

REGENERACIÓN BOScosa EN UN PARQUE URBANO EN RÍO PIEDRAS: RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR LA BIODIVERSIDAD

Oscar J. Abelleira Martínez¹ y Manuel S. Sanfiorenzo de Orbeta²

¹Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras

²Departamento de Geografía, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras

RESUMEN

En una matriz urbana, fragmentos de áreas verdes sirven de refugio a especies de flora y fauna nativas y exóticas. En la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras, el Parque del Centenario posee fragmentos de vegetación en regeneración natural con potencial de servir de refugio para diversas especies. Estudiamos la abundancia y diversidad de especies de árboles juveniles y adultos, y la cobertura de vegetación herbácea en diferentes áreas de este parque. Encontramos que aunque especies de árboles exóticos dominan el dosel, especies de árboles nativos y exóticos se están regenerando como juveniles en el lugar. La abundancia y composición de especies de juveniles estuvo negativamente relacionada al grado de disturbio humano, y menos relacionada a la topografía y grado de cobertura de dosel. La mayoría de las especies en regeneración son dispersadas por aves y murciélagos, los cuales facilitan el aumento en abundancia y diversidad de especies arbóreas. Un manejo para promover el desarrollo de la diversidad en áreas verdes urbanas como el Parque del Centenario debe incluir (1) el mantenimiento de áreas en regeneración natural con mínima intervención humana, (2) la siembra de árboles nativos que sirvan de alimento y sean dispersados por aves y murciélagos, y (3) la conectividad de áreas verdes en la matriz urbana.

Palabras claves: *bosques noveles, cambio de cobertura de terreno, dispersión de semillas, biodiversidad y ecología urbana, especies exóticas e introducidas.*

INTRODUCCIÓN

En una matriz urbana, los parques y áreas verdes son refugios importantes de flora y fauna dentro de un laberinto de calles y concreto. La conservación de fragmentos de áreas verdes en la ciudad permite que se acorten las distancias entre hábitáculos, bancos de semillas, y fuentes de alimento, facilitando el desarrollo de comunidades naturales a través de la urbe. En la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras (UPRRP) se encuentra el Parque del Centenario, una extensión de terreno de poco más de una hectárea cerca del centro del Recinto. A través del parque se han plantado árboles de sombra y ornato tanto nativos como exóticos. El área, que en su mayoría está cubierta de grama, posee una charquita con una comunidad vegetal

de varios árboles y hierbas que es frecuentada por estudiantes para recreación y como lugar de reunión. Al igual que en bosques naturales, el área es también frecuentada por dispersores de semillas como aves y murciélagos que transportan especies arbóreas al lugar. A estas se suman las transportadas por viento y escorrentía, aunque esta última forma es improbable debido al aislamiento hidrológico del lugar causado por calles. En adición a las especies arbóreas presentes en el parque, la lluvia de semillas provenientes de otras áreas de la urbe, facilitada por estos mecanismos, ha resultado en regeneración boscosa dentro del parque.

Identificamos tres posibles factores que regulan la presencia de áreas de regeneración boscosa y determinan la composición de especies en el parque.

El primero es la presencia de árboles adultos, de dosel amplio, en el lugar. Un dosel adulto excluye gramíneas mediante limitación de luz, permitiendo el crecimiento de árboles juveniles. Un dosel también sirve de percha para dispersores, incrementando la lluvia de semillas (Wunderle 1997). Segundo, la topografía del terreno, ya sea plana, pendiente leve, o pendiente alta, influye en el establecimiento y crecimiento de árboles juveniles a través de variables microclimáticas como profundidad, humedad, y fertilidad de suelo. El tercer factor y el más evidente es el disturbio humano, regulado por actividades de mantenimiento y los gustos individuales de los visitantes del parque, lo cual a su vez está relacionado a la topografía. Por ejemplo, es evidente que los jardineros rara vez pasan la poda por pendientes con demasiado declive y de igual forma estos lugares son poco usados como área de recreo, lo cual puede perturbar el proceso de regeneración boscosa.

En este trabajo presentamos un inventario de los árboles del Parque del Centenario y una descripción del establecimiento de árboles juveniles en diferentes sitios de regeneración natural evidente en el parque. También describimos la comunidad herbácea de la charca ubicada en el parque mediante perfiles de vegetación. Relacionamos las diferencias en composición de especies de árboles juveniles entre sitios al grado de cobertura de dosel, pendiente topográfica, y disturbio humano. Hipotetizamos que las áreas con menor disturbio humano serían los sitios con mayor diversidad y abundancia de especies arbóreas en regeneración. Recomendamos pasos a seguir en el manejo del parque y la urbe para incrementar la diversidad de flora y fauna.

