



Fundación
Miguel Lillo
Tucumán
Argentina

doi

La vida en el dosel: diversidad de lianas y su interacción con los árboles hospedadores en el Jardín Botánico Lillo

Life in the canopy: Liana diversity and interactions with host trees in the Jardín Botánico Lillo

Astrada Poviña, María J.¹ ; Sergio J. Ceballos^{1,2}

¹ Instituto de Ecología Regional (UNT- CONICET). Edificio Las Cúpulas, Residencia Universitaria Horco Molle, código postal: 4107, Yerba Buena, Tucumán, Argentina.

² Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (UNT). Miguel Lillo 205, código postal: 4000, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

* Autor correspondiente: <jimeastradap@gmail.com>

Resumen

Las lianas son plantas trepadoras leñosas que compiten con los árboles por los recursos del suelo y del dosel. Su ecología ha sido ampliamente estudiada en ambientes boscosos, pero se conoce muy poco sobre su diversidad y su relación con los árboles hospedadores en ambientes urbanos. Los espacios verdes urbanos, y en particular los jardines botánicos, actúan como refugios para la biodiversidad y representan escenarios particulares para estudiar interacciones ecológicas. En este trabajo describimos la diversidad de lianas presentes en el Jardín Botánico Lillo (Tucumán, Argentina), analizamos su relación con características de los árboles que utilizan como soporte y evaluamos cómo varían su riqueza y abundancia en función de la distribución espacial de los hospedadores dentro del jardín. Relevamos 987 tallos de lianas con un diámetro $\geq 0,5$ cm, pertenecientes a 10 especies, 9 géneros y 8 familias, siendo *Dolichandra unguis-cati* la más abundante (80,5% de los individuos). Las lianas treparon un total de 160 árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm, pertenecientes a 37 especies. La abundancia y el diámetro de las lianas aumentaron con el DAP, la altura y el índice de iluminación de las copas de los árboles hospedadores.

► Ref. bibliográfica: Astrada Poviña, M. J.; Ceballos, S. J. 2026. La vida en el dosel: diversidad de lianas y su interacción con los árboles hospedadores en el Jardín Botánico Lillo. *Lilloa* 63 (2): 463-484. doi: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2431>

► Recibido: 28 de mayo 2026 – Aceptado: 21 de agosto 2026 – Publicado: 28 de septiembre 2026.

► URL de la revista: <http://lilloa.lillo.org.ar>

► Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.



OPEN ACCESS

Así también, la ubicación dentro del jardín influyó drásticamente en la colonización: los árboles de borde (próximos a la vereda) presentaron una abundancia y colonización de lianas significativamente mayor en comparación con los del interior. Estos hallazgos demuestran que la combinación de la estructura del hospedador y la mayor disponibilidad de luz en los bordes, actúan como el principal motor de la proliferación de lianas. Así, aportamos sobre la ecología de trepadoras en ecosistemas urbanos y ofrecemos datos clave para diseñar estrategias de manejo y conservación del arbolado en este jardín botánico.

Palabras clave: Lianas; botánico; dinámica; interacción; arboretum.

Abstract

Lianas are woody climbing plants that compete with trees for soil and canopy resources. Although their ecology has been extensively studied in forest environments, knowledge remains limited regarding their diversity and interactions with host trees in urban settings. Urban green spaces, and botanical gardens in particular, act as biodiversity refuges and offer unique scenarios for investigating ecological interactions. In this study, we describe the liana diversity present in the Jardín Botánico Lillo (JBL) in Tucumán, Argentina, analyze its relationship with host tree traits, and evaluate how liana richness and abundance vary according to host spatial distribution within the garden. We surveyed 987 liana stems with a diameter ≥ 0.5 cm, belonging to 10 species, 9 genera, and 8 families, with *Dolichandra unguis-cati* being the most abundant (80.5% of individuals). Lianas colonized a total of 160 trees with a diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm, spanning 37 species. Liana abundance and diameter increased with host tree DBH, height, and crown illumination index. Furthermore, spatial location within the garden dramatically influenced colonization: edge trees (adjacent to the sidewalk) exhibited significantly higher liana abundance and colonization levels compared with interior trees. These findings demonstrate that the combination of host structure and higher light availability at the edges acts as the main driver of liana proliferation. Consequently, this study contributes to our understanding of climbing plant ecology in urban ecosystems and provides key data for designing tree management and conservation strategies in this botanical garden.

Keywords: Lianas; botanical; dynamics; interaction; arboretum.

INTRODUCCIÓN

Las lianas son plantas trepadoras leñosas que representan una parte importante de la diversidad y estructura de los bosques tropicales y subtropicales, llegando a constituir hasta un 25% de las especies leñosas en estos ecosistemas (Bongers *et al.*, 2002). Su estrategia de crecimiento se basa en enraizar en el suelo y apoyarse sobre los árboles, priorizando la elongación de su tallo y la producción de biomasa foliar para alcanzar la luz del dosel sin invertir demasiado en estructuras de sostén (Putz y Mooney, 1991; Parthasarathy *et al.*, 2015). Esta forma de vida les permite asignar más recursos al crecimiento vegetativo y reproductivo, lo que puede traducirse en una alta cobertura foliar, particularmente en ambientes bien iluminados (Putz *et al.*, 2008). Esto hace que, en promedio, una liana de 2 cm de diámetro pueda llegar a tener la misma cantidad de follaje que un árbol de 10 cm de diámetro (Gerwing y Farias, 2000).

Las lianas interactúan con los árboles hospedadores a través de mecanismos complejos. Por un lado, compiten por luz, agua y nutrientes, afectando su crecimiento, supervivencia y reproducción (Ingwell *et al.*, 2010; Martínez-Izquierdo *et al.*, 2016; García-León *et al.*, 2018; Schnitzer *et al.*, 2021). Por otro lado, se ha planteado que este efecto negativo puede verse neutralizado o compensado parcialmente por el aporte de hojarasca rica en nitrógeno y fósforo que las lianas retornan al suelo, variando el balance neto según la especie y el contexto (Garrido-Pérez y Burnham, 2010; Tang *et al.*, 2012). Sin embargo, a escala comunitaria, el peso y la tensión ejercidos por las lianas siguen siendo un factor determinante que altera la estructura del bosque, principalmente al incrementar la ocurrencia de claros por la caída de árboles (Schnitzer *et al.*, 2006).

Mientras que la ecología de lianas ha sido ampliamente estudiada en ambientes naturales (Malizia, 2003, 2007; Malizia *et al.*, 2015; Ceballos, 2019), su conocimiento en entornos urbanos y periurbanos continúa siendo acotado (Lahitte y Hurrell, 2000; Dosil Hiriart *et al.*, 2018). Incluso en investigaciones que abordan la naturalización y el uso de soportes en especies exóticas que crecen de manera espontánea, se remarca la necesidad de profundizar en el estudio de estas interacciones a escala comunitaria (Hurrell *et al.*, 2011, 2012a, 2012b, 2014). A pesar de este vacío de información, en ciudades densas las lianas proveen valiosos servicios como la regulación microclimática y el control de la contaminación (Liu, 2013), constituyendo un componente clave en remanentes boscosos y jardines botánicos. Dado que estos últimos albergan colecciones vivas organizadas científicamente (Martins *et al.*, 2020) y funcionan como laboratorios ideales para estudios de difícil acceso en hábitats naturales (Pérez *et al.*, 2018), analizar la relación liana-árbol en estos contextos resulta fundamental para orientar la conservación del patrimonio arbóreo.

