

Fitosociología del bosque de galería del río Conceição en el Ecomuseo del Cerrado, Goiás (Brasil)

Phytosociology of the riparian forest of the Conceição River in the Ecomuseo del Cerrado, Goiás (Brazil)

José Imaña-Encinas¹, Otacilio Antunes Santana² y Guillermo Riesco Muñoz^{3,*}

Recibido: 06 julio 2021 | **Aceptado:** 31 mayo 2022 | **Publicado en línea:** 27 julio 2022
Citación: Imaña-Encinas, J; Santana, OA; Riesco Muñoz, G. 2022. Fitosociología del bosque de galería del río Conceição en el Ecomuseo del Cerrado, Goiás (Brasil). Revista Forestal del Perú 37(1): 21-40. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v37i1.1591>

Resumen

El Cerrado es un vasto bioma (1,8 millones de km²) de gran riqueza y heterogeneidad, siendo además uno de los ecosistemas más amenazados del mundo. Su conservación depende de estudios que orienten una gestión racional. Dentro del Cerrado, el bosque de galería tiene gran valor ambiental y extensión pero está muy degradado. Se procedió a la medición del diámetro normal y a la identificación botánica del arbolado vivo en dos parcelas de muestreo (2000 m²) de bosque de galería en un área protegida del Cerrado. Se censaron 279 árboles, de 32 familias, 46 géneros y 54 especies. El 30% de las especies pertenecían solo a tres familias (Rubiaceae, Chrysobalanaceae y Myrtaceae). El índice de diversidad de Shannon-Wiener ($H' = 3,09$ nats/ind.) fue inferior a otras referencias y la distribución de los ejemplares por especies fue relativamente homogénea (ecuabilidad igual a 0,77). Nueve especies acumulaban el 52% del índice de valor de abundancia (IVI) total, destacando *Hirtella gracilipes* y *Licania apetala*, que sumaban más del 35% de los individuos. El área basal (27 m²/ha), densidad (1395 ind./ha) y diámetro medio cuadrático (15,8 cm) fueron similares o inferiores a los citados para otros bosques de galería brasileños. La distribución diamétrica total era decreciente, con diámetros normales generalmente inferiores a 20 cm. Se trata de una comunidad joven y con capacidad de regeneración natural, aunque apenas se encontraron distribuciones diamétricas decrecientes por especie. Se esperan cambios por reducción de la presencia de especies con regeneración insuficiente (*Calophyllum brasiliense*, *Guettarda viburnoides*, *Sclerolobium paniculatum* y *Xylopia emarginata*).

Palabras clave: biodiversidad, bosque de ribera, bosque tropical, distribución diamétrica, espacio protegido, inventario forestal

¹ Universidad de Brasilia, Departamento de Ingeniería Forestal, Brasilia, Brasil.

² Universidad Federal de Pernambuco, Departamento de Biofísica y Radiobiología, Recife, Brasil.

³ Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Agroforestal, Lugo, España.

* Autor de Correspondencia: guillermo.riesco@usc.es

Abstract

The Cerrado is a vast biome (1.8 million km²) of great richness and heterogeneity, and it is also one of the most threatened ecosystems in the world. Its conservation depends on studies that support a rational management. Within the Cerrado, the riparian forest is environmentally valuable and very extensive, but it is highly degraded. The breast height diameters and the botanical identification of the living trees in two sampling plots (2000 m²) of riparian forest in a protected area of the Cerrado were obtained. 279 trees from 32 families, 46 genera and 54 species were surveyed. 30% of the species belonged to only three families (Rubiaceae, Chrysobalanaceae and Myrtaceae). The Shannon-Wiener diversity index ($H' = 3.09$ nats/ind.) was lower than other references and the distribution of the specimens by species was relatively homogeneous (equability equal to 0.77). Nine species accumulated about 52% of the total abundance value index (IVI), highlighting *Hirtella gracilipes* and *Licania apetalá*, which accounted for more than 35% of the individuals. The basal area (27 m²/ha), density (1395 ind./ha) and quadratic mean diameter (15.8 cm) were similar or lower than those reported for other Brazilian riparian forests. The total diameter distribution was decreasing, with diameters generally below 20 cm. It was a young community with natural regeneration capacity, although decreasing diameter distributions were hardly found by species. Changes are expected due to a reduction in the presence of species with insufficient regeneration (*Calophyllum brasiliense*, *Guettarda viburnoides*, *Sclerolobium paniculatum* and *Xylopia emarginata*).

Key words: biodiversity, riparian forest, tropical forest, diameter distribution, natural protected area, forest inventory

Introducción

El 54% de la superficie de los bosques del mundo se encuentra en cinco países: la Federación de Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos de América y China. Brasil, con 497 millones de hectáreas de superficie forestal (12% del total mundial), es el segundo país del mundo con más superficie de bosques después de la Federación de Rusia. Así mismo, el 61% de los bosques primarios del mundo se encuentra en tres países (Brasil, Canadá y la Federación de Rusia) (FAO 2020).

Sin embargo, los bosques tropicales en la región del río Amazonas, a pesar de su todavía vasta extensión, están absorbiendo un tercio menos de carbono que en la década de los años noventa, debido a los impactos que tiene en su crecimiento el aumento de las temperaturas, la sequía y la deforestación, según las conclusiones de un estudio experimental de siete años de duración que incluyó tres localizaciones en bosques atlánticos brasileños (Crouzeilles *et al.* 2019).

La degradación de la cubierta vegetal del Estado de Goiás (Brasil) ha sido muy acusada

en los últimos setenta años, debido principalmente a la expansión de la actividad agrícola, a la urbanización y al crecimiento económico. Los cambios son muy apreciables tanto entre años como entre estaciones de un mismo año. Ante esa situación es necesario adoptar medidas eficaces que traten de reducir la deforestación de la región, así como potenciar esfuerzos para ampliar la superficie sometida a figuras de conservación (Galinkin 2003). El Ecomuseo del Cerrado (Figura 1) es un área que se encuadra en ese tipo de acciones de protección ya que uno de sus objetivos es la conservación ambiental de la cuenca del tramo alto del río Corumbá, en el marco de la planificación física regional, por medio de acciones planeadas de forma cooperativa y orientadas a la conservación de la naturaleza, el uso sostenible de los recursos naturales y la mejora de la calidad de vida de las poblaciones locales (Instituto HUAH do Planalto Central 2003).

Según datos del IBGE (2019), el Ecomuseo tiene una población en torno al medio millón de personas. Los siete municipios que componen esta biorregión presentan una antropización de su suelo superior al 58% (Nóbrega

Municipio	Superficie (km ²)	Número de habitantes (2019)	Densidad (hab./km ²)
Abadiânia	1045,127	19614	19
Águas Lindas de Goiás	191,198	212440	1111
Cocalzinho de Goiás	1787,994	18623	10
Corumbá de Goiás	1062,457	10896	10
Luziania	3961,100	208299	53
Pirenópolis	2227,793	24749	11
Santo Antônio do Descoberto	132,805	6283	47
Total	10408,474	500904	48

Cuadro 1. Extensión y población en 2019 de los municipios del Ecomuseo del Cerrado. Fuente: Elaborado con base en IBAMA 2008 e IBGE 2019.

2002). Las superficies totales y la población de los siete municipios son las que se indican en el Cuadro 1.

La vegetación natural del área del Ecomuseo presenta seis fitofisionomías distintas: cerrado, cerrado en sentido estricto, campo sucio, campo limpio, bosque de galería y bosque estacional (Imaña-Encinas *et al.* 2018). Se entiende aquí por fisionomía el conjunto de rasgos externos de una comunidad vegetal (Ministerio de Medio Ambiente 2006). Existen enormes diferencias en cuanto a las extensiones ocupadas por cada fitofisionomía, desde manchas o teselas de 0,5 ha hasta extensiones de más de 2000 ha. En la clase cerrado en sentido estricto se encuentran zonas continuas de más de 10000 ha. De las formaciones vegetales que componen el Ecomuseo, el bosque de galería y el bosque estacional son probablemente las más devastadas.

