1): 145-172.
- Reca, A. y B. Pujalte. 1982. Unidades ecológicas del Parque Nacional Pilcomayo. Informe. Administración Parques Nacionales, Buenos Aires. 60 p.
- Rolhauser, A. y W. Batista. 2014. From pattern to process: estimating expansion rates of a forest tree species in a protected palm savanna. *Landscape Ecology* 29:919-931.
- Ryan, K. 1990. Predicting prescribed fire effects on trees in the interior west. En: The art and science of fire management. Alexander, M. E. and G. Bisgrove (eds.). Proc. 1st Interior West Fire Council Annual Meeting and Workshop. Inf. Rep. NOR-X-309. Forestry Canada, Canada. 148–162 pp.
- Stuart Chapin, F., M. Torn, y M. Tateno. 1996. Principles of ecosystem sustentability. *American Naturalist* 148: 1016 – 1037.
- Tortorelli L. 1947. Los incendios de bosques en la Argentina. Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección Forestal, Buenos Aires. 235 p.
- Trabaud, L. 1992. Community dynamics after disturbance: short –term change and long-term stability. *Ekistics* 356/357: 287-292.

- Trollope, W. 1984. Fire behavior. En: Booyesen, V. y N. Tainton (eds.). Ecological effects of fire in South African Ecosystem. Springer Verlag. Berlin. 199 pp.
- Wright, H, y A. Bailey. 1982. Fire ecology in the United States and Canada. J. Wiley and Sons, New York, 501 p.
- Zuloaga, F.O., O. Morrone y M.J. Belgrano (eds.). 2008. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 107 (2): 2251. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/Familias.asp> (Acceso: julio 2018).

Parc.	pca	Zona Q (1a4)	Foco Baja (0) Alta (1)	Total indiv.	Cat 0	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5	C. alb.	P. has.	V. cav.	P. aff.	A. Inu.
8	A	3	1	25	4	5	10	4	2	0	20	2	0	2	1
108	A	4	1	22	5	12	4	1	0	0	22	0	0	0	0
3	A	2	0	30	1	4	2	13	10	0	23	2	0	4	0
17	A	2	0	4	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0
18	A	2	0	7	0	0	0	4	3	0	7	0	0	0	0
19	A	2	0	17	0	1	2	4	10	0	17	0	0	0	0
9	A	3	0	12	5	5	2	0	0	0	12	0	0	0	0
14	A	3	0	24	3	1	4	2	14	0	16	8	0	0	0
15	A	3	0	11	5	2	0	2	1	1	5	6	0	0	0
10	A	3	0	28	3	2	3	7	13	0	28	0	0	0	0
5	B	2	0	39	18	1	1	14	5	0	24	1	0	14	0
6	B	2	0	45	10	12	1	15	7	0	37	1	0	7	0
7	B	4	0	28	3	14	5	4	2	0	17	8	0	3	0
16	B	4	0	46	27	11	1	3	4	0	33	1	0	12	0
111	B	4	1	53	25	18	7	3	0	0	52	0	0	1	0
114	B	4	1	54	18	23	10	2	0	1	43	0	0	11	0
4	C	3	0	98	21	16	8	21	32	0	87	5	0	6	0
109	C	4	1	65	6	15	0	0	39	5	44	17	0	4	0
116	C	4	1	86	14	28	3	2	39	0	66	17	0	3	0
117	C	4	1	76	12	20	6	2	35	1	50	28	0	0	0
13	C	3	0	78	0	1	0	5	68	4	77	0	1	0	0
2	C	2	0	100	1	11	7	22	54	5	84	4	0	0	0
11	C	3	0	46	6	5	6	5	23	1	41	2	3	0	0

Parc.	Total indiv.1	Cat 0 C.alb.	Cat 1 C.alb.	Cat 2 C.alb.	Cat 3 C.alb.	Cat 4 C.alb.	Cat 5 C.alb.	Cat 0 Phas.	Cat 1 Phas.	Cat 2 Phas.	Cat 3 Phas.	Cat 4 Phas.	Cat 5 Phas.	Cat 0 P.aff.	Cat 1 P.aff.	Cat 2 P.aff.	Cat 3 P.aff.	Cat 4 P.aff.	Cat 5 P.aff.	CP 1	CP 2
8	25	8	5	5	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	-1,25250391	0,81923707
108	22	5	12	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,59841854	-0,13650882
3	29	0	1	0	12	14	0	0	0	2	0	0	0	1	3	0	1	0	0	-0,05903973	-0,6557903
17	4	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,27616199	-1,6901147
18	7	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,25973685	-1,67006126
19	17	0	1	2	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,43471707	-1,22135223
9	12	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,91899052	-1,00803056
14	24	0	0	0	2	14	0	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,42117526	-0,77218494
15	11	1	0	0	2	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89661684	-1,36874601
10	28	3	2	3	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,54636272	-0,94172068
5	39	4	0	1	14	5	0	0	1	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	-1,1168419	-1,27299701
6	45	6	10	1	13	7	0	1	0	0	0	0	0	4	1	0	2	0	0	-1,41369725	-0,65446228
7	28	3	5	5	3	1	0	1	8	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	-1,30260931	0,31866621
16	46	18	7	1	3	4	0	1	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0	0	-1,20290636	0,00266243
111	53	24	18	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2,4158504	0,83110571
114	54	12	18	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	-3,06876795	2,40097724
4	98	17	14	4	21	31	0	1	0	3	0	1	0	3	2	1	0	0	0	-0,05535518	3,07891088
109	65	0	0	0	0	39	5	6	11	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3,57189275	0,37512627
116	66	13	10	3	2	38	0	1	15	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1,08797435	2,77468167
117	76	9	1	1	2	34	1	3	17	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3,60170497	2,05786653
13	78	0	0	0	5	68	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,18942443	-1,29243036
2	68	1	1	1	22	54	5	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,61864406	-0,53604354
11	46	6	5	2	5	22	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,53542654	0,56160768