El objetivo de este trabajo es describir la ecología de la comunidad de lianas en el Jardín Botánico Lillo, de la Fundación Miguel Lillo (Tucumán, Argentina) y analizar los factores que influyen sobre las mismas, considerando las características estructurales de los árboles hospedadores y su ubicación espacial. De manera específica buscamos (1) caracterizar la estructura, composición y diversidad de la comunidad de lianas; (2) analizar la relación entre las lianas y las características de los árboles que utilizan como soporte, tales como el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total y el índice de iluminación de las copas; y (3) analizar la riqueza y abundancia de lianas en función de la ubicación espacial de los árboles hospedadores dentro del jardín. Este estudio constituye uno de los primeros abordajes cuantitativos sobre las interacciones liana-árbol en un espacio verde urbano de la región, superando los enfoques meramente florísticos previos. De esta manera, buscamos determinar cómo las características dendrométricas de los árboles y la disponibilidad de luz modulan la abundancia y distribución de las lianas, generando evidencia que se puede utilizar en acciones de manejo de plantas trepadoras en jardines botánicos urbanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Realizamos el estudio en el Jardín Botánico Lillo (JBL), un jardín histórico que conserva una importante diversidad vegetal, y que se encuentra ubicado dentro de la trama urbana de San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán, Argentina (26°49'50,7"S 65°13'19,6"O; Fig. 1). El JBL pertenece y es administrado por la Fundación Miguel Lillo, una institución científica dedicada al estudio de las ciencias naturales. El JBL ocupa una superficie de aproximadamente 0,5 ha, dividida administrativamente en 33 sectores (Fig. 2) y alberga un arboretum compuesto por especies nativas y exóticas leñosas, muchas de ellas representativas de las selvas de Yungas, con la presencia de especies como el peteribí (*Cordia trichotoma*), la quina blanca (*Lonchocarpus lilloi*), la tipa (*Tipuana tipu*), el tarco (*Jacaranda mimosifolia*), entre otros (Carrizo *et al.*, 1991; Bulacio *et al.*, 2001). Puesto que no se registran censos publicados actualizados, la presencia y estado de los árboles hospedadores representativos fue constatada directamente durante el muestreo del presente estudio. Este espacio urbano presenta una estructura vegetal heterogénea con marcado contraste lumínico entre los bordes del jardín y su interior sombreado, lo que brinda un escenario ideal para evaluar los patrones de colonización de lianas.



Fig. 1. Imagen satelital con vista aérea de la manzana del Jardín Botánico Lillo, tomada de Google Earth.

Fig. 1. Satellite view of the Jardín Botánico Lillo urban block (Google Earth).

Relevamiento de lianas y árboles hospedadores

Para el componente de lianas, identificamos y censamos todos los tallos presentes sobre los árboles soporte ($DAP \geq 10$ cm) del JBL, realizando un conteo y medición del diámetro de los tallos de lianas con $DAP \geq 0,5$ cm. Siguiendo el protocolo estandarizado de Gerwing *et al.* (2006), consideramos a cada tallo como unidad de muestreo. Dado que la identificación de cada individuo nos resultó inviable en algunas zonas del JBL debido a las marañas de lianas, registramos y medimos como un tallo independiente a cada eje que ascendía a la copa del hospedador, independientemente de su punto de enraizamiento. Para cada tallo de liana registrado, medimos su diámetro a 130 cm desde el suelo utilizando un calibre (rango 0-24 cm). Incluimos en los análisis a todas las lianas vivas censadas en dichos soportes, independientemente de si el árbol hospedador se encontraba vivo o muerto en pie.

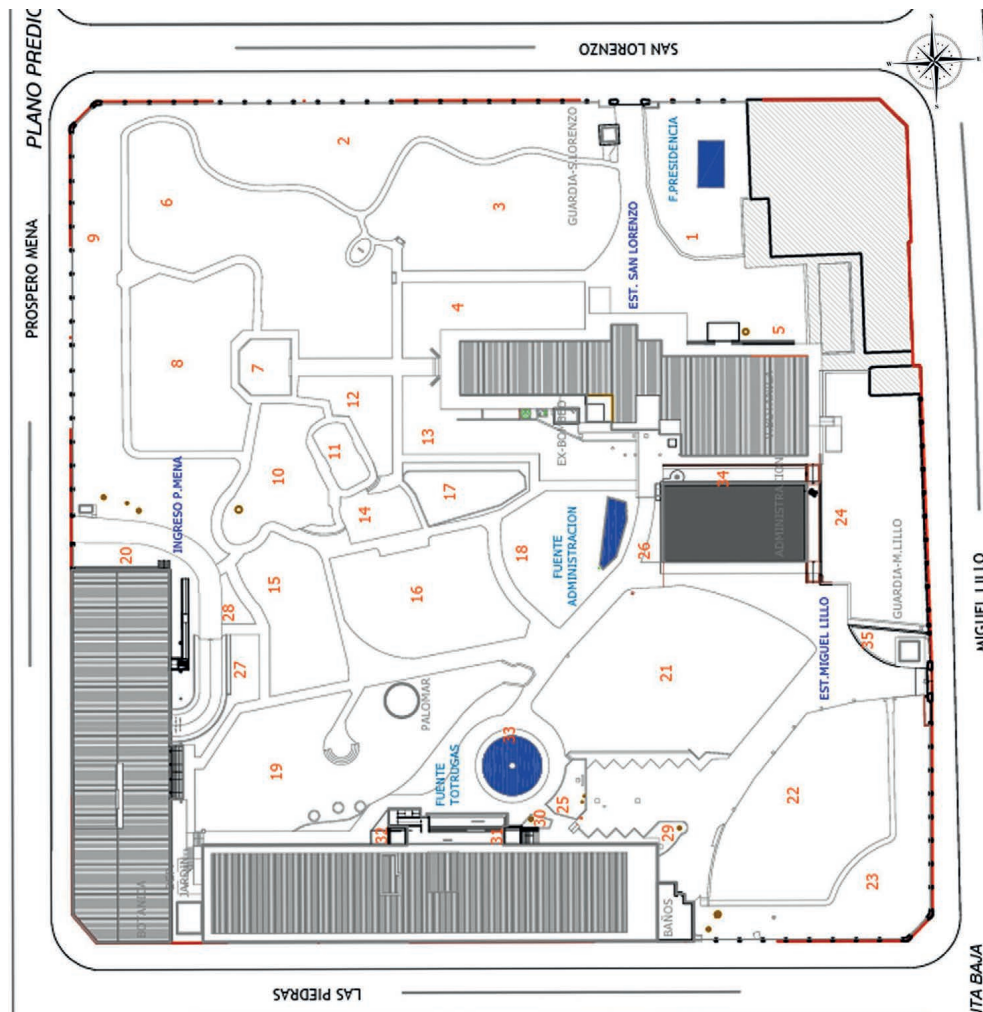


Fig. 2. Plano del Jardín Botánico Lillo (JBL). Las áreas en gris/negro indican los edificios de la Fundación Miguel Lillo y de la Facultad de Ciencias Naturales e IML. Las áreas en blanco corresponden al Jardín Botánico Lillo, delimitado e interconectado por la red de caminería interna; los números representan los sectores en los que está dividido y donde se realizó el muestreo. Las áreas en azul indican estructuras de fuentes/cuerpos de agua. Plano facilitado por la Dirección del Jardín Botánico de la Fundación Miguel Lillo, desarrollado por el Arq. Fernando Müller.

Fig. 2. Map of the Jardín Botánico Lillo (JBL). Grey and black areas represent the buildings of Fundación Miguel Lillo and Facultad de Ciencias Naturales e IML. White areas correspond to the JBL, delimited and interconnected by the internal pathway network; numbers indicate the sectors into which it is divided and where sampling was conducted. Blue areas show fountains and water bodies. The map was provided by the Direction of the Jardín Botánico Lillo (Fundación Miguel Lillo) and developed by Arch. Fernando Müller.

Para cada individuo arbóreo con $DAP \geq 10$ cm que funcionó como soporte efectivo, con presencia de al menos una (1) liana de $\geq 0,5$ cm de DAP, identificamos su especie y medimos su diámetro a la altura del pecho (DAP; a 130 cm desde el suelo) con cinta diamétrica, y su altura total, obtenida mediante el uso combinado de cinta métrica, clinómetro óptico y la aplicación móvil “Medir Altura” (actualmente discontinuada). Esta aplicación basaba sus estimaciones en el cálculo de distancia y ángulos mediante principios trigonométricos simples, una funcionalidad análoga a la que ofrecen diversas aplicaciones móviles de altimetría y herramientas trigonométricas de uso libre vigentes.

