

Mortalidad de abejas nativas asociada a las flores del árbol ‘Llama del Bosque’ (*Spathodea campanulata*, P.Beauv., 1805), en individuos muestreados en Atenas y San Ramón, Costa Rica

Mortality of native bees associated with flowers of the ‘Flame of the Forest’ tree (*Spathodea campanulata* P. Beauv., 1805) in samples from Atenas and San Ramón, Costa Rica

Marianyela Ramírez Montero

Universidad Técnica Nacional, Sede de Atenas, Alajuela, Costa Rica.

mramirezmo@utn.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0001-8604-3789>

Adriana González Molina

Universidad Técnica Nacional, Sede de Atenas, Alajuela, Costa Rica.

agonzalezm@utn.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0003-4454-247X>

José Pablo Carvajal Sánchez

Universidad Técnica Nacional, Ingeniería en Ciencias Forestales y Vida Silvestre, Sede de Atenas, Alajuela, Costa Rica.

Universidad Nacional, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Heredia, Costa Rica.

jose.carvajal.sanchez@una.cr, jcarvajals@utn.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0001-7074-7298>

Referencia/ reference:

Ramírez, M., González, A. y Carvajal, J.(2026).Mortalidad de abejas nativas asociada a las flores del árbol ‘Llama del Bosque’ (*Spathodea campanulata*, P.Beauv., 1805), en individuos muestreados en Atenas y San Ramón, Costa Rica. *Yulök Revista de Innovación Académica*, Vol.9 (1), 23-31. <https://doi.org/10.47633/4z3hq196>

Recibido: 2 de setiembre 2025

Aceptado: 19 de junio 2025

Resumen

El árbol *Spathodea campanulata*, conocido como “Llama del bosque”, es una especie exótica ampliamente utilizada con fines ornamentales. Sus flores producen abundante néctar, atractivo para diversos invertebrados como las abejas; sin embargo, existe evidencia de que este recurso o el mucílago secretado en los brotes florales pueden ser letales para algunas especies de insectos. El objetivo de esta investigación fue determinar la mortalidad de abejas nativas asociada a las flores del árbol “Llama del bosque” en individuos muestreados en Atenas y San Ramón, de la República de Costa Rica. Se realizaron muestreos quincenales entre junio y diciembre 2023 de las flores caídas de cinco árboles. Se recolectó y analizó 2750 flores. Un 19,5% de estas contenían insectos muertos en su interior, con un total de 1172 individuos, principalmente, de los órdenes Hymenoptera y Diptera. Entre los grupos de abejas, la familia Apidae fue la más afectada que se encontró en los árboles estudiados, con 651 individuos, de los cuales 640 corresponden a abejas sin aguijón (tribu Meliponini). Se identificaron 14 especies de meliponinos, la *Trigona corvina* como la más representada. Los resultados evidencian que *S. campanulata* es atractiva para distintos grupos de insectos, especialmente, abejas sin aguijón y moscas; sin embargo, sus flores pueden resultar mortales, lo que resalta su posible efecto tóxico y el riesgo para la apifauna nativa en los sitios evaluados. Dada su utilización como ornamental, se recomienda considerar el uso de especies de árboles y plantas nativas que proporcionen recursos florales seguros para los polinizadores, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y al equilibrio ecológico de los ecosistemas tropicales.

Palabras clave: *Spathodea campanulata*, especie exótica invasora, mortalidad de abejas nativas, impacto ecológico, Costa Rica.