MÉTODOS

Área de Estudio

La UPRRP se encuentra a una elevación de ~25 m sobre el nivel del mar en lo que antes fue un bosque húmedo subtropical de tierras bajas en el esquema de clasificación de zonas de vida (Holdridge 1967, Ewel y Whitmore 1973). Río Piedras se encuentra en la latitud 18° 23' N y longitud 66° 03' O, tiene una precipitación anual promedio que varía entre 1000 y 2200 mm, y una temperatura que oscila entre 18° y 24° C (Despiau

Batista 1997). El Parque del Centenario en la UPRRP comprende unas 1.2 ha localizadas en la esquina de dos calles principales. Hasta la década de los 1970, gran parte del parque servía como pista atlética y hasta el día de hoy esa región permanece cubierta de gramíneas, con algunos árboles juveniles plantados. Temprano en la década de los 1970, la Escuela de Arquitectura de la UPRRP se dio a la tarea de cavar dos hoyos con el propósito estético de establecer una charca. El proyecto se abandonó ya que el agua se filtraba en el fondo de los hoyos, lo cual evitaba el establecimiento de una charca permanente. Sin embargo, los hoyos se han convertido en ciénagas de tipo estacional que contienen un mínimo de saturación de agua en el suelo durante el año. La capa de suelo del lugar ha sido probablemente alterada al punto que no corresponde al suelo original y ha sido compactada en varios lugares e instancias por equipo pesado. Actividades de mantenimiento y ornato se encargan de mantener el césped bajo y remover todo tipo de escombros del parque, con la excepción del interior de la charca.

Mediciones de Campo

En el otoño del 2004, hicimos un inventario de cada árbol ≥ 3 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) a través de todo el parque y contamos los árboles juveniles < 3 cm DAP por especie en transectos concentrados en cuatro sitios del parque donde observamos regeneración natural (Fig. 1, Tabla 1). En cada sitio muestreamos tres transectos de 1 x 5 m separados por al menos un metro entre sí. Anotamos la pendiente, grado de cobertura de dosel y especie dominante, y grado de disturbio humano de cada sitio. Realizamos perfiles de vegetación y estimamos el porcentaje de cobertura de especies herbáceas para describir el arreglo de la comunidad vegetal de la ciénaga.

Análisis de Datos

Calculamos el valor de importancia (VI) de cada especie de árbol ≥ 3 cm DAP como el porcentaje de individuos de una especie del total de individuos. Calculamos el VI de especies juveniles como el porcentaje de individuos de la especie del total de individuos y el índice Shannon de diversidad de juveniles por sitio. Clasificamos cada especie

FIGURA 1. Localización aproximada de (A) los transectos y la charca dentro de (B) una vista aérea del Parque del Centenario en la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.