El bioma Cerrado es una vasta región de Brasil que ocupa 1,8 millones de km². Se encuentra principalmente en la zona Centro-Oeste, prolongándose hacia el Nordeste, existiendo manchas menores y discontinuas en el Norte y Sudeste del país (Malavolta y Kliemann 1985). Factores edáficos como la profundidad efectiva, la presencia de concreciones en el perfil, la proximidad a la superficie de la capa freática, el

drenaje y la fertilidad son los elementos determinantes de la composición florística, fitosociología y productividad de las fitofisionomías presentes en este ecosistema (Eiten 1993, Haridasan 2000).

Los bosques son un importante elemento constituyente del paisaje del Cerrado. Suelen aparecer árboles en todos los hábitats donde las condiciones ambientales permiten su establecimiento (Oliveira-Filho y Ratter 2001). Es decir, las fisionomías boscosas se presentan siempre vinculadas a factores hídricos o edáficos que posibilitan su presencia (Adámoli *et al.* 1985). Las formaciones forestales del bioma Cerrado engloban dos tipos de vegetación, el tipo bosque de galería, asociado a suelos húmedos y cursos de agua (*ribeiriñas*), y el tipo no vinculado a cursos de agua (*interflúvios*). Estos bosques se hayan intercalados con el resto de la vegetación del Cerrado, principalmente en el Brasil Central (Ribeiro y Walter 1998).

Los bosques no asociados a cursos de agua se presentan generalmente en suelos más ricos en nutrientes y son de dos clases: los Bosques Estacionales y los Cerradones (Ribeiro y Walter 1998).

El bosque de galería es la vegetación forestal que acompaña a los arroyos y pequeños ríos en los fondos de valle de las tierras altas del Brasil

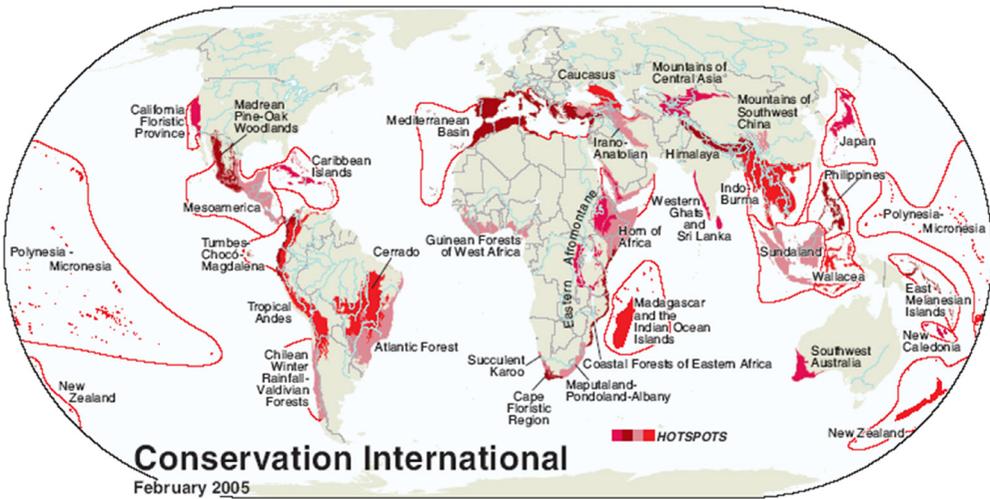


Figura 2. Distribución de los hotspots en la Tierra. Fuente: Tomado de Conservation Internacional 2005.

Central, formando corredores cerrados (galerías) sobre el curso de agua (Ribeiro y Walter 1998). Son formaciones higrófilas sobre suelos bien drenados, o estacional o permanentemente saturados (Pinto 1993), siendo el segundo tipo de vegetación natural más extenso del Cerrado (Eiten 1993).

La realización de estudios fitosociológicos en esas áreas es necesaria para recabar información que contribuya al conocimiento y a la preservación de esos espacios naturales remanentes del Estado de Goiás, principalmente en el municipio de Pirenópolis, donde el crecimiento urbano y el flujo turístico van a demandar un consumo de agua cada vez mayor, lo que va a obligar a la protección de los cursos fluviales.

Los bosques en galería, junto con otros tipos de vegetación riparia, forman franjas paralelas a los cursos fluviales, cubriendo en mayor o menor medida taludes y llanuras de inundación. Estas formaciones vegetales constituyen un eficaz filtro biológico que preserva la calidad del agua en los cursos naturales frente a eventuales aportes contaminantes procedentes de los terrenos contiguos (Zimmermann 1992).

El riego de terrenos agrícolas produce una desnitrificación por lavado superficial de sue-

los. El aporte excesivo de nitratos al río, junto con el aporte de fósforo y otros sedimentos, es nocivo para el ecosistema acuático y puede ser evitado o mitigado si existe vegetación en las orillas. La anchura de la franja de vegetación de ribera necesaria para actuar como filtro biológico frente al nitrógeno no se conoce con exactitud y depende de múltiples factores. Con todo, se ha comprobado que incluso franjas estrechas de vegetación ofrecen una protección considerable, aunque cuanto más extensa sea la llanura de inundación con cubierta vegetal mayor es la capacidad para retener sedimentos y nutrientes, evitando que estos lleguen al cauce (Burel y Baudry 1999, Cancer 1999).

La canalización de ríos, con la consiguiente eliminación de vegetación ripícola, es una inversión que presenta ventajas como el control de inundaciones, la mejora de la navegación o la ampliación del terreno disponible para uso agropecuario. Sin embargo, los efectos negativos pueden tener un coste superior al beneficio esperado, como se comprobó en la canalización del río Kissimmee, en Florida (Estados Unidos) (Whalen *et al.* 2002).

Los corredores de vegetación dan sombra al río, lo que ayuda a reducir la temperatura del agua y mantener en la misma una mayor

concentración de oxígeno, que son condiciones beneficiosas para el ecosistema acuático. Por ello, las franjas de vegetación de las riberas deben conservarse si se desea conservar la calidad del agua (Dramstad *et al.* 2005). No obstante, las franjas de vegetación no deben ser continuas, sino que deben estar interrumpidas ocasionalmente con pequeños espacios abiertos, para facilitar el aporte de materia orgánica a la cadena trófica acuática, ofrecer troncos de árboles como refugio para los peces y, en general, diversidad estructural para favorecer la presencia de mayor variedad de organismos en el ecosistema, contribuyendo así a su estabilidad (Bell 1998).

La vegetación de ribera desempeña también un papel esencial como corredor biológico que facilita o posibilita el desplazamiento de animales y propágulos de plantas, lo que permite el intercambio genético y la estabilidad de las poblaciones. Para cumplir con esa función de corredor las franjas de vegetación han de estar más o menos próximas al cauce (vega, soto, talud), actuando como pasillos para las especies.

La declaración de áreas protegidas es importante para la preservación de recursos genéticos y también para la reserva estratégica del agua de los acuíferos, principalmente en áreas de manantiales (Barreto *et al.* 2003). Las áreas protegidas en Brasil son, en general, pequeñas y aisladas. Las unidades de protección integral, las que protegen de forma efectiva los ambientes naturales, representan menos del 3% del territorio brasileño. Ninguno de los biomas del país posee una protección mínima de al menos el 10% de su extensión, conforme con lo sugerido durante el Congreso Mundial de Parques de 1982 (Santos y Câmara 2002).