Abstract

The tree *Spathodea campanulata*, known as the “African tulip tree,” is an exotic species widely used for ornamental purposes. Its flowers produce abundant nectar, which is attractive to various invertebrates such as bees; however, evidence suggests that this resource or the mucilage secreted in floral buds can be lethal to some insects. This study aimed to determine the mortality of native bees associated with *S. campanulata* flowers in individuals sampled in Atenas and San Ramón, Costa Rica. Biweekly sampling was conducted from June to December 2023 on fallen flowers from five trees, collecting and analyzing a total of 2750 flowers. Of these, 19.5% contained dead insects, totaling 1172 individuals, mainly from Hymenoptera and Diptera. The family Apidae was the most affected, with 651 individuals, of which 640 belonged to stingless bees (tribe Meliponini). Fourteen Meliponini species were identified, with *Trigona corvina* being the most represented. The results indicate that *S. campanulata* is attractive to diverse insect groups, particularly stingless bees and flies; however, its flowers can cause mortality, highlighting its potential toxic effect and the risk it poses to native bee populations at the sites studied. Given its ornamental use, the planting of native trees and flowering plants that provide safe floral resources for pollinators is recommended, supporting biodiversity conservation and the ecological balance of tropical ecosystems

Keywords: *Spathodea campanulata*, invasive alien species, native bee mortality, ecological impact, Costa Rica.

Introducción

El árbol *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae), conocido comúnmente como “Llama del bosque” o “Tulipán africano”, es un árbol grande, nativo de bosques secundarios, bordes de bosques y sabanas tropicales de África Occidental (Clements et al., 2022; Sutton et al., 2017). Por intervención humana, este árbol se ha introducido en diversas zonas de clima tropical de América, Asia y Oceanía (Teinkela et al., 2023), como especie ornamental, debido a la facilidad de cultivo, su rápido crecimiento y la apariencia llamativa de sus abundantes ramos de flores color rojo-naranja de gran tamaño (Sutton et al., 2017).

Además de ser una especie utilizada como ornamental, posee otros usos como maderable, cerca viva y árbol de sombra en cafetales (Chacón-Madrigal et al., 2022). También, se ha reportado su potencial en medicina tradicional (Teinkela et al., 2023). No obstante, se considera una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Ayala et al., 2024; Clements et al., 2022), que amenaza a la vegetación nativa, al ser de rápido crecimiento (Keppel et al., 2021; Sitepu, 2020) y a la entomofauna nativa, en las regiones invadidas (Ayala et al., 2024; Castagnino et al., 2024).

Se conoce que las flores de *S. campanulata* producen abundante néctar con alta concentración de azúcares que atrae animales vertebrados como las aves, las cuales son sus polinizadores en su zona de origen (Avalos et al., 2021). Asimismo, sus flores son atractivas para algunos invertebrados, entre ellos las abejas. A pesar de ello, se ha comprobado que el néctar posee propiedades insecticidas

derivadas de su composición química, y que los brotes florales contienen una sustancia mucilagínosa con alcaloides tóxicos (Alarcón et al., 2016; Alarcón-Noguera & Penieres-Carrillo, 2013; Santos et al., 2017), los cuales pueden resultar letales para abejas y otros insectos en regiones tropicales del continente americano (Ayala et al., 2024; Castagnino et al., 2024; Queiroz et al., 2014). Además, Trigo y Santos (2000) señalan que el mucílago presente en los brotes florales puede tener un efecto mecánico, actuando como una trampa que impide la salida de las abejas de las corolas y que provoca su asfixia.

En Costa Rica, este árbol fue introducido por el naturalista Charles Lankester a finales del siglo XIX (Rojas-Rodríguez & Torres-Córdoba, 2012; The Tico Times, 2023). Actualmente, se encuentra como especie ornamental en jardines privados y parques urbanos (Avalos et al., 2021), sin embargo, existe poca evidencia sobre el impacto ecológico que podría generar en las poblaciones de abejas nativas (Chacón-Madrigal et al., 2022). En años anteriores, Jiménez (2008), registró una mortalidad de más de 200 individuos de 14 especies de abejas sin aguijón, al analizar un total de 692 flores de árboles de *S. campanulata*, ubicados en el cantón de Golfito, Costa Rica. Con base en lo anteriormente expuesto, en esta investigación, se plantea como objetivo determinar la mortalidad de abejas nativas asociada a las flores del árbol “Llama del bosque” en individuos muestreados en Atenas y San Ramón, de la República de Costa Rica, con el propósito de generar mayor conocimiento sobre los posibles efectos de esta especie en las abejas.