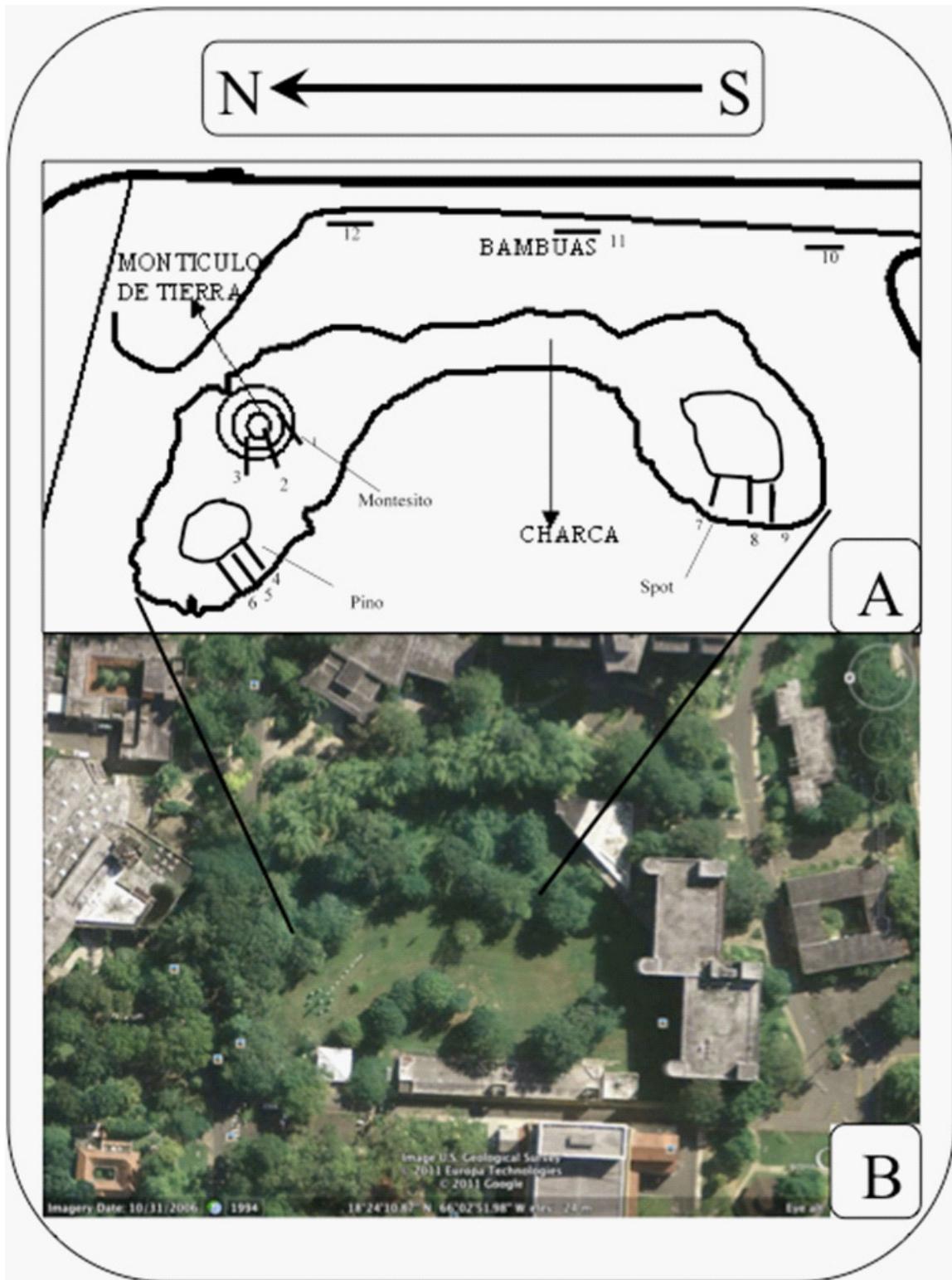


TABLA 1. Descripción de los sitios de estudio dentro del Parque del Centenario. Los números de los transectos corresponden a la Fig. 1.

Sitio	Transectos	Pendiente	Cobertura de dosel y especie dominante	Disturbio humano
Montesito	1-3	>40°	Alta; <i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Leve
Pino	4-6	>15° <30°	Media; <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Leve
Spot	7-9	>15° <30°	Alta; <i>Pterocarpus indicus</i> , <i>Syzygium jambos</i>	Alto
Bambuas	10-12	0°	Alta; <i>Bambusa vulgaris</i>	Leve

como nativa o exótica, y los juveniles como especie dispersada por animales o viento (Van der Pijl 1969). Verificamos la existencia de un árbol paternal para cada especie juvenil en las inmediaciones del parque. Usamos el índice de Sørensen para medir el grado de similitud en la composición de juveniles entre transectos usando el VI de cada especie. Usamos el programa PC-Ord (McCune y Mefford 1999) para graficar la similitud entre transectos con ampliación no-métrica multidimensional (ANM), y realizar análisis de procedimientos de permutación con respuestas múltiples (PPRM) para detectar que variables influyeron en la similitud de especies entre transectos.

RESULTADOS

Contamos un total de 115 árboles ≥ 3 cm DAP dentro del Parque del Centenario compuestos por 35 especies de las cuales 10 (29 por ciento) son nativas (Tabla 2). La especie de árbol ≥ 3 cm DAP más abundante fue la exótica *Pterocarpus macrocarpus*. *Albizia procera*, *Swietenia mahagoni*, *Tabebuia rosea*, y *Terminalia catapa* fueron las otras especies de árboles ≥ 3 cm DAP abundantes, todas exóticas.

Encontramos 12 especies de árboles juveniles (< 3 cm DAP) en el parque de las cuales cinco (42 por ciento) son nativas (Tabla 3). Las especies juveniles más abundantes fueron las exóticas *P. macrocarpus*, *T. catapa*, *Copaifera aromatica*, y *S. mahagoni*, y la nativa *Calophyllum calaba*. De las especies juveniles, siete (58 por ciento)

son dispersadas por animales, y siete (58 por ciento) y cinco (42 por ciento) carecen de árboles paternos dentro o en las cercanías del parque, respectivamente (Tabla 3). Los sitios con la mayor y menor abundancia de especies juveniles, y el más alto y bajo índice de diversidad Shannon fueron Bambúas y Spot, respectivamente (Tabla 4).

Los transectos en Bambúas y Spot fueron los que menos se parecieron al resto en cuanto a composición de especies juveniles, y los transectos en Montesito y Pino fueron indistinguibles entre sí (Fig. 2). De acuerdo al análisis PPRM, el factor que más influyó la composición de especies fue la pendiente topográfica ($A = 0.218$, $p = 0.002$) y el disturbio humano y cobertura de dosel estuvieron marginalmente relacionados a la composición de especies ($A = 0.076$, $p = 0.06$; y $A = 0.069$, $p = 0.08$; respectivamente). Sin embargo, el disturbio humano fue la única variable correlacionada significativamente a los ejes que diferenciaron la composición de especies en la ordenación de ANM (Fig. 2).

La especies herbáceas más abundantes fueron *Commelina diffusa* y *Ipomoea tiliacea*, seguidas de las gramíneas como grupo (Tabla 5). Los perfiles de vegetación muestran la distribución de árboles y herbáceas en la ciénaga (Fig. 3). Las herbáceas *Eichornia crassipes* y *Sorghum halepense* dominaron las áreas cienagosas.

TABLA 2. Inventario de árboles > 3 cm de diámetro a la altura de pecho en el Parque del Centenario indicando el valor de importancia por especie.

