

El tulipanero africano *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) en la Argentina: Impacto de una planta exótica sobre la mortalidad de entomofauna nativa

FLORENCIA E. AYALA¹✉; ADAN A. AVALOS² & RODRIGO CAJADE¹

¹Laboratorio de Investigación en Diversidad, Ecología y Conservación de Vertebrados. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. ²Instituto de Botánica del Nordeste, CONICET-UNNE.

RESUMEN. La introducción de especies exóticas constituye una de las principales amenazas para la biodiversidad a nivel mundial. *Spathodea campanulata* es una especie arbórea cultivada como ornamental, cuyo néctar tóxico presenta propiedades con actividad insecticida, en especial contra abejas. En la Argentina se desconocen sus efectos sobre la entomofauna. Por lo tanto, este estudio explora los efectos de mortalidad causados por *S. campanulata* sobre la entomofauna nativa en un área verde de la ciudad de Corrientes. A partir del estudio de tres árboles se analizó el porcentaje de flores con especímenes de entomofauna muertos en su interior y se determinó la abundancia de los taxones representados. Se calcularon índices de diversidad, riqueza de especies, completitud del inventario y curva de rango abundancia. Los resultados indican que la abeja nativa *Scaptotrigona jujuyensis* presentó la mayor mortalidad, con un total de 46 ejemplares de un total de 151, entre los que se hallaron representantes de los órdenes Himenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Araneae. Este estudio exploratorio advierte que *S. campanulata* es una amenaza potencial para la entomofauna nativa en áreas urbanas.

[Palabras clave: abejas, invasor, mortalidad, tóxico, urbano]

ABSTRACT. The African Tulip *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae): Impact on pollinators of an exotic plant in Argentina. The introduction of exotic species constitutes one of the main threats to biodiversity around the world. *Spathodea campanulata* is a tree species cultivated for its ornamental value, having toxic nectar with insecticidal properties, particularly against bees. In Argentina, its effects on the native entomofauna are unknown. This study explores the mortality effects of *S. campanulata* on the native entomofauna in a green area of Corrientes city. From the study of three trees, the percentage of flowers with dead entomofauna specimens inside was analyzed and the abundance of the taxa represented was determined. Diversity indices, species richness, inventory completeness and range-abundance curve were calculated. The results revealed the native bee *Scaptotrigona jujuyensis* was the most abundant, with a total of 46 specimens out of a total of 151 specimens, among which were founded representatives of the orders Himenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, and Araneae. This exploratory study warns that *S. campanulata* is a potential threat to native entomofauna in urban areas.

[Keywords: bees, invasive, mortality, toxic, urban]

INTRODUCCIÓN

La disminución de los polinizadores es un fenómeno global y se lo suele atribuir a causas antropogénicas como la destrucción y la fragmentación del hábitat, a la escasez de recursos florales, a la aplicación de pesticidas o a la introducción especies de exóticas (Goulson et al. 2015; Dainese et al. 2019). La urbanización representa una de las principales causas propuestas del declive de los insectos, sobre todo porque altera los recursos alimentarios y los sitios de nidificación (McKinney 2008; Bates et al. 2011; Zakardjian et al. 2020). Sin embargo, no existe un consenso claro sobre los efectos negativos establecidos por las zonas urbanas en

las comunidades de polinizadores (Hall 2017). En algunos casos, se propuso que las ciudades tienen la capacidad de mantener numerosas especies de polinizadores (principalmente abejas) debido a la gran heterogeneidad del hábitat, junto con abundantes recursos florales disponibles durante todo el año (Pardee and Philpott 2014; Ropars et al. 2018). Por ello, los espacios verdes dentro de las ciudades podrían cumplir un rol fundamental para conservar los polinizadores (Graffigna et al. 2023). Así, comprender qué parámetros causan efectos negativos o positivos sobre la riqueza y la abundancia de polinizadores en espacios verdes urbanos es esencial para

diseñar estrategias de manejo de la flora en estas áreas verdes, a fin de mitigar los efectos perjudiciales de la urbanización sobre la diversidad de insectos polinizadores.