Materiales y Métodos

Área de estudio y recolección de datos

La investigación se llevó a cabo en dos cantones de la provincia de Alajuela, Costa Rica: Atenas y San Ramón. En Atenas, el muestreo se realizó en el distrito de Concepción y en San Ramón, en el distrito central del mismo nombre. Los sitios seleccionados se ubican en un entorno semiurbano, caracterizado por la coexistencia de áreas residenciales dispersas, paisajes agrícolas y fragmentos de vegetación secundaria.

En cada localidad se eligieron árboles adultos de “Llama del bosque” para su monitoreo durante el periodo de floración, con dos individuos en Atenas y tres en San Ramón. De cada árbol se recolectaron 50 flores caídas al suelo que presentaban mínimos signos de descomposición (Jiménez, 2008). La recolección se realizó entre las 08:00 y 09:00 h, y las flores fueron almacenadas en bolsas debidamente rotuladas para su posterior análisis en laboratorio. Según investigaciones previas, la recolección de flores caídas garantiza que, la totalidad de estas producidas por el árbol, tengan una probabilidad similar de ser analizadas (Ayala et al., 2024). Este procedimiento se repitió durante todo el periodo de floración, entre los meses de junio y diciembre 2023, con un intervalo de 15 días entre cada muestreo, para un total de 11 muestreos.

En el laboratorio, se procedió al análisis de las flores para extraer los insectos muertos que se encontraban en su interior. Los especímenes fueron preservados en alcohol al 70% y almacenados a una temperatura de 3°C hasta el momento de su clasificación taxonómica. Utilizando un microscopio estereoscópico, se observaron los insectos recuperados, los cuales fueron identificados hasta el nivel de orden. En el caso específico de las abejas, los ejemplares fueron clasificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible (familia, género o especie). La identificación se realizó con el apoyo de claves entomológicas especializadas (Ayala, 1999; Flórez, 2023; Hanson et al., 2021).

Análisis de Datos

Riqueza Específica

En el caso de las abejas se obtuvo la riqueza específica considerando todos los grupos encontrados. Este índice se basa únicamente en el conteo del número total de especies registradas en un área o comunidad, sin considerar su abundancia relativa ni la importancia ecológica de cada una (Moreno, 2001).

Riqueza Estimada

Para el grupo de abejas nativas sin aguijón (Meliponini), la riqueza se estimó mediante el método Jackknife, una técnica no paramétrica que permite corregir la subestimación de la riqueza de especies en los estudios de biodiversidad, al considerar la heterogeneidad en la detectabilidad. Esta herramienta resulta especialmente útil cuando el esfuerzo de muestreo no logra detectar la totalidad de las especies presentes en el área de estudio. Para realizar los cálculos se aplicó el modelo $M(h)$, de heterogeneidad, el cual asume que cada individuo o especie posee su propia probabilidad de captura. Dicho análisis se llevó a cabo utilizando el programa MARK 10.X, desarrollado por White y Burnham (1999).

Coefficiente de Jaccard

El coeficiente de Jaccard es una herramienta útil para medir el grado de similitud entre las especies de dos sitios donde se ha realizado un muestreo. Este coeficiente varía entre 0 y 1. Un valor de 0 indica que no hay especies compartidas entre los sitios muestreados, mientras que un valor de 1 significa que ambos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Índice de Dominancia de Berger-Parker

El índice de dominancia de Berger-Parker es una herramienta sencilla y eficaz para evaluar la dominancia dentro de una comunidad ecológica. Este índice mide la proporción de la especie más abundante en comparación con el total de individuos muestreados, esto permite conocer la abundancia relativa de la especie dominante en un ecosistema. A mayor valor del índice, mayor será la dominancia de una sola especie en la comunidad (Magurran, 1988). Para calcular este índice se empleó el programa Species Diversity and Richness VI., desarrollado por Seaby y Henderson (2006).