Registramos la ubicación de cada individuo arbóreo (vivo o muerto) dentro de los 33 sectores en los que se divide el jardín, y categorizamos su posición espacial dentro del jardín en tres categorías según su exposición a los bordes e infraestructuras; (1) vereda: árboles periféricos cuyas copas colindan con la vereda exterior de la manzana y sus troncos se sitúan junto al cercado perimetral, sin solapamiento de otros árboles en su flanco externo; (2) sendero: árboles adyacentes a la caminería interna del jardín; e (3) interior: árboles situados en la parte central de los sectores forestados, rodeados por un dosel continuo.

Para cada árbol, y con el uso de binoculares, determinamos el índice de iluminación de copa, para caracterizar la cantidad de luz que reciben en función de su altura y ubicación con respecto a árboles vecinos (RAINFOR, 2018). Esta escala clasifica el acceso lumínico en categorías jerárquicas basadas en la dirección y el porcentaje de exposición de la copa: comienza en la categoría 1, donde el ejemplar no recibe luz directa de ningún tipo; pasa a las subdivisiones 2a, 2b y 2c, que corresponden a niveles bajo, medio y alto de iluminación exclusivamente lateral; continúa con las categorías 3a y 3b, reservadas para árboles con poca (menos del 50%) o alta (más del 50%) exposición vertical, respectivamente; alcanza la categoría 4, que define a copas totalmente expuestas a la luz vertical (90-100%) pero con los laterales bloqueados; y culmina en la categoría 5, asignada a individuos emergentes cuya copa se encuentra completamente expuesta a la radiación solar tanto en el plano vertical como en un ángulo horizontal de 45 grados. A cada árbol también se le asignó un índice de infestación de lianas en la copa según cinco categorías que reflejan el porcentaje de su copa cubierta por lianas: 0 (0%), 1 (1 a 25%), 2 (25 a 50%), 3 (50 a 75%) y 4 (75 a 100%) (RAINFOR, 2018). Este índice evalúa la carga total ejercida sobre el dosel de cada hospedador, independientemente de si proviene de un único individuo o de múltiples tallos, e incluyendo los casos donde la cobertura proviene de lianas arraigadas en árboles adyacentes. Complementariamente, para cada hospedador se registró la identidad taxonómica de las lianas presentes y el número de tallos asociados por árbol.

La determinación taxonómica tanto de árboles como de lianas se realizó *in situ* mediante inspección directa y uso de binoculares para la observación de caracteres vegetativos y reproductivos. Debido a las restricciones de conservación vigentes en el Jardín Botánico Lillo sobre colecciones vivas y arbolado patrimonial, sumado a la inaccesibilidad de las estructuras en el dosel superior, no se realizó extracción de material ni depósito de ejemplares de herbario (*vouchers*), garantizando la preservación del sistema.

Análisis de datos

Para abordar el primer objetivo (caracterizar la estructura, composición y diversidad de la comunidad de lianas), combinamos aproximaciones descriptivas y analíticas. La composición de la comunidad se caracterizó mediante el listado de especies registradas y sus abundancias de tallos correspondientes. La estructura se evaluó descriptivamente a través de la distribución de frecuencias de los tallos en clases diamétricas, analizando el predominio de lianas según sus clases de tamaños. Por otro lado, la diversidad se analizó mediante los números de Hill de órdenes $q=0$, $q=1$ y $q=2$ (Hill, 1973; Jost, 2006). Estos números expresan la biodiversidad en términos del número efectivo de especies, es decir, la cantidad de especies igualmente abundantes que se necesitarían para obtener el mismo valor de un índice tradicional en una comunidad teórica (Chao *et al.*, 2014). De este modo, el parámetro q modifica matemáticamente la sensibilidad del análisis frente a las abundancias de la comunidad: el orden $q=0$ equivale a la riqueza absoluta de especies e ignora sus abundancias; el orden $q=1$ corresponde al exponencial del índice de Shannon, el cual evalúa las especies comunes ponderando conjuntamente la riqueza y la equidad; y el orden $q=2$ equivale al inverso del índice de Simpson, el cual se enfoca en la diversidad de las especies dominantes al restar peso a los taxones raros (Jost, 2006; Chao *et al.*, 2014).

Para analizar la relación entre las lianas con características de los árboles hospedadores (objetivo 2), utilizamos modelos lineales generalizados (GLM). Definimos como variables de respuesta la abundancia y la suma diamétrica de tallos de lianas por árbol, ésta última empleada como una métrica integrada de la carga física acumulada y ocupación del espacio sobre el tronco del hospedador. Para ambos modelos utilizamos la distribución binomial negativa para corregir la sobredispersión detectada en los datos de conteo (McCullagh y Nelder, 1989). Como variables predictoras incluimos el DAP y la altura de los árboles. Para cada variable realizamos modelos independientes para la abundancia y la suma diamétrica de lianas, en particular dada la alta correlación existente entre las variables predictoras.

Complementariamente, analizamos la influencia de la ubicación del árbol dentro del jardín (sendero, interior o vereda) sobre la riqueza y la abundancia de lianas, utilizando GLMs y comparaciones múltiples posteriores (objetivo 3). Analizamos todos los datos en el software R y su plataforma RStudio (R Core Team, 2024).

RESULTADOS

Estructura, composición y diversidad de la comunidad de lianas

Registramos 987 tallos de lianas con un diámetro $\geq 0,5$ cm, pertenecientes a 10 especies, 9 géneros y 8 familias botánicas (Tabla 1; ver Anexo 1 para más información). Encontramos una comunidad compuesta mayoritariamente por especies nativas de las Yungas, pero con presencia de una especie exótica ornamental (*Malvaviscus arboreus* Cav., originaria de México hasta Sudamérica). Se relevaron trepadoras con variados modos de trepado y hábitos, incluyendo lianas leñosas, arbustos apoyantes y enredaderas. La comunidad presentó una marcada dominancia de *Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G. Lohmann, la cual representó el 80,54% de la abundancia total de tallos, seguida por *Amphilophium crucigerum* (L.) L.G. Lohmann (10,03%) y *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E. Jarvis (4,36%).

Tabla 1. Listado de las especies de lianas relevadas en el Jardín Botánico Lillo, Tucumán, Argentina.
Table 1. List of liana species recorded in the Jardín Botánico Lillo, Tucumán, Argentina.

Nombre científico	Familia	N° de árboles hospedadores	% de árboles hospedadores / total	N° de tallos de lianas	% de lianas / total
<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	19	11.88%	99	10.03%
<i>Gonolobus rostratus</i> (Vahl) R. Br. ex Schult.	Apocynaceae	1	0.63%	3	0.30%
<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth	Amaranthaceae	1	0.63%	1	0.10%
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	Vitaceae	16	10%	43	4.36%
<i>Dioscorea dodecaneura</i> Vell.	Dioscoreaceae	5	3.13%	16	1.62%
<i>Dolichandra cynanchoides</i> Cham.	Bignoniaceae	1	0.63%	2	0.20%
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	109	68.13%	795	80.54%
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	10	6.25%	12	1.22%
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.*	Malvaceae	1	0.63%	7	0.71%
<i>Serjania meridionalis</i> Cambess.	Sapindaceae	10	6.25%	9	0.91%

*Nota: *Malvaviscus arboreus* es una especie arbustiva con hábito apoyante facultativo que utilizó la estructura del árbol como soporte mecánico en el sitio de estudio. Carece de estructuras especializadas de trepado activo.

*Note: *Malvaviscus arboreus* is a shrubby species with a facultative scandent habit that used the tree structure as mechanical support at the study site and lacks specialized structures for active climbing.