El tulipanero africano, *Spathodea campanulata* P. Beauv., es un árbol que pertenece a la familia Bignoniaceae; es nativo de África Occidental y se lo cultiva mucho en diversas ciudades de América del Sur como especie ornamental (Francis 1990). Se documentó que esta especie secreta sustancias tóxicas en el néctar, lo que causa mortalidad en los insectos que la ingieren; sobre todo, abejas, moscas, avispas y hormigas (Portugal-Araújo 1963; Nogueira Neto 1997; Trigo and Santos 2000; Nogueira and Humberto 2014; Queiroz et al. 2014). Otros autores sugieren que la causa de mortalidad también podría deberse a la toxicidad del polen o a la presencia de mucílago en las flores, que podrían atrapar y asfixiar a las abejas (Trigo and Santos 2000; Rangaiah et al. 2004). Se postuló que la toxicidad está en relación con un mecanismo de defensa que presenta la planta ante el robo por parte de los ladrones de polen o néctar, y está controlado para no afectar a ciertas aves que constituyen los polinizadores efectivos propios de su zona de origen (Trigo and Santos 2000; Flach 2005; Nogueira and Carrillo 2013). Además, la mortalidad de los insectos provocada por la acción química del néctar aportaría un recurso proteínico adicional para las aves, que consumirían el néctar con insectos muertos en su interior (Avalos et al. 2021).

En la actualidad, el tulipanero africano está incluido en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Lowe et al. 2000). Asimismo, esta especie está incluida en el Compendio Global de Malezas (Randall 2017) y fue reportada como especie exótica invasora de numerosos países, con impactos económicos y ecológicos negativos (Herrera and Sierra 2005; Baptiste et al. 2010). Tal es así que varios países han promovido políticas y medidas legislativas para controlar su producción y comercialización (Department of Agriculture and Fisheries 2016; Portaria IAP N° 095; Lei N° 17.694). A pesar de esto, el tulipanero africano se comercializa y cultiva libremente en numerosas provincias de la Argentina y nunca se ha evaluado el efecto negativo que posee esta especie exótica sobre la entomofauna nativa en áreas verdes de las ciudades de nuestro país. La importancia de los espacios verdes y el arbolado urbano de las ciudades radica, entre

otras cosas, en que proveen refugios en medio de la matriz urbana, como también conexión entre las ciudades y los ambientes naturales (Haedo and Blendinger 2012). En la ciudad de Corrientes, Argentina, a *S. campanulata* se la cultiva en áreas urbanas y periurbanas, por lo que analizar las consecuencias negativas sobre la entomofauna nos permitirá comprender sus efectos en los entornos urbanos y evaluar potenciales acciones para la regulación del cultivo de esta especie. Entonces, ¿podría representar *S. campanulata* un factor de mortalidad para la entomofauna nativa en este sitio? ¿Podría ser este potencial factor de mortalidad mayor para las abejas nativas que para el resto de la entomofauna, tal como se registra en otros países?

El objetivo de este trabajo es analizar los potenciales efectos de mortalidad causados por *S. campanulata* sobre la entomofauna nativa en un área verde de la ciudad de Corrientes, Argentina. Nuestra hipótesis postula que *S. campanulata* es una amenaza para la entomofauna nativa debido a que su néctar y su mucílago tóxicos, adaptados a los polinizadores propios de su zona de origen (aves), causan la mortalidad de este tipo de visitantes florales. Sobre esta base esperamos a) registrar la presencia de visitantes florales muertos dentro de corolas de *S. campanulata*, y b) hallar una mayor mortalidad de abejas nativas respecto de otros grupos nativos de la entomofauna debido a que constituyen los principales visitantes florales que forrajean en flores que ofrecen néctar o polen como recompensa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Especie focal

Spathodea campanulata es nativo de África Occidental y se lo cultiva ampliamente en América del Sur como especie ornamental (Francis 1990). Es un árbol de gran porte y copa globosa, cuyas flores de color rojo-anaranjado se agrupan en racimos terminales (Rodríguez and Córdoba 2009). El néctar abundante de sus flores atrae a sus polinizadores, típicamente aves (Gentry 1974), aunque también atrae a diversos insectos que no intervienen en la polinización (Nogueira and Carrillo 2013). Además, el néctar se caracteriza por contener compuestos volátiles, carbohidratos y compuestos secundarios que le otorgan toxicidad (e.g., terpenos y esteroides) (Flach 2005; Franco et al. 2015).