Resultados

Se llevó a cabo un análisis de un total de 2750 flores provenientes de cinco árboles de *S. campanulata*, de las cuales 1100 corresponden a Atenas y 1650 a San Ramón. De estas, el 19,5% presentaron entre 1 y 14 insectos muertos en su interior, lo cual resultó en un total de 1172 visitantes florales muertos, principalmente, de los órdenes Hymenoptera y Diptera (Cuadro 1). Dentro del orden Hymenoptera, se contabilizaron 651 individuos muertos pertenecientes a la familia Apidae, esto representó el 55,5% del total de insectos. La mayoría correspondía a la tribu Meliponini (640 individuos); además, se registraron abejas de la familia Halictidae, aunque en una proporción considerablemente menor (Cuadro 1).

Cuadro 1

Insectos encontrados muertos en las flores analizadas de S. campanulata en los sitios de Atenas y San Ramón, Alajuela.

Clasificación de individuos				Número de individuos		Total	
Orden	Familia	Tribu	Especie	Atenas	San Ramón	Número de individuos	Abundancia proporcional
Diptera				152	189	341	29,1
Coleoptera				9	15	24	2,0
Lepidoptera				4	11	15	1,3
Hemiptera				1	10	11	0,9
Thysanoptera				4	0	4	0,3
Orthoptera				0	2	2	0,2
Hymenoptera				49	73	122	10,4
	Halictidae	Augochlorini	sp.1	1	0	1	0,1
		Halictini	sp.2	0	1	1	0,1
		Apini	Apis mellifera	4	7	11	0,9
			Trigona corvina	106	348	454	38,7
			Scaptotrigona pectoralis	68	0	68	5,8
			Trigona fulvi-ventris	12	10	22	1,9
			Trigona silvestriana	0	22	22	1,9
			Partamona orizabaensis	1	15	16	1,4
			Nannotrigona perilampoides	15	0	15	1,3
			Scaptotrigona subobscuripennis	0	11	11	0,9
Hymenoptera	Apidae	Meliponini	Tetragona perangulata	10	0	10	0,9
			Tetragonisca angustula	6	0	6	0,5
			Plebeia frontalis	5	0	5	0,4
			Oxytrigona mellicolor	3	0	3	0,3
			Trigona fuscipennis	1	2	3	0,3
			Tetragona zieglerei	3	0	3	0,3
			Frieseomelitta paupera	2	0	2	0,2
			Total	456	716	1172	100

En cuanto a la riqueza específica de abejas, se identificaron 17 especies, de las cuales 14 corresponden a meliponinos, es decir, abejas nativas sin aguijón (Cuadro 1). La especie *Trigona corvina* fue la más representativa, con un 38,7% del total de insectos muertos en las flores de los árboles de *S. campanulata* muestreados en los cantones de Atenas y San Ramón.

Riqueza estimada

La riqueza estimada de especies de abejas sin aguijón difirió de la riqueza observada, indicando una probable

subestimación derivada de los conteos directos. En Atenas, la riqueza observada fue de 12 especies, mientras que la riqueza estimada alcanzó 15, lo cual sugiere la presencia de especies no detectadas durante el muestreo. En contraste, en San Ramón, la riqueza observada fue de 6 especies de meliponinos y la riqueza estimada de 7, lo cual refleja una estimación más precisa. En este contexto, el error estándar (EE) cuantificó la precisión de las estimaciones de riqueza, mientras que los intervalos de confianza (límites inferior y superior, LI y LS) delimitaron el rango dentro del cual se espera que se encuentre el valor verdadero de la riqueza (Cuadro 2).

Cuadro

Estimación de la riqueza de especies de abejas sin aguijón y parámetros estimados de acuerdo con el procedimiento de estimación de Jackknife del modelo de captura y recaptura Mh, para los sitios muestreados en Alajuela.