La riqueza observada y extrapolada de lianas ($q=0$, que otorga el mismo peso a todas las especies independientemente de su abundancia) fue de 10,43 especies, alcanzando una completitud del muestreo del 99%. Sin embargo, al ponderar por abundancia, la diversidad disminuyó drásticamente. Para $q=1$ (que equivale al exponencial de Shannon y mide la diversidad de especies comunes o típicas) la diversidad efectiva cayó a 2,18 especies, y para $q=2$ (que equivale al inverso de Simpson y otorga mayor peso a las especies muy abundantes) se redujo a 1,51. Esta marcada reducción entre los órdenes de diversidad refleja la fuerte dominancia de *D. unguis-cati* en la comunidad, indicando que la distribución de las abundancias es desigual dada la abundancia de una o pocas especies.

La distribución de frecuencias por clases diamétricas de los tallos de lianas mostró una marcada estructura en forma de “J-invertida” (Fig. 3). En promedio, las lianas presentaron un diámetro de 2 cm, variando en un rango de 0,5 a 24,3 cm (alcanzado por *D. unguis-cati*). La mayor concentración de tallos de lianas se agrupó en las clases de tamaños menores, entre 0,5 y 2 cm de diámetro, evidenciando una disminución progresiva y drástica de la abundancia hacia las clases diamétricas mayores.

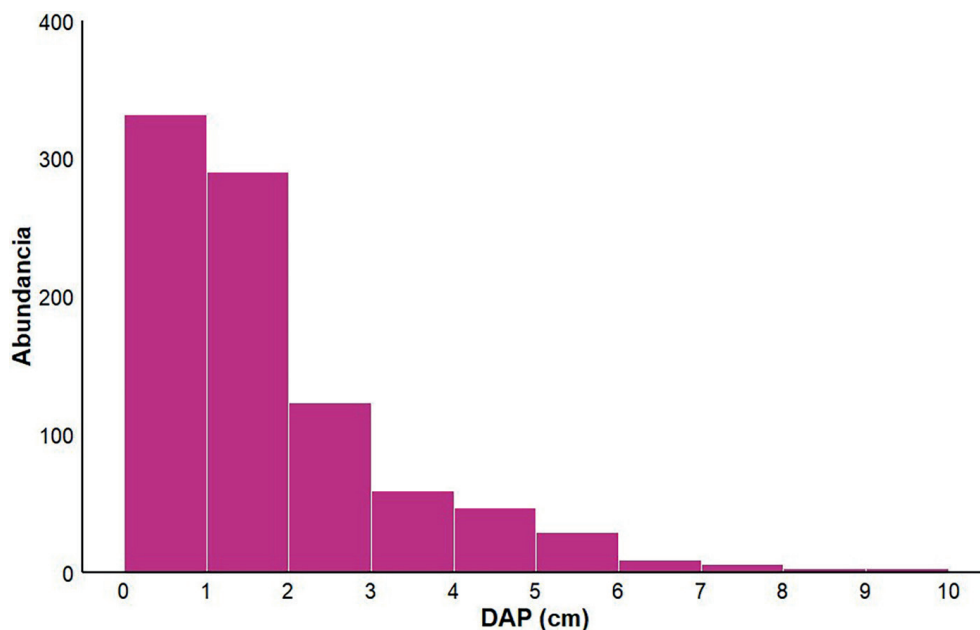


Fig. 3. Histograma de la abundancia de lianas (número total de tallos registrados sobre los árboles) por clases de tamaño (diámetro en cm) en el Jardín Botánico Lillo, Tucumán, Argentina. Por razones de visualización, el eje X se limita a tallos de hasta 10 cm de DAP; se omitieron en el gráfico tallos de mayor tamaño (hasta 24,3 cm de DAP, pertenecientes a *Dolichandra unguis-cati*).

Fig. 3. Size-class distribution of liana abundance (total stem count on host trees) based on stem diameter (cm) in the Jardín Botánico Lillo, Tucumán, Argentina. For visualization purposes, the X-axis is restricted to stems up to 10 cm DBH; larger stems (up to 24.3 cm DBH, belonging to *Dolichandra unguis-cati*) were omitted from the plot.

Relación entre las lianas y las características de los árboles hospedadores

Registramos un total de 161 árboles (151 vivos y 10 muertos), que presentaron al menos una liana con un DAP $\geq 0,5$ cm, pertenecientes a 37 especies (Anexo 2 y 3). *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. fue la especie que hospedó una mayor abundancia de lianas concentrando el 22,3% del total de tallos de lianas, seguido por *Lonchocarpus lilloi* (Hassl.) Burkart con 12,5%, *Cedrela angustifolia* DC. con 10,2%, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. con 8,21% y *Terminalia triflora* (Griseb.) Lillo con 6,9% del total. En promedio cada árbol muerto hospedó 7,6 tallos de lianas, que presentaron un DAP promedio de 2,41 cm.

La carga de lianas sobre los hospedadores estuvo determinada por sus características dendrométricas (Fig. 4). Específicamente, tanto la abundancia de lianas como su suma diamétrica aumentaron con el DAP y la altura de los árboles (Tabla 2; Fig. 4A-B, D-E). Asimismo, los árboles con copas más iluminadas (índices de iluminación 4 y 5, i.e., copas expuestas a luz vertical directa y copas expuestas a luz vertical y lateral, respectivamente) albergaron una mayor abundancia y suma diamétrica de lianas en comparación con aquellos de copas más sombreadas (Tabla 2; Fig. 4C, F).

Tabla 2. Resultados de los Modelos Lineales Generalizados (GLM) entre la abundancia de lianas (i.e. número de tallos) y el DAP de lianas vs. la altura y el DAP de los árboles.

Table 2. Generalized Linear Model (GLM) results evaluating the relationships between liana abundance (stem count) and total liana DBH with host tree height and DBH.

Modelos	Estimador de la pendiente (β)	Error estándar (SE)	Estadístico (z/t)	p-valor
Abundancia~DAP árboles	0,017	0,003	5,229	<0,0001
Abundancia~Altura de árboles	0,048	0,012	3,920	<0,0001
DAP lianas~Altura de árboles	0,080	0,123	6,047	<0,0001
DAP lianas~DAP árboles	0,024	0,003	6,782	<0,0001

Cobertura de lianas según la ubicación de los árboles en el JBL

Las comparaciones múltiples confirmaron que la ubicación de los árboles dentro del JBL influye sobre la carga de lianas, evidenciando un marcado efecto en los bordes (Anexo 4). La abundancia de lianas fue mayor en árboles próximos a las veredas que rodean la manzana, en comparación con árboles del interior de los sectores y de los senderos del jardín, mientras que entre estos dos últimos sectores no se detectaron diferencias (Fig. 5A, Tabla 3). En contraste, la riqueza de especies de lianas no mostró variaciones entre ninguna de las condiciones de ubicación (Fig. 5B, Tabla 3).