Área de estudio y colecta de datos

Se seleccionaron 3 árboles separados ~400 m entre sí, del barrio Camba Cuá (27°28'6" S - 58°50'56" O) y alrededores, sobre los que se monitoreó su floración para obtener datos de mortalidad de la entomofauna. Durante 12 días divididos entre junio, julio y agosto de 2019 se colectaron, individualizaron y preservaron en un tubo eppendorf con alcohol al 70% muestras de la entomofauna muerta asociada al interior de 656 flores. De cada árbol se colectaron flores directamente del suelo. Las flores se almacenaron en bolsas rotuladas para cada árbol. La colecta se realizó entre las 6:00 h y las 8:00 h de la mañana, y nuevamente en la tarde-noche del mismo día entre las 19:0 h y las 20:00 h. Esta metodología —previamente aplicada en otros trabajos (e.g., Jiménez 2008)— permite obtener flores recientemente caídas e incrementar así las probabilidades de hallar insectos en un buen estado de conservación dentro de las flores. Del mismo modo, evita sesgos de muestreo por utilizar flores más accesibles de alcanzar que si estuviesen en el árbol; las flores caídas hace posible que cualquier flor que haya estado en el árbol a cualquier altura tenga la misma posibilidad de estar presente en los datos. A partir de estas muestras se procedió a determinar los insectos bajo microscopio estereoscópico (LEICA EZ4E) utilizando claves entomológicas (Coronado Padilla and Márquez Delgado 1978; Zamudio and Álvarez 2016; Roig-Juñent et al. 2014) y material de referencia de diversas colecciones entomológicas. Los insectos se determinaron hasta el menor nivel taxonómico posible (familia, género o especie). Los individuos que no pudieron ser identificados hasta el nivel de especie se asignaron a la categoría de morfoespecies.

Análisis estadísticos

Se calculó el porcentaje de flores con presencia de individuos muertos y se determinó la abundancia de los taxones representados. Para indicar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para capturar la riqueza de especies, se calculó la cobertura de la muestra o grado de completitud mediante un análisis de rarefacción basado en el tamaño de la muestra para estimar la tasa de aumento de la riqueza de especies al aumentar el número de muestras. Este análisis se realizó con el paquete iNEXT (Hsieh et al. 2016) en R (R Development Core Team 2011). Se calculó la diversidad alfa a partir de la riqueza específica

total (S). Para estimar la riqueza de especies, se calculó la completitud del inventario mediante el uso de dos estimadores no paramétricos: ACE (del inglés abundance based coverage estimator) (Chao and Lee 1992) y Chao 1 (Chao 1984). Se tuvieron en cuenta estos índices debido a que ambos se ajustan muy bien al tipo de datos observados. Este análisis se realizó utilizando el software EstimateS v9.1.0 con la aleatorización de la muestra en un número de 1000 veces (Colwell 2013). Con el objetivo de visualizar la composición, la abundancia y la uniformidad de taxones registrados, se realizaron gráficos de rango-abundancia (Feinsinger 2001). Para esto, se graficó la abundancia de las especies contra el rango ocupado por cada especie desde la de mayor a la de menor abundancia (Whittaker 1965; Feinsinger 2001). Para estandarizar y reducir las diferencias entre las especies más abundantes y aquellas poco representadas, se transformaron las abundancias mediante Log en base 10, utilizando el software Infostat versión 2013 (Di Rienzo et al. 2013).

RESULTADOS

Diversidad de entomofauna afectada

Se analizó un total de 656 flores de *S. campanulata*. El número de flores recogidas por árbol fue variable, encontrándose entre 10-25 flores durante cada muestreo (n=12). El 17.53% de las flores presentó individuos muertos (115/656 flores). Se registró un total de 151 visitantes florales muertos en el interior de 115 flores. De los 151 especímenes registrados, 20 no pudieron ser identificados a nivel de orden por su estado de conservación, y se les asignó la categoría de indefinido. Todos los insectos muertos fueron hallados embebidos en el néctar mucilaginoso. La cobertura de la muestra calculada por INEXT fue 0.85. Según los estimadores ACE y Chao 1, la riqueza estimada de especies fue 42. La riqueza observada representó un 74% del inventario de especies estimadas. La curva de rango abundancia muestra una comunidad desequilibrada, con la presencia de una especie exclusivamente dominante (*Scaptotrigona jujuyensis*), muchas especies con muy baja representación y, entre estas, unas pocas especies de representación intermedia (Figura 1).

Los 151 visitantes florales hallados muertos se distribuyeron en los órdenes Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera y una escasa