Especie	Nombre común	Código	Valor de Importancia (por ciento)
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Padauk de Burma	1	35.7
<i>Swietenia mahagoni</i>	Caoba dominicana	2	7.0
<i>Albizia procera</i>	Siris blanco	3	5.2
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble blanco	4	5.2
<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	5	4.3
<i>Ceiba pentandra</i> *	Ceiba	6	2.6
<i>Delonix regia</i>	Flamboyán	7	2.6
<i>Eugenia malaccensis</i>	Manzana malaya	8	2.6
<i>Inga laurina</i> *	Guamá	9	2.6
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Cepillo de botella	10	2.6
<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa	11	2.6
<i>Ficus retusa</i>	Laurel de India	12	2.6
<i>Arecaceae</i> †	Palma 1	13	2.6
<i>Inga vera</i> *	Guaba	14	1.7
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Reina de las flores	15	1.7
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba hondureña	16	1.7
<i>Anona muricata</i> *	Guanábana	17	0.9
<i>Artocarpus altilis</i>	Pana	18	0.9
<i>Azadirachta indica</i>	Neem	19	0.9
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Pino Australiano	20	0.9
<i>Chrysophyllum cainito</i> *	Caimito	21	0.9
<i>Coccoloba swartzii</i> *	Ortegón	22	0.9
<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco	23	0.9
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	24	0.9
<i>Hymenaea courbaril</i> *	Algarrobo	25	0.9
<i>Manilkara bidentata</i> *	Ausubo	26	0.9
<i>Persea americana</i>	Aguacate	27	0.9
<i>Pimenta racemosa</i> *	Malagueta	28	0.9
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil	29	0.9
<i>Stahlia monosperma</i> *	Cóbana negra	30	0.9
<i>Citrus paradisi</i>	Toronja	31	0.9
<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	32	0.9
<i>Arecaceae</i> †	Palma 2	33	0.9
<i>Arecaceae</i> †	Palma 3	34	0.9
	Desconocido	35	0.9
Total			100.0

*Especie nativa.

†Palmas (*Arecaceae*) sin identificación a género y especie.

DISCUSIÓN

La composición mayormente exótica de árboles ≥ 3 cm DAP en el Parque del Centenario (Tabla 1) refleja especies plantadas con la excepción de

A. procera. Esta especie es rara vez plantada y coloniza lugares degradados fácilmente (Francis y Lowe 2000). La dominancia de *P. macrocarpus* explica la abundancia de juveniles de esta especie a través de los sitios (Tablas 1, 2, y 3, Fig. 3).

FIGURA 2. Similitud en composición de especies entre transectos en sitios del Parque del Centenario medida por el índice de Sørensen y ordenada gráficamente usando ampliación no-métrica multidimensional (McCune y Mefford 1999). Cada punto está identificado por el número de transecto (t) y los símbolos corresponden a los siguientes sitios; cuadrados: Montesito, círculos: Pino, triángulos blancos: Spot, y triángulos negros: Bambúas (Tabla 1). El resultado de la ordenación fue bidimensional con un estrés final de 3.56 y una inestabilidad de 0.00001 en 109 iteraciones. Excluimos las especies que ocurrieron en un solo transecto y transectos donde no se encontró ningún juvenil. Transformamos los datos por arcoseno y raíz cuadrada, relativizando por transecto, para producir una ordenación válida. Los ejes uno y dos explicaron el 37.2 por ciento y 43.2 por ciento de la variación, respectivamente, para un total de 80.6 por ciento, y ambos ejes tuvieron una ortogonalidad de 69.7 por ciento. El disturbio humano estuvo significativamente correlacionado a ambos ejes con valores R2 de 0.46 y 0.51 con respecto a los ejes 1 y 2, respectivamente ($p < 0.05$; Freese 1970). La correlación de la pendiente con cada eje no fue significativa.