En 2002 había un total de 80 Unidades de Conservación, que deberían abarcar las Unidades de Protección Integral y las de Uso Sustentable (Figura 1). Esas áreas sumaban más de 1,5 millones de hectáreas, correspondiendo al 4,48% de la superficie del país (Galinkin 2003). Ese porcentaje es bajo si se compara con el 10% recomendado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y que precon-

za la Constitución de Brasil, reiterando que en el Sistema Nacional de Unidades de Conservación se ha de asegurar que al menos un 20% de la superficie del Estado esté acogida a unidades de conservación (Galinkin 2003).

En el Estado de Goiás la situación de las unidades de conservación no difiere mucho del panorama nacional. El *Sistema Nacional de Unidades de Conservação*, promulgado recientemente por el Gobierno del Estado de Goiás, se ha dirigido muchas veces a la protección de algunas especies y ecosistemas, pero no ha sido suficiente para conservar toda la diversidad. El sistema actual no considera la comunicación por medio de corredores ecológicos entre ecosistemas con elevado gradiente de diversidad, lo que acaba impidiendo la dispersión de individuos, la adaptación a las perturbaciones y la preservación del flujo génico entre poblaciones (Santos y Câmara 2002). Para la conservación real de la biodiversidad, o diversidad potencial (Ministerio de Medio Ambiente 2006), se deben establecer nuevas unidades de conservación dirigidas a proteger fitofisionomías aún mal representadas (Maury 2002).

Los estudios sobre la composición y distribución de la flora del Cerrado indican que la presencia de especies es bastante heterogénea y, por tanto, su conservación es compleja y dependiente de la identificación de grupos fitogeográficos que agrupen las especies de la distribución genérica y restringida. Por el gran número de especies, aliada al alto nivel de amenaza al que están sujetas, el Cerrado fue considerado uno de los 25 *hotspots* mundiales (Figura 2), es decir, uno de los biomas más ricos en biodiversidad y también uno de los más amenazados del planeta (Maury 2002).

Ante esta situación, el objetivo del presente estudio fue realizar el levantamiento florístico y fitosociológico del componente arbóreo en un área representativa del bosque de galería de la región del Ecomuseo del Cerrado (municipio de Pirenópolis, Estado de Goiás, Brasil) con objeto de recabar información que contribuya a la propuesta de modelos adecuados de manejo y conservación de la biodiversidad.

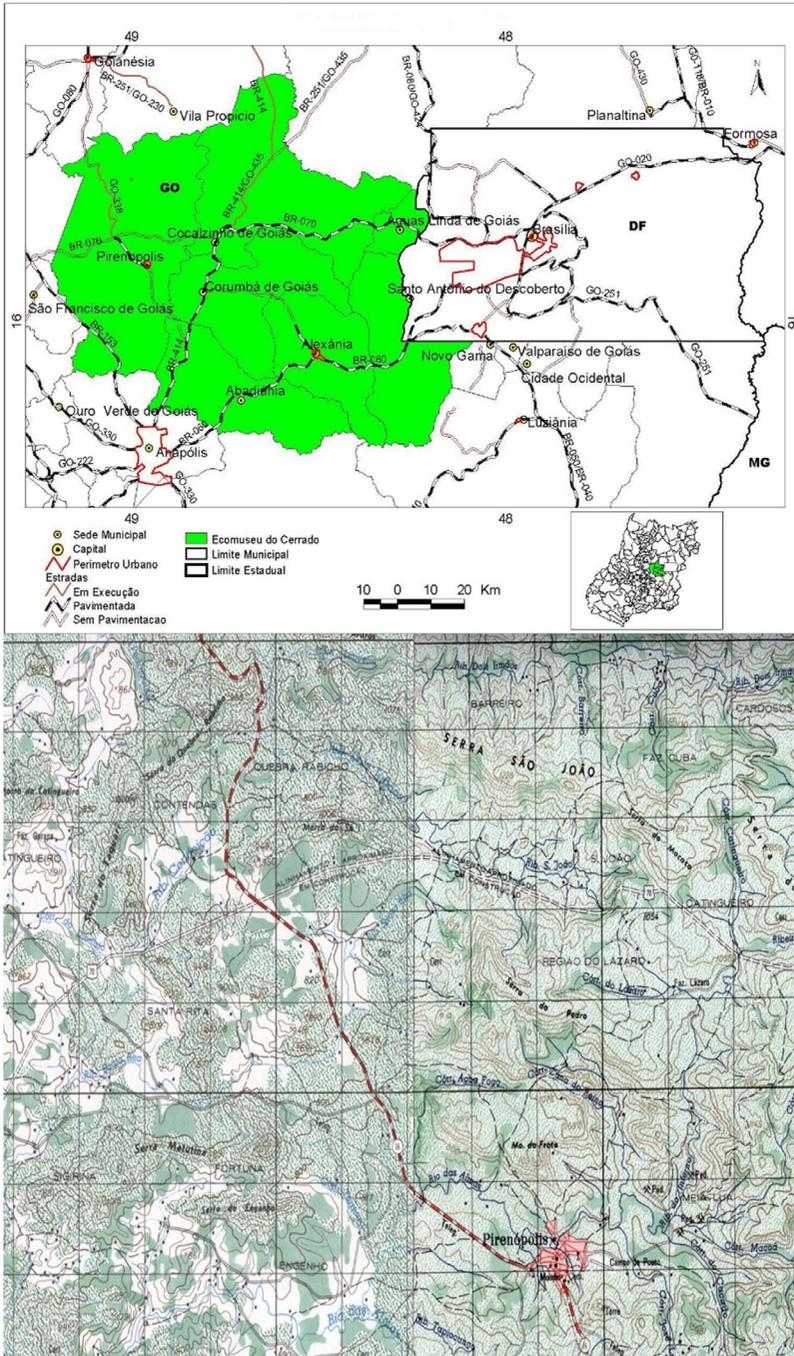


Figura 3. Arriba: localización geográfica de la hacienda Raio de Sol, en Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil); abajo: mapa de la región. Fuente: Adaptado de Serviço Geográfico do Brasil 1973.

Material y métodos

Descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza en la porción noroeste del Ecomuseo del Cerrado, específicamente en el municipio de Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil) (Figura 3). En la región se encuentran restos del dominio morfoestructural de la faja del desdoblamiento Uruaçú-Brasília. Presenta un sustrato litológico con diferentes grados de resistencia, originando por ello áreas de altiplano y áreas serranas (Nóbrega 2002).

Los suelos de la región son antiguos, profundos y bien drenados, con baja fertilidad natural y acidez acentuada. El clima del lugar, según la clasificación climática de Köppen, es del tipo AW, característico de los climas húmedos tropicales con dos estaciones bien definidas: una seca en invierno y otra húmeda en verano (Peel *et al.* 2007). La estación seca dura hasta cinco meses – de mayo a septiembre – habiendo lluvias en los meses restantes, con una precipitación media anual en torno a los 1500 mm. La temperatura media anual oscila entre 21,5 y 24,9 °C, pudiendo alcanzar máximas en torno a 38 °C y mínimas en torno a 10 o 12 °C (Galinkin 2003).

Establecimiento de parcelas de muestreo

En dicha región se realizó un levantamiento florístico en el bosque de galería del río Con-

ceição, en la hacienda Raio de Sol, de coordenadas centrales 15°45'55"S y 49°04'10"O, con altitud en torno a 800 msnm (Figura 4). Es importante resaltar que la vegetación de la zona de estudio constituye un área de preservación permanente, estando, por tanto, protegida por el Código Forestal Brasileño (1965).