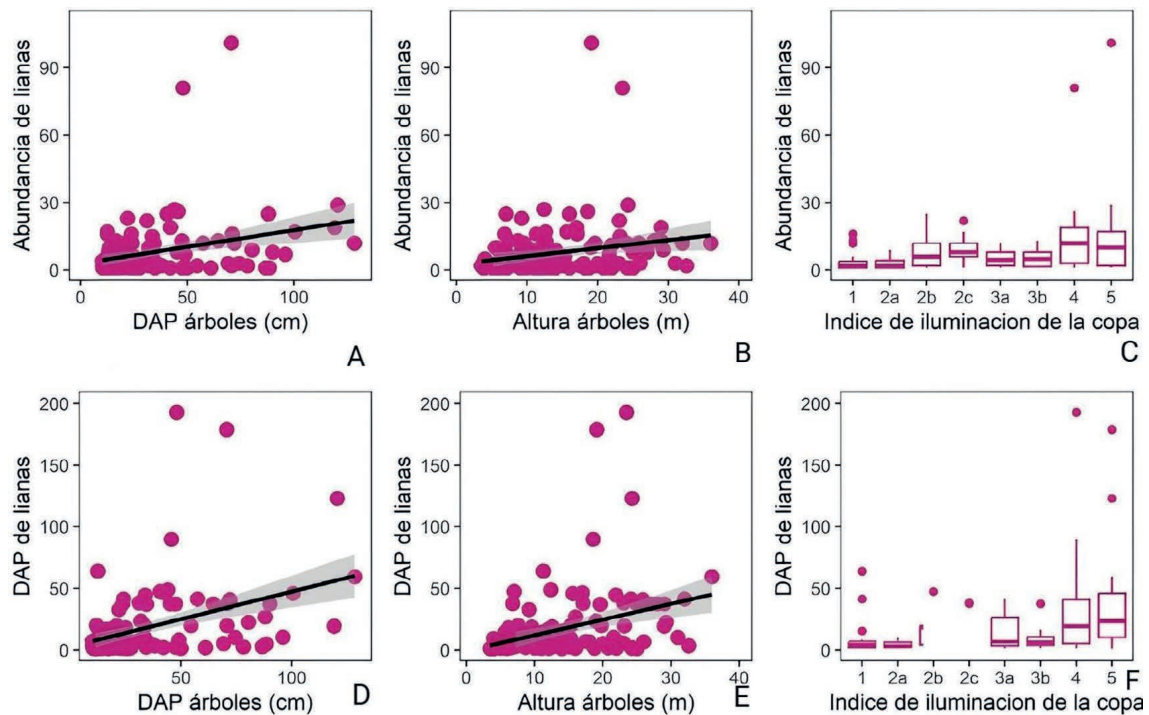


Fig. 4. Gráficos de la abundancia y suma diamétrica de las lianas y su relación con características de los árboles (DAP, altura e índice de iluminación de la copa). Cada punto en los gráficos A, B, D y E corresponden a un árbol y las líneas con sus intervalos de confianza indican la relación entre las variables. En los gráficos C y F los boxplots representan variables de tipo categóricas. El DAP de lianas corresponde a la sumatoria de los diámetros de las lianas sobre cada árbol. El índice de iluminación de la copa representa categorías que reflejan el grado de iluminación vertical y lateral de cada árbol (Para mayor información sobre la definición de cada categoría del índice de iluminación de la copa ver texto de la sección "1.2. Relevamiento de lianas y árboles hospedadores").

Fig. 4. Liana abundance and total liana DBH in relation to host tree characteristics (tree DBH, height, and crown illumination index). In panels A, B, D, and E, each point represents an individual tree, and the fitted regression lines with 95% confidence intervals illustrate the relationships between variables. In panels C and F, boxplots display categorical variables. Liana DBH corresponds to the sum of all liana stem diameters recorded on a given tree. The crown illumination index represents categories reflecting the degree of vertical and lateral light exposure for each tree (for further details on category definitions, see Section "1.2. Liana and host tree sampling").

Tabla 3. Resultados de las comparaciones múltiples de la riqueza y abundancia de lianas según la ubicación de los árboles en el JBL.

Table 3. Results of multiple comparisons for liana species richness and abundance by tree location in the JBL.

Ubicación de los árboles	Estimador	Intervalo de confianza	Valor <i>p</i>
Interior-Sendero	0.06	0.20	0.94
Interior-Vereda	-0.07	0.21	0.94
Sendero-Vereda	-0.13	0.19	0.75
Interior-Sendero	0.16	0.23	0.76
Interior-Vereda	-0.97	0.25	0.0005*
Sendero-Vereda	-1.14	0.23	<.0001*

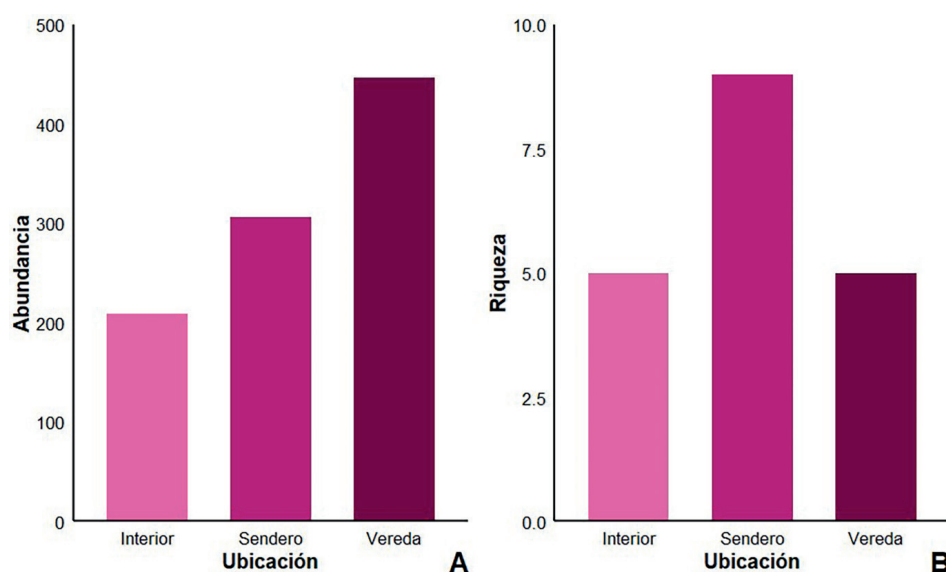


Fig. 5. A) Abundancia de especies de lianas por ubicación de los árboles del JBL. B) Riqueza de especies de lianas según la ubicación de los árboles dentro del JBL. Ubicación de los árboles: Interior (centro del sector), Sendero (caminería interna) y Vereda (cerco perimetral)

Fig. 5. A) Liana species abundance. B) Species richness across tree locations within the JBL. Tree location categories: Interior (central sector), Pathway (internal path), and Perimeter (outer fence).

Por último, el nivel de colonización en el dosel reflejó la misma tendencia espacial: la mayoría de los árboles ubicados próximos a la vereda presentaron una cobertura de lianas en las categorías 3 y 4 (i.e., entre el 50% al 100% de sus copas cubiertas por lianas; Fig. 6).

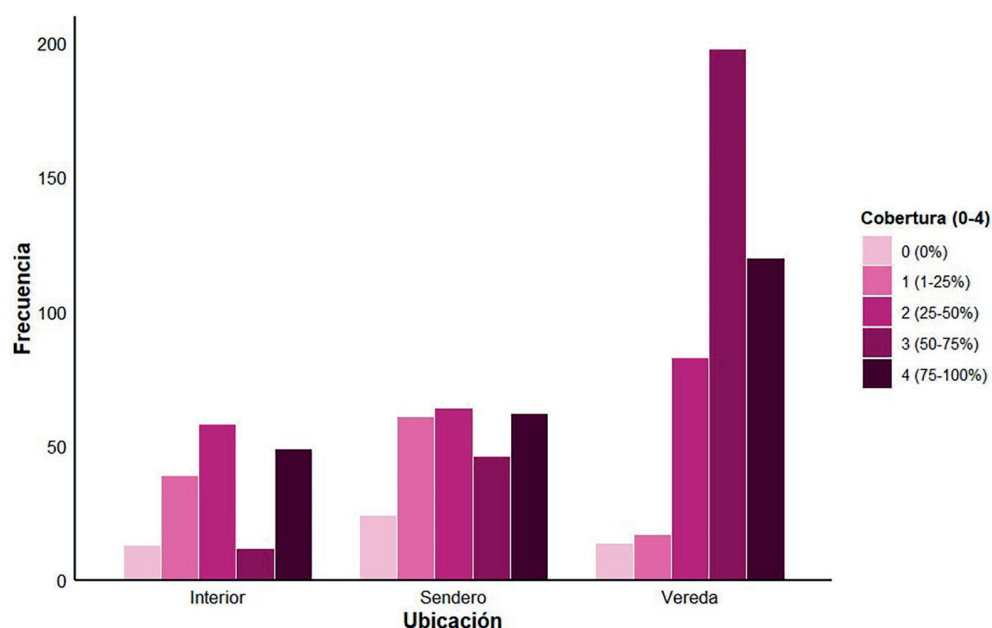


Fig. 6. Frecuencia de cobertura de lianas según la ubicación de los árboles del JBL.