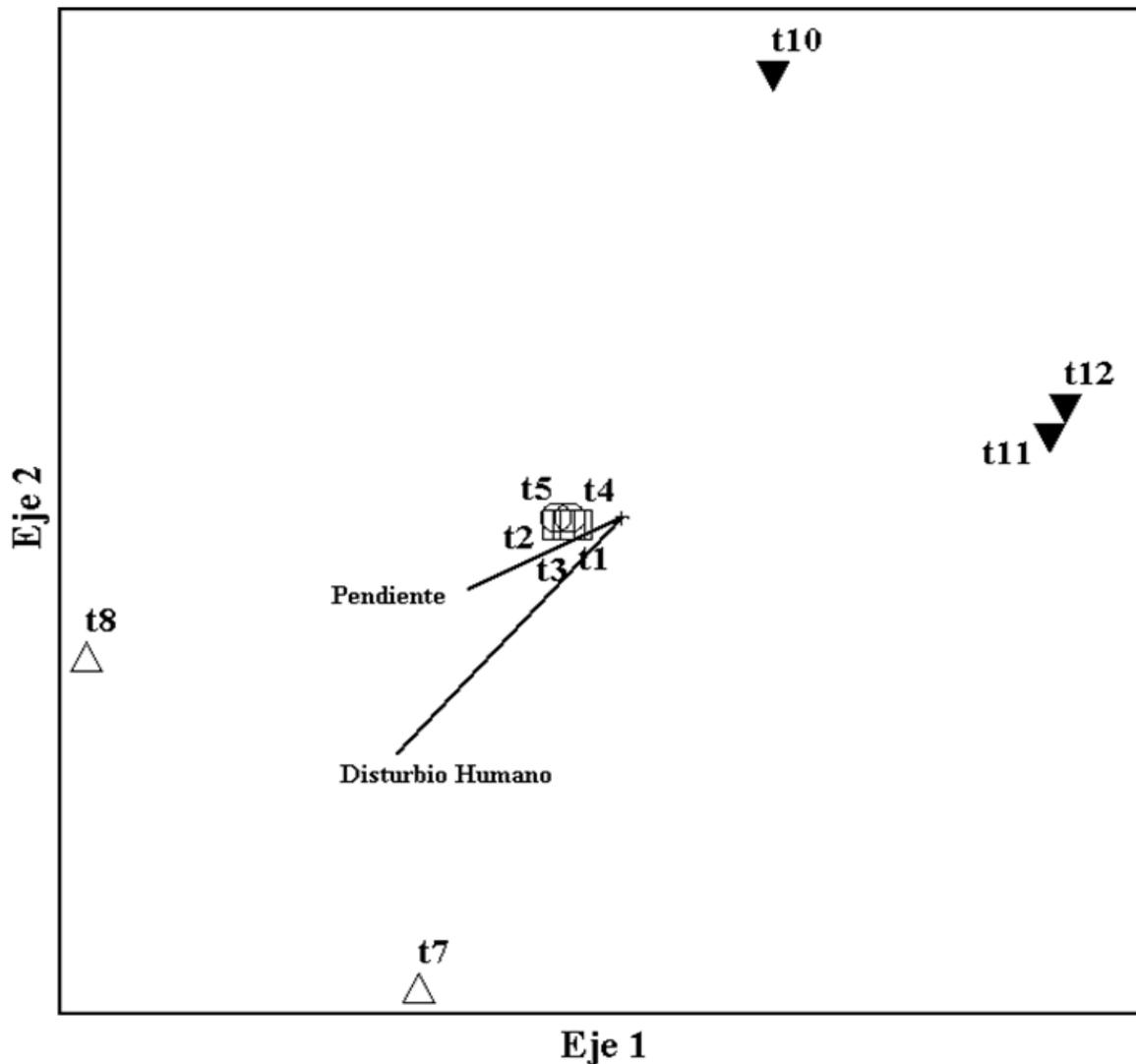


TABLA 3. Valor de importancia (VI) de especies de árboles juveniles por sitio en el Parque del Centenario y el agente dispersor de sus semillas.

Especie	Montesito	Pino	Spot	Bambúas	Dispersor
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> †	67.9	66.5	60.0	11.3	viento
<i>Calophyllum calaba</i> *	14.5	5.8	0.0	13.6	animal
<i>Capaifera aromatica</i> ††	13.2	11.6	0.0	40.7	animal
<i>Roystonea borinquena</i> *	1.3	0.0	0.0	0.5	animal
<i>Tabebuia heterophylla</i> *	0.6	0.0	0.0	0.9	viento
<i>Casearia guianensis</i> *	0.6	0.0	0.0	0.0	animal
<i>Andira inermis</i> *	0.6	0.0	0.0	2.3	animal
<i>Albizia procera</i> †	0.6	0.0	0.0	2.7	viento
<i>Arecaceae</i> ††‡	0.6	2.3	0.0	10.0	ND
<i>Swietenia mahagoni</i> †	0.0	12.1	0.0	0.0	viento
<i>Terminalia catappa</i> †	0.0	1.7	40.0	0.5	animal
<i>Pithecelobium dulce</i> †	0.0	0.0	0.0	17.6	animal
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	

*Especie nativa.

†Especie con árbol paternal dentro del parque.

††Especie con árbol paternal en las inmediaciones (< 100 m) del parque.

‡Palma (*Arecaceae*) sin identificación a género y especie.

ND: No disponible.

TABLA 4. Abundancia y diversidad de especies de árboles juveniles por sitio en el Parque del Centenario.

Parámetro	Montesito	Pino	Spot	Bambúas
Número de individuos	159	173	35	221
Número de especies	9	6	2	10
Índice Shannon	1.02	1.10	0.67	1.69

Encontramos juveniles de *C. aromatica*, un árbol exótico de distribución limitada en Puerto Rico, en todos los sitios (Tabla 3). En su distribución original, esta especie es dispersada por monos pero aquí es probablemente dispersada por murciélagos desde las inmediaciones del parque (Marín y Flores 2002). Otros estudios de regeneración en áreas urbanas en Río Piedras (Despiau Batista 1997, Lugo *et al.* 2001) y a través de Puerto Rico (Aide *et al.* 2000, Brandeis *et al.* 2007) identifican a la exótica *Spathodea campanulata* como especie

dominante en campos en regeneración, pero aquí no encontramos ningún individuo de esta especie.

El lugar más diverso en especies juveniles fue Bambúas (Tablas 3 y 4, Fig. 3c) debido a varios factores. Primero, *Bambusa vulgaris* provee sombra y mucha hojarasca lo cual desplaza a las gramíneas, y permite la germinación y establecimiento de árboles juveniles. Segundo, la ausencia de gramíneas hace que la poda por personal de mantenimiento sea innecesaria. Tercero, la naturaleza de dispersión de

TABLA 5. Cobertura de hierbas y gramíneas dentro de la charca del Parque del Centenario. La diferencia del total global (100 por ciento) corresponde a áreas sin cobertura.