Para el muestreo fitosociológico del bosque de galería se utilizó el método de parcelas (Mueller-Dombois y Ellemberg 1974). Fueron muestreadas dos parcelas de 20 × 50 m, totalizando 2000 m² de superficie de muestreo. Debido a la estrechez del área ocupada por este tipo de formación vegetal, las parcelas fueron orientadas con su lado mayor aproximadamente paralelo al curso del agua, para que la parcela cubriera toda la anchura del bosque de galería en la zona de muestreo.

Recogida y proceso de datos del arbolado

Fueron objeto de medición todos los árboles con diámetro normal (DAP) mayor o igual a 5 cm, incluyendo las palmeras y excluyendo lianas e individuos muertos. La identificación de las especies fue realizada sobre el terreno por un especialista en botánica sistemática. Para algunos de los árboles se prepararon muestras herborizadas para la verificación posterior de la identificación en el Herbario de la Universidad de Brasilia. Para la clasificación de las especies se siguió a Jardim Botânico do Rio de Janeiro



Figura 4. Vista del área de estudio en el bosque de galería del río Conceição, Fazenda Raio de Sol, Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil).

(2022) y al sistema de clasificación de APG IV (Chase *et al.* 2016). La diversidad florística en especies fue analizada mediante el índice de Shannon-Wiener (H') en base logarítmica natural y la ecuabilidad se determinó por el índice de Pielou (J') (Pielou 1975). Para describir la estructura de la comunidad arbórea se estimaron, para especies y para familias, los siguientes parámetros fitosociológicos:

- número de individuos por parcela (n).
- densidad absoluta (DA), en número de individuos por hectárea.
- densidad relativa (DR), en porcentaje de la densidad absoluta respecto de la densidad total.
- frecuencia absoluta (FA), con valor 50 si la especie estaba presente solo en una de las parcelas y con valor 100 si la especie estaba presente en ambas parcelas de muestreo.
- frecuencia relativa (FR), en porcentaje de la frecuencia absoluta respecto de la total.
- dominancia absoluta (DoA), en área basal expresada en metros cuadrados por hectárea.
- dominancia relativa (DoR), en porcentaje del área basal respecto de la total.
- índice de valor de importancia ($IVI = DR + FR + DoR$).

Para analizar la estructura del arbolado se construyeron histogramas de clases diamétricas para el total de individuos mayores (árboles con diámetro normal mayor o igual a 5 cm) medidos en las parcelas y para cada una de las especies arbóreas que presentaron el mayor valor del IVI. La anchura ideal de clase diamétrica para cada distribución fue obtenida por medio de la ecuación de Spiegel (1976):

$$a = A/[1+3,3\log(ND)]$$

Donde a es la anchura de clase diamétrica, A es la amplitud de la población de datos a representar, y ND es el número de datos de la población. El límite inferior de cada clase diamétrica fue incluido en su clase respectiva.

Resultados

Entre las dos parcelas fueron medidos 279 árboles, pertenecientes a 32 familias, 46 géneros y 54 especies (Cuadro 2). Las familias que presentaron mayor riqueza en especies fueron: Rubiaceae (8 especies), Chrysobalanaceae (4 especies) y Myrtaceae (4 especies). Estas tres familias acumulaban el 30% de todas las especies muestreadas. Annonaceae, Chrysobalanaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Vochysiaceae presentaron más de una especie en algunos de los géneros presentes. Los géne-

Familias/Especies	Familias/Especies
ANACARDIACEAE	MALVACEAE
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Luehea divaricata</i> Mart.
ANNONACEAE	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A. Robyns
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) A. Robyns
<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	MELASTOMATACEAE
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	<i>Miconia calvescens</i> DC.
APOCYNACEAE	MELIACEAE
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer
ARECACEAE	METTENIUSACEAE
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers
BIGNONIACEAE	MORACEAE

Cuadro 2. Lista de familias y especies arbóreas encontradas en un tramo del bosque de galería del río Conceição (Hacienda Raio de Sol, Pirenópolis, Estado de Goiás, Brasil).

Familias/Especies	Familias/Especies
<i>Tabebuia caraiba</i> (Mart.) Bureau	<i>Ficus gardneriana</i> (Miq.) Miq.
BURSERACEAE	<i>Pseudolmedia guaranitica</i> Hassler
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	MYRTACEAE
CALOPHYLLACEAE	<i>Eugenia uniflora</i> L.
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	<i>Gomidesia affinis</i> (Cambess.) D. Legrand
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	<i>Gomidesia regeliana</i> O. Berg.
CHRYSOBALANACEAE	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	NYCTAGINACEAE
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. f.) Prance	<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell
<i>Licania apetala</i> (E. May) Fritsch.	PERACEAE
<i>Licania nitida</i> Hook. f.	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.
CLUSIACEAE	PRIMULACEAE
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze
COMBRETACEAE	SIPARUNACEAE
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.
DICHAPETALACEAE	POLYGONACEAE
<i>Tapura amazonica</i> Poepp. & Endl.	<i>Triplaris americana</i> L.
ERYTHROXYLACEAE	RUBIACEAE
<i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O. E. Schulz	<i>Alibertia macrophylla</i> K. Schum.
EUPHORBIACEAE	<i>Alibertia vaccinioides</i> K. Schum.
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.
FABACEAE	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult. f.
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	<i>Chomelia occidentalis</i> Müll. Arg.
<i>Pterodon polygalaeflorus</i> Benth.	<i>Genipa americana</i> L. var. <i>riobranquensis</i> Kuhlm.
<i>Sclerolobium paniculatum</i> var. <i>rubiginosum</i> (Mart. ex Tul.) Benth.	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schtdl.
LECYTHIDACEAE	<i>Ixora warmingii</i> Müll. Arg.
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	SYMPLOCACEAE
LOGANIACEAE	<i>Symplocos frondosa</i> Brand.
<i>Antonia ovata</i> Pohl	URTICACEAE
MAGNOLIACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul
<i>Magnolia ovata</i> (A. St. Hil.) Spreng.	VOCHYSIACEAE
-	<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.
-	<i>Qualea parviflora</i> Mart.

Cuadro 2 (continuación). Lista de familias y especies arbóreas encontradas en un tramo del bosque de galería del río Conceição (Hacienda Raio de Sol, Pirenópolis, Estado de Goiás, Brasil).