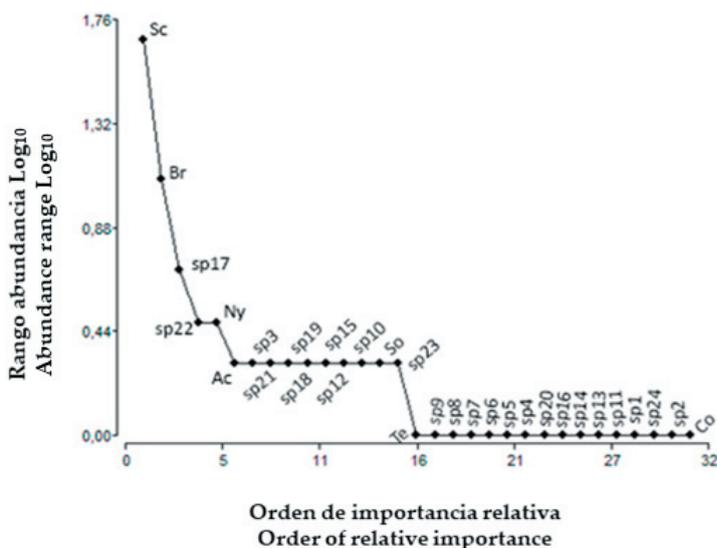


Figura 1. Curva de rango abundancia de los insectos hallados muertos en flores de *Spathodea campanulata*. Sc= *Scaptotrigona jujuyensis*. Br= *Brachymyrmex* sp. Ny= *Nylanderia* sp. So= *Solenopsis* sp. Ac= *Acromyrmex* sp. Te= *Tetragonisca fiebrigi*. Co= *Cochliomyia macellaria*. Sp= morfoespecies.

Figure 1. Rank abundance curve of insects found dead in *Spathodea campanulata* flowers. Sc= *Scaptotrigona jujuyensis*. Br= *Brachymyrmex* sp. Ny= *Nylanderia* sp. So= *Solenopsis* sp. Ac= *Acromyrmex* sp. Te= *Tetragonisca fiebrigi*. Co= *Cochliomyia macellaria*. Sp= morfospecies.

representación de Araneae (n=1) (Figura 2). Dentro del orden Hymenoptera se registraron en su mayoría individuos de la familia Apidae (Figura 3), tribu Meliponini (n=47), con *Scaptotrigona jujuyensis* (n=46) y *Tetragonisca fiebrigi* (n=1) como representantes. Además, se colectó un individuo de la familia Ichneumonidae (n=1). La familia Formicidae, con representantes de los géneros *Brachymyrmex* sp. (n=12), *Acromyrmex* sp. (n=2), *Nylanderia* sp. (n=3) y *Solenopsis* sp. (n=2). En el orden Diptera se registraron en su mayoría especímenes de la familia Sciaridae (n=7), seguido por la familia Drosophilidae (n=5), Dolichopodidae (n=5), Simuliidae (n=2), Culicidae (n=2), Sarcophagidae (n=1), Phoridae (n=1), Calliphoridae (n=1), Ceratopogonidae (n=1), Muscidae (n=1), Tipulidae (n=1) y Chironomidae (n=1), y un total de 21 ejemplares que no pudieron ser identificados

a nivel de familia. Dentro del orden Coleoptera fueron registradas las familias Coccinellidae, con dos morfoespecies: la morfoespecie 1 (n=2) y la morfoespecie 2 (n=1). Se registró a la familia Chrysomelidae con una sola especie (n=1). Un total de 2 especímenes no pudieron ser identificados a nivel de familia. Dentro del orden Hemiptera estuvo representada la familia Aphididae (n=5) y 3 ejemplares que no pudieron ser identificados a nivel de familia. En cuanto a la morfoespecie 17, no fue posible su identificación por el mal estado en que se encontraba el material colectado.

DISCUSIÓN

Este trabajo estudió si la presencia de una especie arbórea exótica, el tulipanero africano (*Spathodea campanulata*), cuyo néctar y mucílago poseen una sustancia tóxica

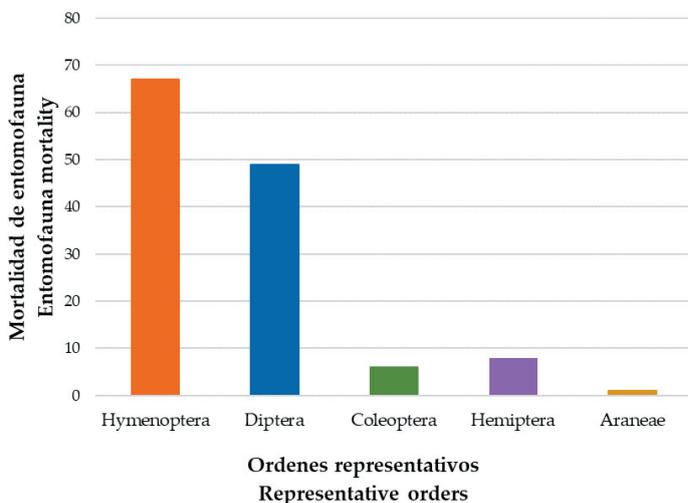


Figura 2. Proporción de mortalidad de entomofauna (a nivel de orden) causada por *Spathodea campanulata*.

Figure 2. Proportion of entomofauna mortality (to order level) caused by *Spathodea campanulata*.