Especie	Código	Cobertura (por ciento)	
<i>Commelina diffusa</i>	36	19.7	
<i>Ipomoea tiliacea</i>	37	18.6	
Gramíneas	<i>Chloris inflata</i>	38	18.6
	<i>Cyperus rotundus</i>		
	<i>Digitaria sanguinalis</i>		
	<i>Echinochloa colona</i>		
	<i>Eleusine indica</i>		
	<i>Kyllinga brevifolia</i>		
	<i>Leptochloa mucronata</i>		
	<i>Paspalum fimbriatum</i>		
<i>Paspalum virgatum</i>			
<i>Eichornia crassipes</i>	39	8.0	
<i>Bidens pilosa</i>	40	4.4	
<i>Sorghum halepense</i>	41	4.4	
Total de cobertura		73.7	

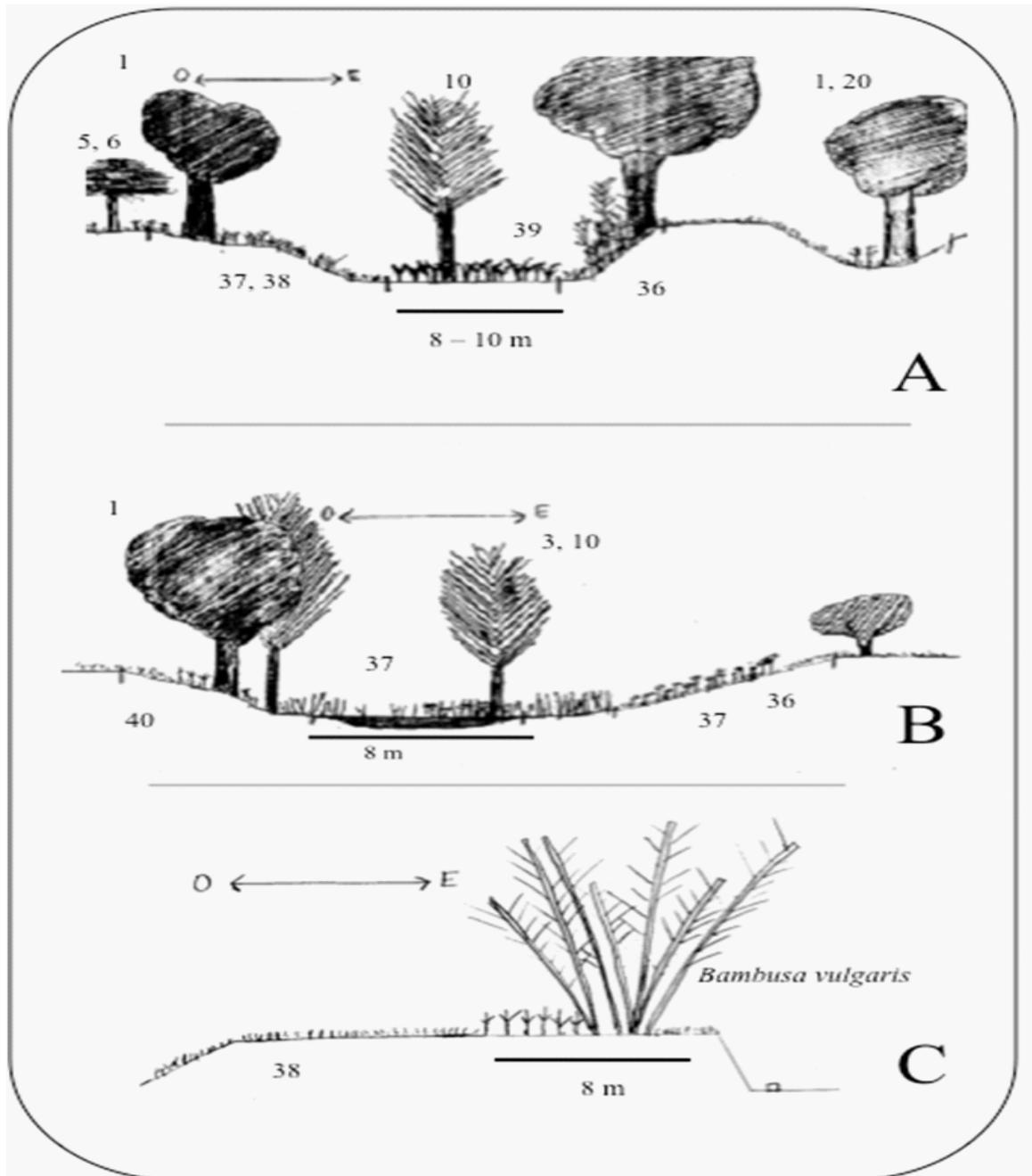
los juveniles allí presentes indica que *B. vulgaris* sirve de percha para dispersores que producen una lluvia de semillas (Tablas 1 y 3). De las especies juveniles establecidas en Bambúas, el 30 por ciento no tiene árboles paternos en el parque o en sus inmediaciones, y el 50 por ciento no tiene árboles paternos dentro del parque. Se ha observado que rodales de *Bambusa* spp. atraen dispersores de semillas pero afectan negativamente el establecimiento de árboles juveniles y esto último contrasta con nuestro estudio (Rother *et al.* 2009). Es posible que la apertura de dosel en Bambúas permita mayor penetración de luz solar y facilite el establecimiento de juveniles. Aunque la localización geográfica de Bambúas y Spot quedan a una distancia similar de Montesito y Pino, en el espacio de la ordenación estos se encontraron en los extremos, indicando que hay factores más influyentes que la ubicación geográfica sobre la composición de especies (Figs. 1 y 2).