Especies	n	N	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Hirtella gracilipes</i>	64	320	22,94	50	1,47	1,81	6,65	31,06
<i>Tapirira guianensis</i>	25	125	8,96	100	2,94	3,14	11,56	23,46
<i>Licania apetala</i>	34	170	12,19	50	1,47	1,26	4,64	18,29
<i>Copaifera langsdorffii</i>	2	10	0,72	50	1,47	4,29	15,79	17,98
<i>Symplocos frondosa</i>	18	90	6,45	100	2,94	2,17	7,97	17,37
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6	30	2,15	100	2,94	2,31	8,49	13,58
<i>Guettarda viburnoides</i>	13	65	4,66	100	2,94	0,96	3,54	11,14
<i>Clusia criuva</i>	3	15	1,08	100	2,94	1,91	7,02	11,04
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	11	55	3,94	50	1,47	1,46	5,37	10,79
<i>Xylopia emarginata</i>	6	30	2,15	100	2,94	0,89	3,27	8,36
<i>Emmotum nitens</i>	8	40	2,87	100	2,94	0,53	1,96	7,77
<i>Protium heptaphyllum</i>	4	20	1,43	100	2,94	0,47	1,74	6,11
<i>Hirtella glandulosa</i>	6	30	2,15	100	2,94	0,20	0,73	5,82
<i>Alibertia macrophylla</i>	6	30	2,15	100	2,94	0,10	0,37	5,46
<i>Cariniana estrellensis</i>	3	15	1,08	100	2,94	0,30	1,09	5,11
<i>Antonia ovata</i>	7	35	2,51	50	1,47	0,24	0,89	4,87
<i>Myrsine guianensis</i>	5	25	1,79	50	1,47	0,38	1,40	4,66
<i>Tapura amazonica</i>	2	10	0,72	100	2,94	0,15	0,56	4,22
<i>Maprounea guianensis</i>	6	30	2,15	50	1,47	0,16	0,59	4,21
<i>Cecropia pachystachya</i>	3	15	1,08	100	2,94	0,05	0,19	4,21
<i>Qualea dichotoma</i>	2	10	0,72	100	2,94	0,11	0,41	4,07
<i>Ficus gardneriana</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,48	1,75	3,58
<i>Licania nitida</i>	4	20	1,43	50	1,47	0,18	0,66	3,56
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,44	1,62	3,45
<i>Luehea divaricata</i>	2	10	0,72	50	1,47	0,33	1,21	3,40
<i>Magnolia ovata</i>	3	15	1,08	50	1,47	0,21	0,77	3,31
<i>Mauritia flexuosa</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,40	1,46	3,29
<i>Myrcia multiflora</i>	3	15	1,08	50	1,47	0,14	0,51	3,06
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,32	1,17	3,00
<i>Cardiopalum calophyllum</i>	3	15	1,08	50	1,47	0,04	0,14	2,68
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,23	0,85	2,68
<i>Gomidesia affinis</i>	2	10	0,72	50	1,47	0,12	0,46	2,64
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,17	0,64	2,47
<i>Tabebuia caraiba</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,17	0,64	2,47
<i>Alibertia vaccinioides</i>	2	10	0,72	50	1,47	0,07	0,24	2,43

Cuadro 3. Abundancia de las especies analizadas en el área de muestreo. n = número de individuos por especie, N = densidad absoluta (ind./ha), DR = densidad relativa (%), FA= frecuencia absoluta, FR= frecuencia relativa (%), DoA = dominancia absoluta (m²/ha), DoR= dominancia relativa (%), IVI = Índice del Valor de Importancia.

Especies	n	N	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Pera glabrata</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,12	0,44	2,27
<i>Chomelia occidentalis</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,11	0,42	2,25
<i>Qualea parviflora</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,11	0,42	2,25
<i>Amaioua guianensis</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,07	0,26	2,08
<i>Guapira areolata</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,07	0,24	2,07
<i>Genipa americana</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,06	0,24	2,07
<i>Guarea guidonia</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,06	0,21	2,04
<i>Amaioua intermedia</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,05	0,18	2,01
<i>Miconia calvescens</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,05	0,18	2,01
<i>Xylopia aromatica</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,04	0,16	1,99
<i>Triplaris americana</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,04	0,16	1,99
<i>Ixora warmingii</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,04	0,15	1,98
<i>Pseudolmedia guaranitica</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,04	0,15	1,98
<i>Aspidosperma subincanum</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,02	0,08	1,91
<i>Pterodon polygalaeflorus</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,02	0,08	1,91
<i>Gomidesia regeliana</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,02	0,07	1,90
<i>Eugenia uniflora</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,02	0,06	1,89
<i>Kielmeyera coriacea</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,02	0,06	1,89
<i>Siparuna guianensis</i>	1	5	0,36	50	1,47	0,02	0,06	1,89
Total	279	1395	100,00	3400	100,00	27,17	100,00	300,00

Cuadro 3 (continuación). Abundancia de las especies analizadas en el área de muestreo. n = número de individuos por especie, N = densidad absoluta (ind./ha), DR = densidad relativa (%), FA= frecuencia absoluta, FR= frecuencia relativa (%), DoA = dominancia absoluta (m²/ha), DoR= dominancia relativa (%),IVI = Índice del Valor de Importancia.

ros de mayor riqueza en especies fueron *Alibertia*, *Amaioua*, *Gomidesia*, *Hirtella*, *Licania*, *Pseudobombax*, *Qualea* y *Xylopia*, presentando dos especies cada uno. Veintitrés familias (72% del total de familias) estaban representadas por una sola especie.

El Cuadro 3 recoge los parámetros fitosociológicos de las especies arbóreas presentes en el tramo muestreado del bosque de galería del río Conceição en el Ecomuseo del Cerrado, Pirenópolis, Estado de Goiás, ordenadas por orden decreciente del IVI. Las nueve especies con el mayor índice del valor de importancia fueron: *Hirtella gracilipes*, *Tapirira guianensis*, *Licania apetala*, *Copaifera langsdorffii*, *Symplocos frondosa*, *Calophyllum brasiliense*, *Guettarda viburnoides*, *Clusia criuva* y *Sclerolobium*

paniculatum, constituyendo cerca del 52% del IVI total.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fue estimado en 3,09 nats/individuo y la ecuabilidad obtenida fue de 0,77.

La composición del IVI de las especies más importantes presentó diferencias significativas. En las especies *Hirtella gracilipes*, *Licania apetala* y *Guettarda viburnoides* la densidad relativa contribuyó más significativamente para el cálculo del IVI que la dominancia relativa, lo que implica un elevado número de individuos, aunque de menor porte. Se observó lo contrario en *Copaifera langsdorffii*, *Calophyllum brasiliense* y *Clusia criuva*, cuya dominancia presentó un peso mayor en el cálculo del IVI. Las demás

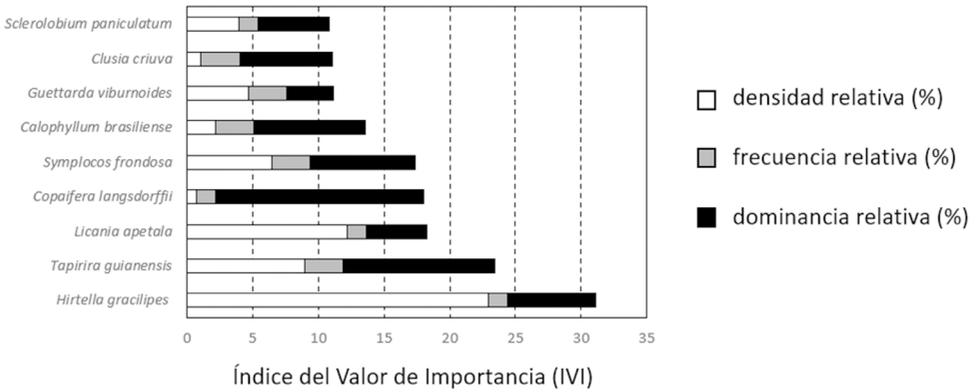


Figura 5. Parámetros fitosociológicos de las nueve especies que presentaron el mayor Índice del Valor de Importancia (IVI) en el análisis de un tramo del bosque de galería en el Ecomuseo del Cerrado, Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil).

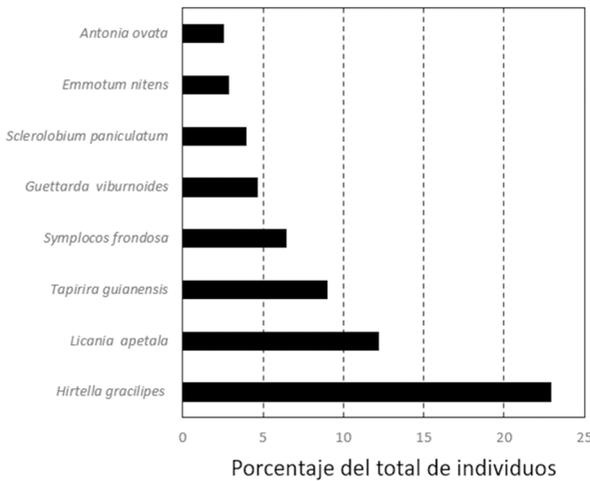


Figura 6. Especies que presentaron la mayor densidad en un tramo del bosque de galería del Ecomuseo del Cerrado, Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil).

especies importantes por su IVI presentaron valores semejantes de densidad y dominancia (Figura 5).