Fig. 6. Distribution of liana crown cover categories across tree locations within the JBL.

Por el contrario, los árboles del interior y de los senderos internos del jardín fueron variables en cuanto a la cobertura de lianas, concentrándose la mayor frecuencia en la categoría 2 (25% a 50% de ocupación de lianas en la copa) (Anexo 3).

DISCUSIÓN

En este trabajo describimos la ecología de la comunidad de lianas en el Jardín Botánico Lillo (Tucumán, Argentina). En ambientes urbanos y jardines botánicos, las lianas se han estudiado principalmente desde una perspectiva ornamental (Kalmykova *et al.*, 2022; Shukurova *et al.*, 2024), reproductiva y de introducción de especies con fines ornamentales (Dorofeyeva, 2021; Pavlenko *et al.*, 2017) o como factor de daño en la salud del arbolado (Utomo *et al.*, 2025). Sin embargo, los estudios que analizan su estructura comunitaria y sus patrones de colonización espacial en jardines botánicos siguen siendo escasos.

Documentamos una comunidad de lianas caracterizada por una baja riqueza (i.e., 10 especies) y una marcada dominancia de *D. unguis-cati*. Este patrón de baja equitatividad y dominancia por parte de un único o pocos taxones concuerda con lo observado en otros espacios verdes urbanos. Por ejemplo, en el Jardín Botánico de Ural Branch de la Academia Rusa de Ciencias sobresale la presencia del género *Clematis* L. con más de 100 híbridos (Dorofeyeva, 2021), mientras que en el Jardín Botánico de la Universidad Kwame Nkrumah de Ciencia y Tecnología (Ghana) se registró la dominancia de *Strophanthus barteri* Franch. (Addo-Fordjour *et al.*, 2008). En nuestro caso, la dominancia de *D. unguis-cati* es consistente con sus atributos ecológicos: un hábito trepador vigoroso, alta tasa de regeneración, abundante floración, dispersión anemócora altamente efectiva, y una notable tolerancia a ambientes antropizados (Malizia, 2003; Downey y Turnbull, 2007; Osunkoya *et al.*, 2009; Ayarde y Lillo, 2019; Ceballos, 2019). Particularmente, *D. unguis-cati* es la única especie del jardín que combina dos mecanismos de ascenso especializados e independientes: zarcillos uncinados en las hojas y raíces adventicias de fijación (adhesivas) en los tallos leñosos (Cabanillas y Hurrell, 2012). Esta dualidad morfofuncional favorece una rápida colonización y le permite superar las restricciones de diámetro del hospedador que enfrentan otras trepadoras zarcillosas (e.g., *Serjania meridionalis*), escalando árboles de gran porte independientemente del grosor del tronco. La asimetría en las abundancias se reflejó directamente en los bajos valores de diversidad obtenidos con los números de Hill ($q=1$ y $q=2$).

La distribución de clases diamétricas de lianas en el JBL mostró una curva de “J-invertida”, concentrando el 80% de las trepadoras en diámetros < 3 cm, lo que refleja una regeneración activa y reclutamiento continuo.

Esta dominancia de clases pequeñas coincide con lo reportado en otros ecosistemas tropicales y subtropicales, como el Parque Nacional Yasuní (Ecuador; Nabe-Nielsen, 2001) y el Jardín Botánico de la Universidad de Ciencia y Tecnología Kwame Nkrumah (Ghana; Addo-Fordjour *et al.*, 2008), donde predominaron tallos de lianas de diámetros reducidos ($< 2,5$ y < 2 cm respectivamente). Sin embargo, al comparar con bosques de Yungas, la ecorregión a la que el JBL representa localmente, el patrón diamétrico exhibe matices contrastantes. En bosques de montaña de San Javier (Tucumán) la distribución de clases de tamaño suele ser más equilibrada, con una mayor proporción de lianas en rangos intermedios (2 a 5 cm de DAP) (Ceballos y Malizia, 2017). Por consiguiente, en el JBL, este patrón podría estar respondiendo a dinámicas propias de reclutamiento y/o a las labores de manejo y poda ejecutadas para reducir la carga de lianas en las copas.

La colonización por lianas estuvo asociada a los rasgos estructurales de los hospedadores, específicamente al DAP, la altura total y el índice de iluminación de la copa. Estos resultados concuerdan con lo documentado en otros jardines botánicos y entornos urbanos o periurbanos (Addo-Fordjour *et al.*, 2008; Furtado y Menini Neto, 2015; González y Ceballos, 2021; Gallego *et al.*, 2025), donde la estructura de la matriz y el diseño del arbolado crean condiciones particulares que pueden ser aprovechadas por otras plantas. En estos ambientes, la menor interferencia lateral entre copas en comparación con un dosel forestal continuo permite que los árboles reciban una mayor radiación, estimulando el desarrollo de las trepadoras (obs. pers.). No obstante, la carga de lianas no depende exclusivamente del hospedador y de la luz que recibe, sino también de factores intrínsecos al manejo y al espacio urbano (Campbell *et al.*, 2018; Utomo *et al.*, 2025), tales como la facilitación entre trepadoras (Nabe-Nielsen, 2001; Campanello *et al.*, 2012) y la proximidad a árboles fuente o parches altamente cargados de lianas (Roeder *et al.*, 2015) desde los cuales las lianas se extienden horizontalmente (Hurrell *et al.*, 2011; Tang *et al.*, 2012).

Por otra parte, la heterogeneidad espacial del jardín reveló un marcado efecto de borde sobre la estructura de la interacción liana-árbol. El incremento en la abundancia de lianas y los altos niveles de cobertura en las copas (50-100%) observados en los árboles del jardín que están próximos al perímetro (i.e. veredas) reflejan cómo estas condiciones favorecen el desarrollo de estas plantas (Campbell *et al.*, 2018). Los márgenes expuestos incrementan la disponibilidad de luz lateral y generan microclimas con mayor desecación, condiciones ideales para el desarrollo de especies heliófilas y oportunistas como *D. unguis-cati* (Schnitzer, 2015; Campbell *et al.*, 2018; Schnitzer *et al.*, 2021). Un aspecto destacable es que, a pesar del aumento en la provisión de recursos para las lianas en los márgenes (i.e., soportes, luz), factores reconocidos por intensificar la abundancia de lianas más que diversificar la comunidad (Campbell *et al.*, 2018), la riqueza de especies se mantuvo homogénea en todo el predio.

Esto sugiere que el efecto de borde no diversifica la comunidad de lianas, sino que incrementa significativamente la carga y la capacidad de colonización de las especies dominantes ya establecidas (Gallego *et al.*, 2025; Krömer *et al.*, 2025).

La marcada preferencia por árboles de gran porte y copas expuestas, sumada a la alta colonización observada en los sectores perimetrales, plantea implicancias a largo plazo para la arquitectura del arboretum y para su manejo, dado que el efecto borde es un motor principal de la carga de lianas (Campbell *et al.*, 2018). Una elevada densidad o acumulación de lianas sobre los árboles hospedadores podría, a largo plazo, influir en su estatus sanitario, afectar su crecimiento o alterar la arquitectura de las copas. Si bien la carga biomecánica de las trepadoras puede incrementar el peso sobre las ramas, también puede brindar cierta cohesión estructural entre árboles vecinos frente a vientos fuertes (Putz, 1984; Utomo *et al.*, 2025). Aunque en este estudio no abordamos directamente medidas de control, los resultados presentados constituyen una base diagnóstica fundamental para futuros programas de monitoreo, poda selectiva y gestión del arboretum del jardín (Coelho-Duarte *et al.*, 2021; Utomo *et al.*, 2025).