El hecho de que el Spot haya sido el lugar con la menor abundancia de especies juveniles y el menor índice de diversidad Shannon refleja el mayor grado de disturbio humano, factor que lo diferencia del resto de los sitios en cuanto a composición de especies (Tablas 1, 3, y 4, Fig. 2).

La evidencia y observaciones del rastro de personas frecuentando el lugar sugiere que cualquier juvenil establecido muere víctima de peatones. Los demás lugares obtuvieron abundancia e índices de diversidad Shannon de composición de especies juveniles mucho más altos, producto del menor grado de disturbio humano (Tablas 1, 3, y 4, Figs. 1 y 2). Esto indica que el disturbio humano regula la regeneración boscosa y el desarrollo de biodiversidad en el parque, y que si se desea el desarrollo natural se deben restringir actividades de mantenimiento y desalentar el paso de transeúntes. No se puede descartar que la co-dominancia de la exótica *Syzygium jambos* en Spot también sea un factor que inhiba el crecimiento de árboles juveniles debido a su denso follaje que bloquea la luz solar disponible para fotosíntesis (Tabla 1, Brown *et al.* 2006). Sin embargo, la composición de especies dominantes en el dosel no fue un factor que pudimos analizar adecuadamente.

La presencia de *Eichornia crassipes*, una herbácea exótica que domina áreas inundables en la Amazonia, en el área de la charca de Montesito y Pinos indica que esta ciénaga está sujeta a saturación de suelo por gran parte del año (Fig. 3). La poca regeneración natural en el área cenagosa

FIGURA 3. Perfiles de vegetación de las charcas en (A) Montesito y Pino, y (B) Spot, y en (C) Bam-búas en el Parque del Centenario. Los números representan códigos de las especies en las Tablas 2 y 5.



posiblemente se debe a la abundancia de esta hierba y a la ausencia relativa de árboles parentales tolerantes a inundaciones en el área. Aunque habían unos pocos juveniles de *P. macrocarpus*, una especie capaz de tolerar inundaciones (Francis y Lowe 2000) en esta área, no se compara a la abundancia de juveniles de esa especie en las pendientes aledañas muestreadas (Tabla 3, Figs. 1 y 3). Mas aún, en el área habían árboles parentales de *Melaleuca quinquenervia*, una especie exótica tolerante a inundaciones a tal punto que algunos la consideran invasiva de humedales en Puerto Rico (Francis y Lowe 2000, Pratt *et al.* 2005), pero no encontramos ningún juvenil de esta especie en los transectos ni en la ciénaga (Tabla 3).

La cantidad de árboles nativos y exóticos en el Parque del Centenario (10 y 25, respectivamente) es muy similar a la del Parque Central de la Urbanización El Paraíso en Río Piedras (9 y 28, respectivamente, Román Nunci *et al.* 2005). La composición de especies tiene alguna similitud entre los parques con 14 especies en común, probablemente debido a preferencias similares de los responsables de la siembra de los árboles en ambos parques. Sin embargo, en el Parque de El Paraíso hay una completa ausencia de regeneración natural de árboles juveniles debido a actividades intensivas de mantenimiento (Román Nunci *et al.* 2005).

El porcentaje de especies exóticas de árboles ≥ 3 cm DAP en el Parque del Centenario (71 por ciento) es mayor a la encontrada en bosques urbanos cercanos (24 por ciento, Suárez *et al.* 2005; 48 por ciento, Lugo y Brandeis 2005). Esto es reflejo de especies exóticas plantadas ya que el porcentaje de especies exóticas regenerándose en el parque es menor (58 por ciento). Los valores del índice de diversidad de Shannon de especies de árboles juveniles en el Parque del Centenario comparan con los valores encontrados por Lugo *et al.* (2001) en áreas ribereñas en Río Piedras que fluctúan entre 1.0 y 1.3 (Tabla 4). En un bosque urbano en Río Piedras, Despiau Batista (1997) encontró valores del índice Shannon que fluctuaban entre 1.6 y 1.8 para especies de árboles en diferentes grados de pendiente. Estos valores son mayores que los encontrados en este estudio, y reflejan que ese bosque urbano es de mayor extensión y tiene unos 60 años de desarrollo por lo que posee la estructura de

un bosque maduro (Aide *et al.* 2000). Sin embargo, es evidente que especies nativas están llegando y estableciéndose en el Parque del Centenario, y hay prácticas de manejo que pueden hacer que la cantidad de especies nativas sea mayor.