El área basal del tramo muestreado fue de 27,17 m²/ha y la densidad fue de 1395 individuos por hectárea, lo que corresponde a un diámetro medio cuadrático de 15,8 cm. La distribución diamétrica de la muestra analizada presentaba una tendencia decreciente y el diámetro normal era inferior a

20 cm en la mayoría de los individuos.

Las ocho especies con mayor densidad relativa sumaron el 65% del total de individuos muestreados, destacando *Hirtella gracilipes* y *Licania apetala*, que sumaban cerca del 35% del total de individuos (Figura 6). La alta densidad encontrada para dichas especies indica que están bien adaptadas al actual estadio sucesional. Es decir, se muestran más competitivas en las condiciones ambientales actuales.

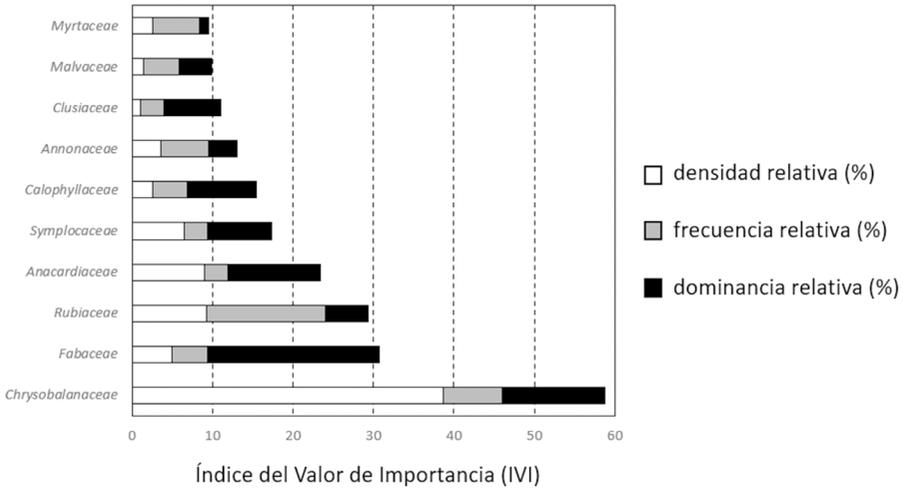


Figura 7. Parámetros fitosociológicos de abundancia para las diez familias que presentaron el mayor Índice del Valor de Importancia (IVI) en un tramo del bosque de galería en el Ecomuseo del Cerrado, Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil).

Las especies que presentaron mayor frecuencia absoluta, estando bien distribuidas en el área de estudio, fueron *Alibertia macrophylla*, *Calophyllum brasiliense*, *Cariniana estrellensis*, *Cecropia pachystachya*, *Clusia criuva*, *Emmotum nitens*, *Guettarda viburnoides*, *Hirtella glandulosa*, *Protium heptaphyllum*, *Qualea dichotoma*, *Symplocos frondosa*, *Tapirira guianensis*, *Tapura amazonica* y *Xylopia emarginata*. Veintiséis especies (48% del total) estaban representadas por un solo ejemplar, por lo que fueron consideradas especies raras desde el punto de vista numérico. El gran número de especies raras puede haber contribuido a aumentar la riqueza de especies en el tramo analizado.

Las familias que presentaron mayor número de individuos en la zona de muestreo fueron Chrysobalanaceae (108 individuos totales), Rubiaceae (26), Anacardiaceae (25), Symplocaceae (18) y Fabaceae (14). Esas familias fueron también las cinco más importantes por su valor del IVI (Figura 7). Entre las diez familias más importantes acumulaban el 73% del IVI total. La familia más importante en el bosque de galería estudiado fue Chrysobalanaceae. La familia con mayor riqueza fue Rubiaceae, con

ocho especies, siendo la tercera familia más importante del bosque.

Discusión

Al igual que en el presente estudio, *Rubiaceae* también figuraba entre las familias más abundantes en tres bosques de galería del Distrito Federal (Brasil) (Felfili 1994, Sampaio *et al.* 1997, Silva Júnior 2004).

Entre las diez especies con mayor índice de valor de importancia, *T. guianensis*, *L. apetala* y *C. langsdorffii* también aparecieron entre las más importantes en dos bosques de galería del Distrito Federal (Brasil) (Felfili 1994, Sampaio *et al.* 1997). En otro bosque de galería del Distrito Federal (Brasil), *T. guianensis*, *C. langsdorffii* y *Guettarda virbunoides* también estuvieron entre las especies con mayor IVI (Silva Júnior 2004). *T. guianensis* también figuró entre las especies más importantes en el bosque de galería de Silvânia (Estado de Goiás) (Felfili *et al.* 1994).

El índice de diversidad florística de Shannon-Wiener (H'), estimado en 3,09 nats/individuo, fue inferior al calculado para los bosques

Localidad	Estado	Número de individuos por hectárea	Área basal (m ² /ha)	Diámetro medio cuadrático (cm)	Fuente
Santo Antônio do Descoberto	GO	1741	26,44	13,9	Imaña-Encinas <i>et al.</i> (1993)
Brasília	DF	1706	33,64	15,8	Sampaio <i>et al.</i> (1997)
Parque Nacional de Brasília	DF	1645	32,73	15,9	Felfili <i>et al.</i> (1994)
Brasília	DF	1573	38,50	17,7	Silva Júnior (2004)
Patrocínio	MG	1531	29,69	15,7	Felfili <i>et al.</i> (1994)
APA Gama-Cabeça de Veado	DF	1417	36,38	18,1	Felfili <i>et al.</i> (1994)
Paracatu	MG	1364	19,77	13,6	Felfili <i>et al.</i> (1994)
Silvânia	GO	1248	27,76	16,8	Felfili <i>et al.</i> (1994)

Cuadro 4. Densidad, espesura y diámetro medio cuadrático del bosque de galería en diferentes estaciones forestales de Brasil. GO = Goiás; DF = Distrito Federal; MG = Mato Grosso.

de galería del Distrito Federal, Estado de Goiás y Estado de Minas Gerais (Brasil). Felfili *et al.* (1994) encontraron 3,38 nats/ind. para el Parque Nacional de Brasília (Distrito Federal, Brasil), 3,62 nats/ind. para Paracatu (Estado de Minas Gerais), 3,88 nats/ind. para el Área de Preservación Ambiental (APA) Gama – Cabeza del Venado (Distrito Federal, Brasil), 4,02 nats/ind. para Silvânia (Estado de Goiás) y 4,07 nats/ind. para Patrocínio (Estado de Minas Gerais). Felfili (1994) obtuvo $H' = 3,84$ nats/ind. en el bosque de galería de Gama (Distrito Federal, Brasil). En estos valores influye la intensidad de muestreo, lo que puede ser la causa del valor relativamente bajo encontrado en el área de estudio.

La ecuabilidad obtenida (0,77) indica que la distribución de los ejemplares entre las diferentes especies es relativamente homogénea.

En cuanto a la distribución espacial de las especies se observan algunas tendencias. *T. guianensis* aparecía desde la franja inundada hasta el borde del bosque mientras que *C. langsdorffii* se presentaba en las zonas bien drenadas del bosque, coincidiendo con la información aportada por Sampaio *et al.* (1997). *Licania apetala* aparecía principalmente en zonas intermedias

e inundables del bosque, difiriendo de la tendencia recogida por Sampaio *et al.* (1997).