Asimismo, las estrategias de manejo futuras deben considerar que las lianas son parte del patrimonio biológico del jardín y actúan como amplificadores de biodiversidad al proveer refugio y recursos para la fauna (Campanello *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2020). En este sentido, el manejo no implica necesariamente su extracción total, especialmente considerando que el arboretum busca recrear la estructura y fisonomía características de un bosque de Yungas, ecosistema donde las trepadoras representan un componente intersticial fundamental.

Finalmente, a pesar del rol clave de los jardines botánicos, existe un marcado vacío de conocimiento sobre la ecología de las lianas en estos ambientes. Este estudio contribuye a llenar dicha vacante, identificando las condiciones estructurales y microambientales de luz que favorecen la proliferación de lianas en estos espacios. Los hallazgos de este estudio podrían ser extensibles a otros jardines botánicos de Tucumán, como Horco Molle y Parque Percy Hill, así como a otros arboretum con lianas. Sin embargo, se requieren estudios específicos en estos lugares para comprobar si se observa el mismo patrón. Esto se debe a que estos ambientes comparten ciertas características, como la presencia de senderos y caminerías que generan una mayor disponibilidad de luz y el mantenimiento de árboles grandes, factores que nuestros resultados identifican como determinantes para la proliferación de lianas.

De esta manera, este trabajo no solo aporta el primer relevamiento cuantitativo para el JBL, sino que brinda un marco conceptual y metodológico aplicable a la gestión y conservación del arbolado en otros jardines botánicos.

CONCLUSIONES

En este trabajo realizamos el primer relevamiento de la comunidad de lianas del Jardín Botánico Lillo (JBL), generando un listado florístico e información sobre su ecología y el uso de hospederos. Encontramos que la colonización de las trepadoras está determinada tanto por los rasgos morfoestructurales del árbol (gran porte, DAP, altura y exposición lumínica de la copa) como por su ubicación espacial, registrando una mayor abundancia y, por consiguiente, carga de lianas en los árboles próximos al perímetro. A pesar de tratarse de un arboretum urbano, este ensamble replica patrones estructurales y de colonización propios de sistemas forestales naturales.

Como el único jardín botánico en la ciudad de San Miguel de Tucumán, estos hallazgos revalorizan al JBL como un espacio clave para el estudio de las interacciones ecológicas urbanas. Así, los resultados constituyen una base diagnóstica fundamental para diseñar planes de manejo y poda selectiva que permitan prevenir niveles severos de colonización sobre el arbolado, equilibrando la gestión del riesgo con la conservación del patrimonio biológico del jardín.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a Ana Levy, directora del Jardín Botánico Lillo, por brindarnos el espacio y las instalaciones para llevar a cabo esta investigación, así como por su valiosa guía durante el proceso. De igual modo, expresamos nuestro reconocimiento a los ayudantes de campo Belén González, Ana Cecilia De Pauli y José Tisone por su colaboración en el muestreo para este trabajo.

CONFLICTOS DE INTERÉS

No existen conflictos de interés entre autores o con terceros.

BIBLIOGRAFÍA

- Addo-Fordjour, P., Anning, A. K., Atakora, E. A. y Agyei, P. S. (2008). Diversity and distribution of climbing plants in a semi-deciduous rain forest, KNUST botanic garden, Ghana.
- Ayarde, H. y Lillo, F. M. (2019). Sacha huasca (*Dolichandra cynanchoides*) / Uña de gato (*Dolichandra unguis-cati*). *Universo Tucumano* 25: 1-4.
- Bongers, F. J. J. M., Schnitzer, S. A. y Traore, D. (2002). The importance of lianas and consequences for forest management in West Africa. *BioTerre, Special edition*: 59-70.

- Bulacio, E., Muruaga, N. y Cristobal de Hinojo, M. E. (2001). Árboles del jardín Botánico. Guías Botánicas N.º 1. Tucumán: Jardín Botánico. Fundación Miguel Lillo.
- Cabanillas, P. A. y Hurrell, J. A. (2012). Plantas trepadoras: tipo biológico y clasificación. *Revista Ciencias Morfológicas* 14 (2): 1-10.
- Campanello, P. I., Villagra, M., Garibaldi, J. F., Ritter, L. J., Araujo, J. J. y Goldstein, G. (2012). Liana abundance, tree crown infestation, and tree regeneration ten years after liana cutting in a subtropical forest. *Forest Ecology and Management* 284: 213-221.
- Campbell, M. J., Edwards, W., Magrath, A., Alamgir, M., Porolak, G., Mohandass, D. y Laurance, W. F. (2018). Edge disturbance drives liana abundance increase and alteration of liana–host tree interactions in tropical forest fragments. *Ecology and Evolution* 8(8): 4237-4251.
- Carrizo, J. I., Gomez, S. E. y Aceñolaza, P. G. (1991). Guía de árboles del Jardín Botánico Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales.
- Ceballos, S. J. (2019). Dinámica de las comunidades de lianas y epífitas en bosques sucesionales de las yungas australes (Sierra de San Javier, Tucumán, Argentina) (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Ceballos, S. J. y Malizia, A. (2017). Liana density declined and basal area increased over 12 y in a subtropical montane forest in Argentina. *Journal of Tropical Ecology* 33 (4): 241-248.
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K. y Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84 (1): 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Coelho-Duarte, A. P., Daniluk-Mosquera, G., Gravina, V., Vallejos-Barra, Ó. y Ponce-Donoso, M. (2021). Tree risk assessment: Component analysis of six visual methods applied in an urban park, Montevideo, Uruguay. *Urban Forestry & Urban Greening* 59: 127005.
- Dorofeyeva, L. (2021). Lianas collection from the Botanical Garden and its science-practice utilization. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 38, p. 00025). EDP Sciences.
- Dosil Hiriart, F., Cabanillas, P. A., Apodaca, M. J., Benedictto, M., Barral, L. y Guerrero, E. L. (2018). Listado comentado de las plantas vasculares trepadoras y epífitas de la costa rioplatense del Partido de Quilmes (Buenos Aires, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 53 (1): 1-10.
- Downey, P. O. y Turnbull, I. (2007). The biology of Australian weeds 48. *Macfadyena unguis-cati* (L.) AH Gentry. *Plant Protection Quarterly* 22 (3): 82.
- Furtado, S. G. y Menini Neto, L. (2015). Diversity of vascular epiphytes in urban environment: A case study in a biodiversity hotspot, the Brazilian Atlantic Forest. *CES Revista* 29 (2): 82-101.