La mayoría de los árboles juveniles encontrados en el Parque del Centenario son dispersados por aves y murciélagos que se benefician de estas áreas verdes (Tabla 3, dos Reis y Muller 1995, Wunderle 1997, Rodríguez Durán 2005). Para mantener las poblaciones de estos dispersores y facilitar la regeneración boscosa se debe promover la siembra de árboles nativos con este tipo de dispersión en áreas verdes urbanas en contraste con la tendencia de sembrar un número limitado de especies exóticas. Algunas especies nativas con esta característica son *Andira inermis*, *Cordia laevigata*, *Cupania americana*, *Guarea guidonia*, *Tetragastris balsamifera*, y *Thespesia grandiflora*. Otras especies como *Coenocarpus erectus* y *Pterocarpus officinalis* serían exitosas en la ciénaga debido a su tolerancia a inundaciones (Fig. 3, Francis y Lowe 2000). Otros estudios demuestran que áreas verdes aisladas en la urbe sufren pérdidas de especies a través del tiempo y que preservar la conectividad espacial entre áreas verdes es necesario para la regeneración natural diversa (Lugo *et al.* 1993, Turner *et al.* 1996). Cuando el disturbio humano es minimizado, el manejo para la conectividad en la matriz urbana combinado con la restauración de especies nativas que sirvan de recurso alimentario para dispersores puede resultar en áreas verdes más diversas en centros urbanos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo surgió como proyecto final de la clase de Historia Natural de Puerto Rico dictada por Rafael Joglar en la UPRRP. Los siguientes revisores comentaron el manuscrito: R. Joglar, Joel Mercado, y Ariel E. Lugo.

REFERENCIAS

- Aide, T. M., J. K. Zimmerman, J. B. Pascarella, L. Rivera, y H. Marcano Vega. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology* 8:328-338.

- Brandeis, T. J., E. H. Helmer, y S. N. Oswalt. 2007. The status of Puerto Rico's forests, 2003. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station.
- Brown, K. A., F. N. Scatena, y J. Gurevitch. 2006. Effects of an invasive tree on community structure and diversity in a tropical forest in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 226:145-152.
- Despiau Batista, A. 1997. Distribución de las especies arbóreas de acuerdo al gradiente en topografía en el Bosque de Río Piedras, Puerto Rico, luego de 60 años de abandono agrícola. *Acta Científica* 11:3-20.
- dos Reis, N. R., y M. F. Muller. 1995. Bat diversity of forests and open areas in a subtropical region of South Brazil. *Ecología Austral* 5:31-36.
- Ewel, J. J., y J. L. Whitmore. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Res. Paper ITF-18. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. 72 p.
- Francis, J.K., y C.A. Lowe, editores. 2000. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Gen. Tech. Rep. No. 15. Río Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 582 p.
- Freese, F. 1970. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, 103 p. [Traducido de "Elementary Statistical Methods for Foresters. Ag. Handbook 317. U.S. Department of Agriculture Forest Service". 1967].
- Holdridge, L. R. 1967. Life zone ecology. San Jose, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.
- Lugo, A. E., J. A. Parrotta, y S. Brown. 1993. Loss in species caused by tropical deforestation and their recovery through management. *Ambio* 22:106-109.
- Lugo, S., B. Bryan, L. Reyes, y A. E. Lugo. 2001. Riparian vegetation of a subtropical urban river. *Acta Científica* 15:59-72.
- Lugo A. E., y T. J. Brandeis. 2005. A new mix of alien and native species coexists in Puerto Rico's landscapes. Páginas 484-509 en D. F. Burslem, M. A. Pinnard, y S. E. Hartley, editores. *Biotic interactions in the tropics: their role in the maintenance of species diversity*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Marín, W. A., y E. M. Flores. 2002. *Copaifera aromática* Dwyer. Páginas 405-407 en J. A. Vozzo, editor. *Tropical tree seed manual. Ag. Handbook 721*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service.
- McCune, B., y M. J. Mefford. 1999. *Multivariate analysis of ecological data (PC-Ord), version 4.25*. Gleneden Beach, OR: MjM Software.
- Pratt, P. D., V. Quevedo, y L. Bernier. 2005. Invasions of Puerto Rican wetlands by the Australian tree *Melaleuca quinquenervia*. *Caribbean Journal of Science* 41:42-54.
- Rodríguez Durán, A. 2005. Murciélagos. Páginas 241-274 en R. Joglar, editor. *Biodiversidad de Puerto Rico: vertebrados y ecosistemas*. San Juan, PR: Instituto de Cultura de Puerto Rico.
- Román Nunci, E., H. Marcano Vega, I. Vicéns, G. Bortolamedi, y A. E. Lugo. 2005. El bosque del Parque Central de la Urbanización el Paraíso: estructura, compcisión de especies y crecimiento de árboles. *Acta Científica* 19:73-81.
- Rother, D. C., R. R. Rodrigues, y M. A. Pizo. 2009. Effects of bamboo stands on seed rain and seed limitation in a rainforest. *Forest Ecology and Management* 257:885-892.
- Suárez, A., I. Vicéns, y A. E. Lugo. 2005. Composición de especies y estructura del bosque kárstico de San Patricio, Guaynabo, Puerto Rico. *Acta Científica* 19:7-22.
- Turner, I. M., K. S. Chua, J. S. Y. Ong, B. C. Soong, y H. T. Tan. 1996. A century of plant species loss from an isolated fragment of lowland tropical rainforest. *Conservation Biology* 10:1229-1244.
- Van der Pijl, L. 1969. *Principles of seed dispersal in higher plants*. Springer, Berlin.
- Wunderle, J. M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:223-235.