El área basal del tramo muestreado fue de 27,17 m²/ha y la densidad fue de 1395 individuos por hectárea (diámetro medio cuadrático = 15,8 cm), valores próximos a los encontrados para los bosques de galería de Goiás, Minas Gerais y ligeramente inferiores a los encontrados para los bosques de galería del Distrito Federal (Brasil) (Cuadro 4).

La distribución diamétrica de la comunidad presentó forma decreciente, en J invertida, con la mayoría de los individuos concentrada en las dos primeras clases (diámetros normales inferiores a 20 cm, Figura 8). Esta estructura informa de que la comunidad estudiada presenta capacidad de regeneración natural para mantener los niveles actuales de densidad y espesura siempre que no sobrevengan perturbaciones intensas (Assunção y Felfili 2004). La estructura diamétrica también puede ser indicativa de una masa forestal joven, lo cual es previsible dado el pequeño valor hallado para el diámetro medio cuadrático.

Analizando por separado cada una de las especies más importantes, se observa que

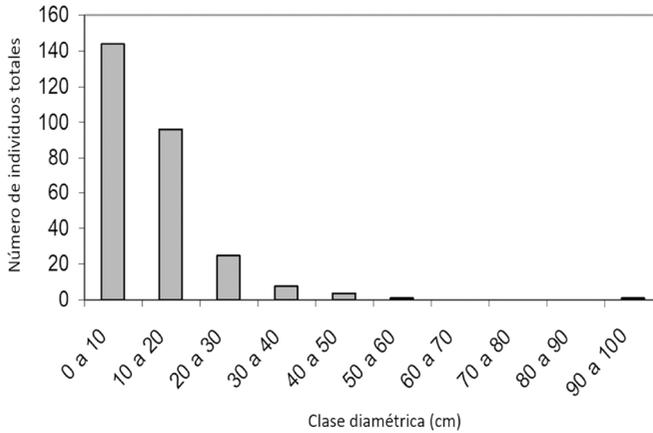


Figura 8. Distribución diamétrica de los individuos muestreados en un tramo del bosque de galería en el Ecomuseo del Cerrado, Estado de Goiás (Brasil).

no todas siguen el patrón de distribución diamétrica decreciente en J invertida (Figura 9). De hecho, apenas se encuentran distribuciones diamétricas decrecientes por especie, quizá por el escaso número de individuos existente para cada especie, que no permite reconocer un patrón de distribución decreciente. Esta posible explicación se sustenta en que la cuatro únicas especies en las que se aprecia una cierta tendencia decreciente son las más abundantes (90 o más individuos por hectárea) (Figura 10). Parece claro que, al tratarse de una masa mixta, la estructura del vuelo con una distribución decreciente de los diámetros normales solo es apreciable tratando de forma conjunta todas las especies de la zona de estudio.

La distribución de frecuencias de diámetros normales en cuatro de las diez especies más importantes (*Calophyllum brasiliense*, *Guettarda viburnoides*, *Sclerolobium paniculatum* y *Xylopia emarginata*) no tendía a la J invertida (Figura 9), presentando regeneración insuficiente. Esto indica que el bosque de galería como un todo se está auto-regenerando aunque se esperan modificaciones en su estructura debido a la reducción de la presencia de especies cuya regeneración es escasa (Zimmermann 1992, Perry 1994, Nascimento *et al.* 2004).

Conclusiones

En poco espacio se encontraron numerosas especies arbóreas, aunque la abundancia de los diferentes taxones analizados (especie, género y familia) fue muy variable. La especie leñosa más frecuente en la zona fue *Hirtella gracilipes*, perteneciente a la familia Chrysobalanaceae, que fue también la familia más abundante. La familia con mayor riqueza fue Rubiaceae, con ocho especies, siendo la tercera familia más importante.

La distribución diamétrica de la comunidad estudiada tiende a ser decreciente, en J invertida, lo cual indica que el bosque tiene capacidad de regeneración natural, aunque son previsibles modificaciones en la abundancia de especies ya que algunas de las más importantes (*Calophyllum brasiliense*, *Guettarda viburnoides*, *Sclerolobium paniculatum* y *Xylopia emarginata*) presentan regeneración insuficiente. Se plantea el interrogante acerca de si esa evolución previsible es una etapa más de la sucesión vegetal hacia una mayor estabilidad del ecosistema o bien puede ser la respuesta de la formación vegetal ante la marcada influencia antrópica sobre el medio en una zona de reciente protección.

Es aconsejable analizar otras áreas del Ecomuseo, sobre todo centrándose en las fitofi-

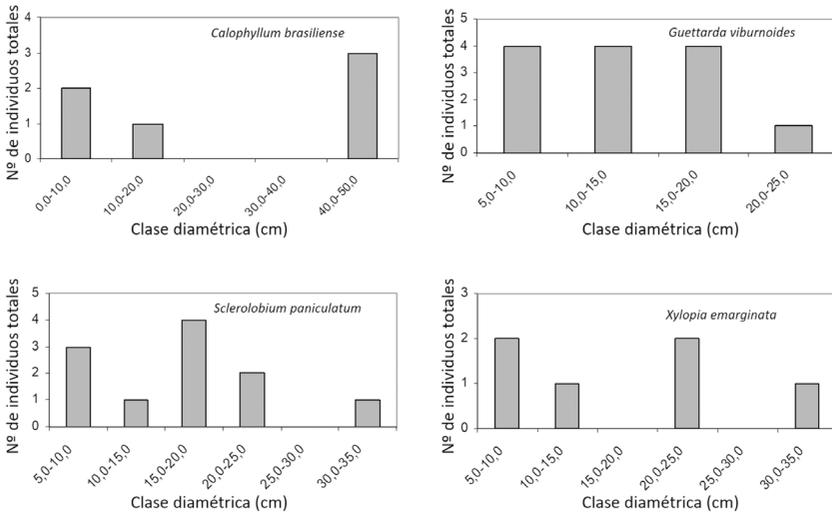


Figura 9. Distribución diamétrica de las cuatro especies situadas en los puestos 5º, 6º, 9º y 10º por abundancia (densidad) en un tramo del bosque de galería del río Conceição, Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil).

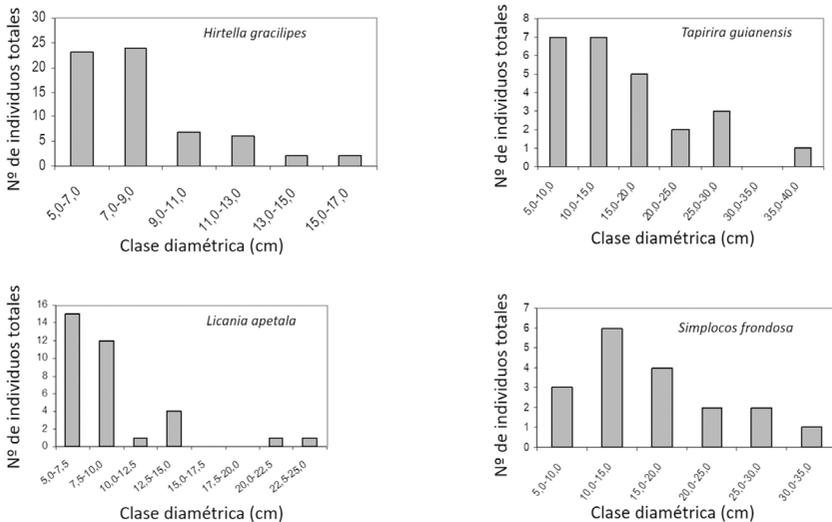


Figura 10. Distribución diamétrica de las cuatro especies más abundantes por densidad en un tramo del bosque de galería del río Conceição, Pirenópolis, Estado de Goiás (Brasil).

sionomías forestales más antropizadas, como son los bosques estacionales y los bosques de galería, empleando para ello diferentes tamaños de parcelas de muestreo, lo cual permitirá valorar la influencia de este aspecto metodológico en los resultados de los indicadores.