Parc.	Total indiv.ha	Cat 0ha	Cat 1ha	Cat 2ha	Cat 3ha	Cat 4ha	Cat 5ha	C. alb.ha	P.ha.ha	V. cov.ha	P. aff.ha	A. inv.ha	Total Indiv.1ha	Cat 0 Calb.ha	Cat 1 Calb.ha	Cat 2 Calb.ha	Cat 3 Calb.ha	Cat 4 Calb.ha	Cat 5 Calb.ha	Cat 0 Phas.ha	Cat 1 Phas.ha	Cat 2 Phas.ha	Cat 3 Phas.ha	Cat 4 Phas.ha	Cat 5 Phas.ha	Cat 0 Paff.ha	Cat 1 Paff.ha	Cat 2 Paff.ha	Cat 3 Paff.ha	Cat 4 Paff.ha	Cat 5 Paff.ha
8	199	32	40	80	32	16	0	199	16	0	16	8	199	64	40	40	32	16	0	0	0	16	0	0	0	0	0	16	0	0	0
108	175	40	95	32	8	0	0	175	0	0	0	0	175	40	95	32	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	239	8	37	16	103	80	0	183	16	0	37	0	231	0	8	0	95	111	0	0	0	16	0	0	0	8	24	0	8	0	0
17	32	0	0	0	0	32	0	32	0	0	0	0	32	0	0	0	8	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	56	0	0	0	32	24	0	56	0	0	0	0	56	0	0	0	32	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	135	0	8	16	32	80	0	135	0	0	0	0	135	0	8	16	32	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	95	40	40	16	0	0	0	95	0	0	0	0	95	40	40	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	191	24	8	32	16	111	0	127	64	0	0	0	191	0	0	0	16	111	0	24	8	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	88	40	16	0	16	8	8	40	48	0	0	0	88	8	0	0	16	8	8	32	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	223	24	16	24	56	103	0	223	0	0	0	0	223	24	16	24	56	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	310	143	8	8	111	40	0	191	8	0	111	0	310	32	0	8	111	40	0	0	8	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0
6	358	80	95	8	119	56	0	294	8	0	56	0	358	48	80	8	103	56	0	8	0	0	0	0	0	32	8	0	16	0	0
7	223	24	111	40	32	16	0	135	64	0	24	0	223	24	40	40	24	8	0	8	64	0	0	0	0	0	8	0	8	8	0
16	366	215	88	8	24	32	0	263	8	0	95	0	366	143	56	8	24	32	0	8	0	0	0	0	0	64	32	0	0	0	0
111	422	199	143	56	24	0	0	414	0	0	8	0	422	191	143	56	24	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
114	430	143	183	80	16	0	8	342	0	0	88	0	430	95	143	80	16	0	8	0	0	0	0	0	0	48	40	0	0	0	0
4	780	167	127	54	167	255	0	692	40	0	48	0	780	135	111	32	167	247	0	8	0	24	0	8	0	24	16	8	0	0	0
109	517	48	119	0	0	310	40	350	135	0	32	0	517	0	0	0	0	310	40	48	88	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0
116	684	111	223	24	16	310	0	525	135	0	24	0	684	103	80	24	16	302	0	8	119	0	0	8	0	0	24	0	0	0	0
117	605	95	159	48	16	279	8	398	207	0	0	0	605	72	8	8	16	271	8	24	135	40	0	8	0	0	0	0	0	0	0
13	621	0	8	0	40	541	32	613	0	8	0	0	621	0	0	0	40	541	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	796	8	88	56	175	430	40	668	32	0	0	0	700	8	8	8	175	430	40	0	8	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	366	48	40	48	40	183	8	326	16	24	0	0	366	48	40	16	40	175	8	0	0	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0