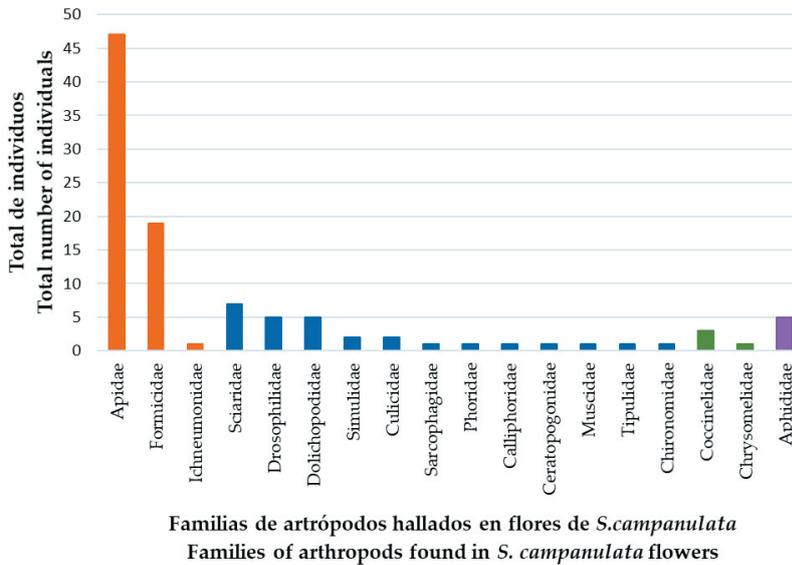


Figura 3. Mortalidad de entomofauna expresada en números de individuos muertos por familia, causada por *Spathodea campanulata*.

Figure 3. Entomofauna mortality expressed in number of dead individuals per family caused by *Spathodea campanulata*.

puede causar mortalidad de la entomofauna nativa de la ciudad de Corrientes. Nuestros resultados sugieren que la toxicidad de esta especie arbórea estaría causando la mortalidad de la entomofauna nativa en el sitio muestreado, en concordancia con estudios previos (Nogueira Neto 1997; Trigo and Santos 2000; Nogueira and Humberto 2014). Por esta razón, la especie no sería beneficiosa para conservar la biodiversidad de polinizadores en zonas urbanas (Pardee and Philpott 2014; Ropars et al. 2018; Graffigna et al. 2023). Las consecuencias negativas directas e indirectas de la pérdida de biodiversidad de insectos polinizadores son bien conocidas (Dainese 2019; Aizen et al. 2020). Sin embargo, la magnitud del efecto de *S. campanulata* sobre los polinizadores en cada sitio dependerá de la abundancia de árboles cultivados, de la biología de cada taxón de polinizadores (si son especies sociales, gregarias o solitarias) y del número de interacciones que estos establezcan con otras especies (e.g., otras interacciones planta-polinizador).

La riqueza específica y la abundancia de abejas e insectos muertos en las flores colectadas en el suelo fue menor a los observados en otros estudios. Esto podría deberse a que existe una mayor diversidad de Himenópteros en los otros sitios analizados —como, por ejemplo, Brasil—, comparado con Corrientes (Argentina) (Freitas et al. 2009; Álvarez et al. 2023). Además, también podría estar asociado a nuestro período de muestreo (junio a agosto), que no coincide con el período de mayor actividad de los

insectos (que corresponde a meses estivales, períodos lluviosos y fotoperíodo relacionado con esa estación), en comparación con los meses muestreados (marzo a abril) en los estudios en Brasil (Trigo and Santos 2000). Otras posibles explicaciones podrían ser el número de árboles analizados, las diferencias entre tipos de ambientes (i.e., área urbana, semiurbana o rural-natural) y las latitudes diferenciales entre los sitios de estudio. Por último, las diferencias de riqueza de especies y de abundancias con respecto a otros estudios podrían deberse a cuestiones climáticas. Las variaciones en los factores climáticos como la temperatura y la humedad pueden afectar la producción y la concentración del néctar. Al darse condiciones de temperatura baja y humedad alta, se observa una disminución de la concentración del néctar, mientras que en condiciones opuestas, la concentración aumenta (Baker and Baker 1983). Los cambios en la concentración o en la composición de azúcares en el néctar influye en la presencia de los visitantes florales (Franco et al. 2015). En Corrientes, cuyo clima se caracteriza por ser húmedo con exceso hídrico desde fin de verano y otoño, y deficiencia de precipitaciones en invierno y comienzo de primavera (Carnevali 1994), se considera que podrían ser variables importantes a la hora de encontrar insectos muertos dentro de las flores, a tener en cuenta en nuevas investigaciones.