Los estudios fitosociológicos han de incluir el análisis del perfil sucesional de las especies, además del estudio del componente herbáceo-arbustivo, a fin de comprender la estructura forestal como un todo, aportando así información más completa que contribuya a la recuperación de unas áreas claramente degradadas.

Referencias

- Adámoli, J; Macedo, J; Azevedo, LG; Madeira Netto, J. 1985. Caracterização da região dos Cerrados. In Goedert, WJ. (ed.). Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo, Brasil, EMBRAPA. p. 33-74.
- Assunção, SL; Felfili, JM. 2004. Fitosociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. *Acta Botanica Brasileira* 18(4):903-909. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000400021>.
- Barreto, L; Arzabe, C; Cavalcante, PRS; Ibáñez, MSR; Correia, MF; Figueiredo, N; Castro, ACL; Rego, MMC; Galvão, L; Silva, MJ; Alburquerque e Melo, CFC; Hass, A. 2003. Mapeamento de Áreas Prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado do sul do Estado do Maranhão, região Gerais de Balsas. Congresso de Ecologia do Brasil. Ceará, Brasil, Universidade Federal do Ceará. p. 392-394.
- Bell, S. 1998. Forest design planning: a guide to good practice. Belfast, Irlanda, Forestry Commission. 82 p.
- Código Forestal Brasileño, Ley n.º 4771. 1965. Diário Oficial da Uniao. Brasil. 15 sept.
- Burel, F; Baudry, J. 1999. Écologie du paysage: concepts, méthodes et applications. París, Francia, Editions TEC & DOC. 132 p.
- Cancer, LA. 1999. La degradación y la protección del paisaje. Madrid, España, Ediciones Cátedra. 247 p.
- Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., Mabberley, D. J., Sennikov, A. N., Soltis, P. S., Stevens, P. F. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1):1-20.
- Conservation International. 2005. Hotspots (en línea). Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/>.
- Crouzeilles, R; Barros, FS; Molin, PG; Ferreira, MS; Junqueira, AB; Chazdon, RL; Lindenmayer, DB; Tymus, JRC; Strassburg, BBN; Brancalion, PH. 2019. A new approach to map landscape variation in forest restoration success in tropical and temperate forest biomes. *Journal of Applied Ecology* 56(12):2675-2686.
- Dramstad, WE; Olson, JD; Forman, RTT. 2005. Principios de ecología del paisaje en arquitectura del paisaje y planificación territorial. Madrid, España, Fundación Conde del Valle de Salazar. 95 p.
- Eiten, G. 1993. Vegetação do Cerrado. In Novaes-Pinto, M. (ed.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas, solos do Distrito Federal. Brasília, Brasil, SEMATEC. p. 17-73.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020: principales resultados. Roma, Italia. 12 p. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca8753es>.
- Felfili, JM. 1994. Floristic composition and phytosociology of the gallery forest alongside the Gama stream in Brasília, DF, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 17(1):1-11.
- Felfili, JM; Filgueiras, TS; Haridasan, M; Silva JR, MC; Mendonça, RC; Rezende, AV. 1994. Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos. Caderno de Geociências 12(4):75-166.
- Galinkin, M (ed.). 2003. GeoGoiás 2002. Goiânia, Brasil, Agência Ambiental de Goiás. 239 p.

- Haridasan, M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12(1):54-64. Consultado 16 jun. 2014. Disponible en <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/284/o/v12n1p54.pdf>.
- IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables). 2008. Gestão Bioregional do Ecomuseo do Cerrado (en línea). Brasília, Brasil. Consultado 16 jun. 2014. Disponible en: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/projetosCerrado.html>.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2019. Dados estatísticos por município. Brasília, Brasil. 211 p.
- Imaña-Encinas, J; Nóbrega, RC; Oliveira Santos, N; Santana, OA. 2018. Cobertura del suelo del área del Ecomuseo del Cerrado, Brasil. *Revista Forestal Mesoamericana KURÚ* 15(36):59-64.
- Imaña-Encinas, J; Paula, JE; Woo, JC; Kleinn, C. 1993. Wood volume estimation of the gallery forest at the small stream Dos Macacos – Brazil. *In IUFRO Conference on Advancement in Forest Inventory and Forest Management Sciences*. Seúl, Korea. p. 245-254.
- Instituto HUAH do Planalto Central. 2003. Almanaque Ecomuseo do Cerrado. Brasília, Brasil, Ministério do Meio Ambiente. 44 p.
- Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2022. Flora e Funga do Brasil. Consultado 13 abr. 2022. Disponible en: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>.
- Malavolta, E; Kliemann, HJ. 1985. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba, Brasil, POTAFOS. 136 p.
- Mauzy, CM. 2002. Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira. Brasília, Brasil, Ministério do Meio Ambiente. 403 p.
- Ministerio de Medio Ambiente, España. 2006. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Madrid, España. 917 p.
- Mueller-Dombois, D; Ellemberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Nueva York, Estados Unidos de América, Olympio. 547 p.
- Nascimento, ART; Felfili, JM; Meirelles, EM. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, município de Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botanica Brasileira* 18(3):663-674. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000300023>.
- Nóbrega, RC. 2002. Áreas prioritárias para a conservação no âmbito do projeto Ecomuseo do Cerrado. Tesis Mg. Sc. Brasília, Brasil, Universidade de Brasília. 49 p.
- Oliveira-Filho, AT; Ratter, JA. 2001. Padrões florísticos das matas ciliares da região do cerrado e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário tardio. *In Rodrigues, RR; Leitão Filho, H. (eds.). Matas Ciliares: conservação recuperação*. São Paulo, Brasil, FAPESP. p. 73-89.
- Peel, MC; Finlayson, BL; McMahon, TA. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11(5):1633-1644. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>.
- Perry, DA. 1994. Forest ecosystems. Baltimore, Estados Unidos de América, The Johns Hopkins University Press. 649 p.
- Pielou, EC. 1975. Ecological diversity. Nueva York, Estados Unidos de América, Wiley. 165 p.
- Pinto, MN. 1993. Paisagens do Cerrado no Distrito Federal. *In Pinto, MN (ed). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília, Brasil, Universidade de Brasília. p. 511-541.
- Ribeiro, JF; Walter, BMT. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In Sano, SM; Almeida, SP. (eds). Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, Brasil, EMBRAPA. p. 89-166.
- Sampaio, AB; Nunes, RV; Walter, BMT. 1997. Fitossociologia de uma mata de galeria na fazenda sucupira do Cenargem, Brasília, DF. *In Leite, LL; Salto, HS. (eds.). Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado*. Brasília, Brasil, Universidade de Brasília. p. 29-37.

Santos, TCC; Câmara, JBC. 2002. GEO Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília, Brasil, IBAMA. 447 p.

Serviço Geográfico do Brasil. 1973. Mapas da região Centro-Oeste do Brasil. Folhas SD. 22-Z-D-IV/MI-2212 e SD.22-Z-D-V/MI-2213. Brasília, Brasil, Ministério do Exército.

Silva Júnior, MC. 2004. Phytosociology and diametric structure of Taquara gallery forest, at IBGE ecological reserve, DF. Revista Árvore 28(3):419-428.

Spiegel, MR. 1976. Estatística. São Paulo, Brasil, Mc Graw-Hill. 580 p.

Whalen, PJ; Toth, LA; Koebel, JW; Strayer, PK. 2002. Kissimmee River restoration: a case study. Water Science and Technology 45(11):55-62.

Zimmermann, RC. 1992. Impactos ambientales de las actividades forestales. Roma, Italia, FAO. 80 p.