- Gallego, Y. A., Carmona-Higueta, M. J. y Benavides, A. M. (2025). Resilient diversity, vascular epiphytes in the urban forest of Medellín, Colombia.
- García León, M. M., Martínez Izquierdo, L., Mello, F. N. A., Powers, J. S. y Schnitzer, S. A. (2018). Lianas reduce community-level canopy tree reproduction in a Panamanian forest. *Journal of Ecology* 106 (2): 737-745. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12807>
- Garrido-Perez, E. I. y Burnham, R. J. (2010). The evolution of host specificity in liana-tree interactions. *Puente Biológico* 3: 145-157.
- Gerwing, J. J. y Farias, D. L. (2000). Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of total aboveground biomass for an eastern Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 16 (3): 327-335. <https://doi.org/10.1017/S0266467400001437>
- Gerwing, J. J., Schnitzer, S. A., Burnham, R. J., Bongers, F., Chave, J., DeWalt, S. J., ... y Thomas, D. W. (2006). A standard protocol for liana censuses 1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation* 38 (2): 256-261.
- González, M. V. y Ceballos, S. J. (2021). Las epífitas vasculares en un ambiente urbano están influidas por características del arbolado, el clima y las fuentes de propágulos. *Ecología Austral* 31 (2): 357-371.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54 (2): 427-432. <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Hurrell, J. A., Cabanillas, P. y Delucchi, G. (2011). Wisteria sinensis (Leguminosae) adventicia en la Argentina: Primer registro y mecanismos de expansión. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 13 (2): 125-130.
- Hurrell, J. A., Cabanillas, P. A., Buet Costantino, F. y Delucchi, G. (2012a). Bignoniaceae adventicias en la Argentina: primera cita de Podranea ricasoliana y nuevos registros de Campsis radicans. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 14 (1): 15-22.
- Hurrell, J. A., Delucchi, G. y Cabanillas, P. (2012b). Primera cita de Parthenocissus tricuspidata y nuevo registro de P. quinquefolia (Vitaceae) adventicias en la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 14 (2): 235-242.
- Hurrell, J. A., Cabanillas, P., Guerrero, E. L. y Delucchi, G. (2014). Naturalización y etnobotánica de Vitis labrusca L. (Vitaceae) en la región rioplatense, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 16 (1): 13-18.
- Ingwell, L. L., Joseph Wright, S., Becklund, K. K., Hubbell, S. P. y Schnitzer, S. A. (2010). The impact of lianas on 10 years of tree growth and mortality on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Ecology* 98 (4): 879-887. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01676.x>
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos* 113 (2): 363-375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Kalmykova, A., Guseva, Y. y Tereshkin, A. (2022). Assessment of decorative features of lianas when using them for landscaping purposes of the

- Saratov-Engels agglomeration. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 43, p. 01026). EDP Sciences.
- Krömer, T., Einzmann, H. J., Mendieta-Leiva, G. y Zotz, G. (2025). Impact of land-use change on vascular epiphytes: a review. *Plants* 14 (8): 1188.
- Lahitte, H. B. y Hurrell, J. A. (2000). Plantas trepadoras nativas y exóticas. Buenos Aires: LOLA (Literature of Latin America).
- Liu, H. (2013). The application of lianas to urban vertical planting-A case study of Haizhu district of Guangzhou city, China. *Advanced Materials Research* 807: 1852-1855.
- Malizia, A. (2003). Host Tree Preference of Vascular Epiphytes and Climbers in a Subtropical Montane Cloud Forest of Northwest Argentina. *Selbyana* 24 (2): 196-205. <http://www.jstor.org/stable/41760133>
- Malizia, A. (2007). Interacciones entre lianas y árboles en una selva montana madura de las yungas argentinas (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Malizia, A., Campanello, P. I., Villagra, M. y Ceballos, S. (2015). Geographical, Taxonomical and Ecological Aspects of Lianas in Subtropical Forests of Argentina. En: N. Parthasarathy (Ed.), *Biodiversity of Lianas. Sustainable Development and Biodiversity*, vol 5 (pp. 31-48). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14592-1_3
- Martínez-Izquierdo, L., García, M. M., Powers, J. S. y Schnitzer, S. A. (2016). Lianas suppress seedling growth and survival of 14 tree species in a Panamanian tropical forest. *Ecology* 97 (1): 215-224. <https://doi.org/10.1890/14-2261.1>
- Martins, P. L. S. S., Furtado, S. G. y Menini Neto, L. M. (2020). Could epiphytes be xenophobic? Evaluating the use of native versus exotic phorophytes by the vascular epiphytic community in an urban environment. *Community Ecology* 21 (1): 91-101.
- McCullagh, P. y Nelder, J. A. (1989). Generalized Linear Models. (2° Ed.). Londres: Chapman & Hall.
- Nabe-Nielsen, J. (2001). Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 17 (1): 1-19.
- Osunkoya, O. O., Pyle, K., Scharaschkin, T. y Dhileepan, K. (2009). What lies beneath? The pattern and abundance of the subterranean tuber bank of the invasive liana cat's claw creeper, *Macfadyena unguis-cati* (Bignoniaceae). *Australian Journal of Botany* 57 (2): 132-138.
- Parthasarathy, N., Muthuramkumar, S., Muthumperumal, C., Vivek, P., Ayyappan, N. y Sridhar Reddy, M. (2015). Liana composition and diversity among tropical forest types of peninsular India. En: S. A. Schnitzer, F. Bongers, R. J. Burnham y F. E. Putz (Eds.), *Ecology of Lianas* (pp. 36-49). Oxford: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118392409.ch4>

- Pavlenko, L., Mashkovska, S. y Marynenko, N. (2017). Introductory Evaluation of Species of Ornamental Herbal Lianas in the Conditions of MM Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, (1).
- Pérez, T. M., Valverde-Barrantes, O., Bravo, C., Taylor, T. C., Fadrique, B., Hogan, J. A., ... y Feeley, K. J. (2018). Botanic gardens are an untapped resource for studying the functional ecology of tropical plants. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 374: 1763.
- Putz, F. E. (1984). The natural history of lianas. *Biotropica* 16 (2): 79-92.
- Putz, F. E. y Mooney, H. A. (Eds.). (1991). *The Biology of Vines*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Putz, F. E., Sist, P., Fredericksen, T. y Dykstra, D. (2008). Reduced-impact logging: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management* 256 (7): 1427-1433.
- R Core Team. (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de <https://www.R-project.org>
- RAINFOR. (2018). Índice de Liana Infestación de la Copa / Índice de Iluminación de la Copa (Protocolo técnico). Amazon Forest Inventory Network. Recuperado de https://rainfor.org/wp-content/uploads/sites/129/2022/07/CrownLianaProtocols_ES.pdf
- Roeder, M., Slik, J. F., Harrison, R. D., Paudel, E. y Tomlinson, K. W. (2015). Proximity to the host is an important characteristic for selection of the first support in lianas. *Journal of Vegetation Science* 26 (6): 1054-1060.
- Schnitzer, S. A., Dalling, J. W. y Carson, W. P. (2006). The impact of lianas on tree regeneration in tropical forest canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap-phase regeneration. *Journal of Ecology* 88 (4): 655-666.
- Schnitzer, S. A. (2015). Increasing liana abundance in neotropical forests: causes and consequences. *Ecology of lianas*: 451-464.
- Schnitzer, S. A., DeFilippis, D. M., Visser, M., Estrada-Villegas, S., Rivera-Camaña, R., Bernal, B., ... y García-León, M. (2021). Local canopy disturbance as an explanation for long-term increases in liana abundance. *Ecology Letters* 24 (12): 2635-2647.
- Shukurova, M., Khaydarov, K., Ashurov, M., Shernazarov, S. y Alavdinov, M. (2024). The use of perennial decorative lianas in vertical landscaping in the city of Samarkand. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 577, p. 03008). EDP Sciences.
- Tang, Y., Kitching, R. L. y Cao, M. (2012). Lianas as structural parasites: a re-evaluation. *Chinese Science Bulletin* 57 (4): 307-312.
- Utomo, I. H. A., Istomo, y Putra, E. I. (2025). Tree vitality assessment in lawn a and b of the Singapore Botanic Gardens. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1571 (1): 012013. IOP Publishing.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Anexos 1, 2 y 3 disponibles en el enlace: <http://hdl.handle.net/11336/294184>

Appendices 1, 2, and 3 are available at: <http://hdl.handle.net/11336/294184>



Anexo 4. Distribución espacial de los árboles evaluados en el Jardín Botánico Lillo (JBL), Tucumán, Argentina. Se muestra la ubicación de los árboles vivos (códigos en rojo; ver Anexo 2) y de los árboles muertos registrados (códigos en azul; ver Anexo 3). Los números en negro corresponden a la delimitación de los sectores internos del jardín.

Appendix 4. Spatial distribution of the trees evaluated in the Jardín Botánico Lillo (JBL), Tucumán, Argentina. The locations of live trees are shown (codes in red, see Appendix 2) along with recorded dead trees (codes in blue, see Appendix 3). Numbers in black correspond to the boundary lines of the garden's internal sectors.