En este trabajo, la abeja nativa *Scaptotrigona jujuyensis* fue la más afectada por mortalidad en los árboles analizados. Estudios similares demostraron que la mayor mortalidad

hallada entre los visitantes florales se registra en abejas, y de estas, en particular las que pertenecen a la tribu Meliponini (Trigo and Santos 2000; Jiménez 2008; Queiroz et al. 2014; Ribeiro et al. 2018). Un estudio experimental demostró los efectos negativos del consumo de néctar y polen en la supervivencia de dos especies de abejas obreras utilizadas en Meliponicultura, *Melipona fasciculata* y *Melipona seminigra* (Queiroz et al. 2014). Estas abejas habitan en regiones tropicales y subtropicales, y son eficientes polinizadores de la flora nativa, asegurando la formación de los frutos y semillas (Baquero and Stamatti 2007). En la Argentina, algunas especies de melipóninos habitan áreas urbanas y periurbanas, en especial, aquellas especies de pequeño tamaño y que presentan hábitos de nidificación generalistas (Álvarez and Lucia 2018). Además, las especies forman colonias perennes y los individuos están activos durante todo el año (Zamudio and Álvarez 2016), a diferencia de otros insectos no sociales. En Corrientes se observaron numerosos nidos de las abejas nativas *Scaptotrigona jujuyensis* y *Tetragonisca fiebrigi* en diversas áreas verdes de la ciudad, incluso cercanos al área de muestreo (Avalos observación personal). Este hecho podría relacionarse con la presencia abundante de *S. jujuyensis* encontrados muertos en las corolas de *S. campanulata*. Por otra parte, la abundancia de hormigas en particular del género *Brachymyrmex*, se puede deber a la presencia de sustancias azucaradas liberadas por los nectarios florales y extraflorales. Tal como lo expresan Navarro et al. (2007), estas glándulas constituyen grandes atrayentes para este grupo. En futuros estudios se podría evaluar la relación que existe entre la cantidad de nidos de diferentes especies de abejas meliponinas (u de otros grupos taxonómicos) en un determinado espacio verde y la mortalidad que causa el tulipanero africano. Del mismo modo, se podría establecer el efecto indirecto de la mortalidad provocada *S. campanulata* sobre otras especies (plantas y animales), analizando las redes de interacción de las especies de insectos más afectadas por esta planta.

Considerando los estimadores y la cobertura de la muestra, se alcanzó una representatividad aceptable. Aunque existen probabilidades de hallar nuevos registros de especies con el aumento de los muestreos,

estas probabilidades generan nuevas preguntas a responder en un futuro como qué otros insectos podrían verse afectados en las áreas urbanas o en un entorno más natural como áreas periurbanas o semirurales donde también se cultiva a *S. campanulata*. La curva de rango abundancia muestra la presencia de muchas especies de baja representatividad, lo que sugiere que los mismos podrían interpretarse como visitantes ocasionales o esporádicos. Por el contrario, el análisis de la curva evidencia el elevado impacto que tiene *S. campanulata* sobre un polinizador de gran importancia para especies vegetales del monte nativo (Zamudio and Álvarez 2016) al observarse una predominancia determinante de *S. jujuyensis*. Esta especie interviene en la polinización de numerosos árboles entomófilos del monte chaqueño, asegurando la formación de los frutos y semillas, y la disponibilidad de recursos alimenticios para los consumidores de frutos (ver Spagarino et al. 2014).

Por lo tanto, los efectos de mortalidad de *S. campanulata* registrados en la ciudad de Corrientes en este estudio podrían sugerir la necesidad de la regulación de su cultivo, teniendo en cuenta acciones que contemplen la eliminación esta amenaza y el reemplazo por árboles nativos al arbolado urbano, que promuevan la conectividad de biodiversidad entre la ciudad, áreas periurbanas periféricas y áreas naturales. Este tipo de acciones es de vital importancia considerando el rol de conectividad para la fauna que cumplen los espacios verdes urbanos. En particular, el entorno del Parque Camba Cuá estudiado es un sitio de conectividad con el espacio verde marginal de la costanera del Río Paraná y, a través de esta, con los ambientes periurbanos a seminaturales. Sin embargo, ampliar este tipo de estudios considerando diferentes niveles de urbanización podría aportar información valiosa sobre el grado diferencial con el que impacta esta especie sobre la entomofauna nativa. Esto permitirá evaluar de mejor manera las decisiones sobre la regulación de la producción y el cultivo de esta especie.

AGRADECIMIENTOS. Agradecemos a Ignacio Roesler por los valiosos comentarios para la elaboración de este trabajo. A José Piñeiro por la ayuda brindada en los análisis estadísticos. A Miryam Damborsky y su equipo por su colaboración en la identificación de los insectos.

REFERENCIAS

- Aizen, M. A., and C. L. Morales. 2020. Impacts of non-native plants on plant-pollinator interactions. Plant invasions: the role of biotic interactions. CABI 241-255. <https://doi.org/10.1079/9781789242171.0013>.
- Álvarez, L. J., and M. Lucia. 2018. Una especie nueva de *Trigonisca* y nuevos registros de abejas sin aguijón para la Argentina (Hymenoptera: Apidae). *Caldasia* 40(2):232-245. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n2.70870>.
- Avalos, G., E. Chacón-Madrigal, and L. G. Artavia-Rodríguez. 2021. Invasive Plants of Costa Rica Current Status and Research Opportunities. Pp. 57-76 en T. Pullaila and M. R. Lelmini (eds.). *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World*. Wiley-Blackwell, Hoboken, Nueva Jersey, Estados Unidos. <https://doi.org/10.1002/9781119607045.ch37>.
- Baker, H. G., and I. Baker. 1983. Floral nectar sugar constituents relation to pollinator type. Pp. 117-141 en C. E. Jones and R. J. Little (eds.). *Handbook of Experimental Pollination Biology*.
- Baptiste, M. P., and C. Múnera. 2010. Análisis de riesgo de especies de plantas introducidos en Colombia. Pp. 53-71 en M. P. Baptiste, N. Castaño, D. Cárdenas, F. P. Gutiérrez, D. L. Gil and C. A. Lasso (eds.). *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*.
- Baquero, L., and G. Stamatti. 2007. Cría y manejo de abejas sin aguijón. Ediciones del Subtrópico.
- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes. Gobierno de la provincia de Corrientes e INTA.
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11(4):265-270.
- Chao, A., and S. M. Lee. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87(417):210-217. <https://doi.org/10.1080/01621459.1992.10475194>.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS 9.1.0. University of Connecticut, Storrs, U.S.A. URL: purl.oclc.org/estimates.
- Coronado Padilla, R., and A. Márquez Delgado. 1978. Introducción a la Entomología. Morfología y Taxonomía de los Insectos. Editorial Limusa.
- Dainese, M., E. A. Martin, M. A. Aizen, M. Albrecht, I. Bartomeus, R. Bommarco, et al. 2019. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances* 5(10):eaax0121.
- Department of Agriculture and Fisheries. 2016. Fact sheet: African tulip tree *Spathodea campanulata*. En Restricted invasive plant. Biosecurity Queensland. URL: tinyurl.com/2hw7tbun.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Tablada, and C. W. Robledo. 2013. InfoStat, versión 2013, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. URL: infostat.com.ar.
- Feinsinger, P. 2001. Designing field studies for biodiversity conservation. Island Press.
- Flach, A. 2005. Ecología química de Maxillariinae, *Spathodea campanulata* e Meliponinae. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. URL: repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/350366.
- Francis, J. K. 1990. *Spathodea Campanulata Beauv.* African Tulip Tree: Bignoniaceae, Bignonia Family. US Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. Pp. 5.
- Franco, D. P., J. C. Guerreiro, M. C. Ruiz, and R. M. G. Da Silva. 2015. Evaluación del potencial insecticida del néctar de *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Colombiana de Entomología* 41(1):63-67.
- Freitas, B. M., V. L. Imperatriz-Fonseca, L. M. Medina, A. D. M. P. Kleinert, L. Galetto, G. Nates-Parra, and J. J. G. Quezada-Euán. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40(3):332-346. <https://doi.org/10.1051/apido/2009012>.
- Gentry, A. H. 1974. Coevolutionary patterns in central American Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61(3):728-759. <https://doi.org/10.2307/2395026>.
- Haedo, J., and P. Blendinger. 2012. Aves y arbolado urbano en el gran San Miguel de Tucumán. Pp. 251-262 en A. Grau and A. M. Kortsarz (eds.). *Guía de arbolado de Tucumán*.
- Hall, D. M., G. R. Camilo, R. K. Tonietto, J. Ollerton, K. Ahrné, M. Arduser, J. S. Ascher, K. C. R. Baldock, R. Fowler, G. Frankie, et al. 2017. The city as a refuge for insect pollinators. *Conserv Biol* 31:24-29. <https://doi.org/10.1111/cobi.12840>.
- Herrera, A., and C. Sierra. 2005. Especies invasoras en Costa Rica: resultados del taller nacional sobre identificación de especies invasoras. International Union for Conservation of Nature (IUCN) and Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO).
- Hsieh, T. C., K. H. Ma, and A. Chao. 2016. Inext: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution* 7(12):1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>.
- Jiménez, D. 2008. Variación en la diversidad y abundancia de abejas melipóninas muertas en flores de *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae) en relación a la distancia del bosque. Pp. 51-58 en F. Bolaños, J. Lobo and E. Chacón (eds.). *Curso de Biología de Campo 2008*.
- Lei Nº 17.694. Proíbe a produção de mudas e o plantio da *Spathodea campanulata*, também conhecida como Espatódea, Bisnagueira, Tulipeira-doGabão, Xixide-Macaco ou Chama-da-Floresta e incentiva a substituição das existentes (14 de janeiro de 2019). URL: leis.alesc.sc.gov.br/html/2019/17694_2019_Lei.html.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas, and M. De Poorter. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (ICN).
- Navarro, E. V. V., H. F. Sánchez, and F. J. S. Cardona. 2007. Hormigas (Hymenoptera Formicidae) asociadas al arboretum

- de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 1(40):497-505.
- Nogueira Neto, P. 1997. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. Editora Nogueirapis.
- Noguera, A., and R. Humberto. 2014. Efecto insecticida, repelente y fungistático de extractos de hojas y flores de Llama del bosque (*Spathodea campanulata* Beauv). Tesis Doctoral, Universidad Estatal a Distancia CR. URL: repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/124.
- Noguera, R. A., and J. G. P. Carrillo. 2013. Evaluación in vitro de extractos de hojas y flores de llama del bosque (*Spathodea campanulata* B.) sobre la broca del café (*Hypothenemus hampei* F.). Revista Tecnología en Marcha 26(3):38-48. <https://doi.org/10.18845/tm.v26i3.1516>.
- Pardee, G. L., and S. M. Philpott. 2014. Native plants are the bee's knees: local and landscape predictors of bee richness and abundance in backyard gardens. Urban Ecosystems 17:641-659. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0349-0>.
- Portaria IAP Nº 095. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, estabelece normas de controle e dá outras providências (22 de maio de 2007). URL: tinyurl.com/2s3hahc3.
- Portugal-Araújo, V. 1963. O perigo de dispersão da Tuliperira do Gabão (*Spathodea campanulata* Beauv). Chacaras e Quintais 107:562.
- Queiroz, A. C. M., F. A. L. Contrera, and G. C. Venturieri. 2014. The effect of toxic nectar and pollen from *Spathodea campanulata* on the worker survival of *Melipona fasciculata* Smith and *Melipona seminigra* Friese, two Amazonian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Sociobiology 61(4):536-540. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.536-540>.
- R Development Core Team. 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing Version 2.13.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: rproject.org.
- Randall, R. P. 2017. A Global Compendium of Weeds. 3rd Edition.
- Rangaiah, K., S. Purnachandra Rao, and A. J. Solomon Raju. 2004. Bird-pollination and fruiting phenology in *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae). Beitrage zur Biologie der Pflanzen 73(3):395.
- Ribeiro, M. D. F., M. D. S. Almeida, R. L. V. de Souza, A. Mariano, K. P. dos Santos, M. Galvao, and C. W. da Silva. 2018. *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae): flower visitors and nectar characteristics. Resumo. XII encontro sobre as abelhas. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
- Rodríguez, F. R., and G. T. Córdoba. 2009. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Llama del Bosque. Revista Forestal Mesoamericana Kurú 6(16):63-65.
- Roig-Juñent, S., L. E. Claps, and J. J. Morrone. 2014. Biodiversidad de artrópodos argentinos. Editorial INSUE UNT.
- Ropars, L., I. Dajoz, and B. Geslin. 2018. La diversité des abeilles parisiennes. Osmia 7:14-19. <https://doi.org/10.47446/OSMIA7.3>.
- Trigo, J. R., and W. F. Santos. 2000. Insect mortality in *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae) flowers. Brazilian Journal of Biology 60(3):537-538. <https://doi.org/10.1590/S0034-71082000000300019>.
- Whittaker, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science 147(3655):250-260. <https://doi.org/10.1126/science.147.3655.250>.
- Zakardjian, M., B. Geslin, V. Mitran, E. Franquet, and H. Jourdan. 2020. Effects of urbanization on plant-pollinator interactions in the tropics: an experimental approach using exotic plants. Insects 11(11):773. <https://doi.org/10.3390/insects11110773>.
- Zamudio, F., and L. J. Álvarez. 2016. Abejas sin aguijón de Misiones: una guía etnotaxonómica para su identificación en el campo. Universidad Nacional de Córdoba.