Cobertura	R Ob	R Es	EE	LI	LS	Modelo
Atenas	12	15	8.98	13	71	M(h)
San Ramon	6	7	1.37	7	13	M(h)

Abreviaturas: R Ob, Riqueza Observada; R Es, Riqueza Esperada; EE, Error de la Estimación; LI, Límite Inferior; LS, Límite Superior; Prob. D, Probabilidad de Detección; M(h), Modelo de Heterogeneidad.

Coeficiente de Jaccard

El coeficiente de Jaccard fue utilizado para evaluar la similitud en la composición de especies entre ambos sitios. El valor obtenido fue de 0.3, lo cual indica una baja similitud en la riqueza de especies de abejas entre Atenas y San Ramón.

Índice de Dominancia de Berger-Parker

Los resultados revelaron que Atenas presentó un índice de 0.07692, mientras que San Ramón alcanzó el 0.1429. Esto sugiere que la abundancia proporcional es mayor en San Ramón. Asimismo, se observó que la especie *T. corvina* fue la más dominante en ambos sitios.

Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, los árboles de *S. campanulata* muestreados se comportan como una especie arbórea atractiva para una amplia diversidad de entomofauna. No obstante, también, provocan la muerte de sus visitantes florales, los órdenes Hymenoptera y Diptera resultaron como los más afectados. Estos resultados coinciden con lo reportado por otros autores, quienes han documentado efectos de mortalidad, principalmente, en los mismos grupos de insectos (Ayala et al., 2024; Trigo y Santos, 2000). Además, el porcentaje de flores con individuos muertos registrado en este estudio (19,5%) fue muy similar al señalado por Ayala et al. (2024), quienes encontraron que el 17,53% de las flores evaluadas presentaban insectos muertos.

La mortalidad observada de las flores de *S. campanulata* en este estudio incluye insectos de diferentes órdenes taxonómicos; esto sugiere su potencial tóxico y manifiesta el riesgo que representa para la conservación de la apifauna nativa (Ayala et al., 2024; Souza et al., 2021). Desde esta perspectiva, se encontró que dentro del orden Hymenoptera, la familia Apidae, tribu Meliponini, mostró susceptibilidad, con una mayor proporción de abejas nativas sin aguijón muertas en las flores examinadas.

Este hallazgo coincide con estudios previos que han señalado los efectos perjudiciales de *S. campanulata* sobre las abejas nativas. Trigo y Santos (2000) informaron que, de 445 flores analizadas, el 97,0 % de los insectos muertos pertenecían a la tribu Meliponini. De manera similar, Castagnino et al. (2024) encontraron una mortalidad del 98,1% en el mismo grupo de abejas. Por otro lado, Alarcón (2014), en su investigación sobre la actividad insecticida de “Llama del bosque”, reportó que la mayoría de los insectos recolectados en las flores eran abejas nativas sin aguijón (71%).

La riqueza de especies de abejas nativas varió entre los sitios analizados. Atenas presentó una mayor riqueza, tanto observada como estimada, lo cual podría reflejar una mayor diversidad de microhábitats y recursos florales dentro del área muestreada en comparación con San Ramón. Resultados similares han sido reportados por Brosi et al. (2007) y Galbraith et al. (2020), quienes señalan que la composición de las comunidades de abejas puede variar significativamente a escalas locales debido a diferencias

en el uso del suelo, la cobertura vegetal y la disponibilidad de sitios de anidación. Asimismo, el bajo coeficiente de similitud de Jaccard (0.3) evidencia una marcada diferencia en la composición de especies entre los sitios. Este patrón coincide con lo observado por Cortopassi-Laurino et al. (2006), quienes documentaron una alta variabilidad espacial en las comunidades de meliponinos asociada a gradientes de perturbación y composición vegetal.

Dentro del grupo de los meliponinos se identificaron varias especies del género *Trigona*, coincidiendo con lo reportado por Jiménez (2008) en Costa Rica, quien registró a *T. silvestriana*, *T. corvina* y *T. fulviventris* muertas en las flores de *S. campanulata*. Sin embargo, en este estudio *T. corvina* fue la especie predominante en ambos sitios de muestreo. Estudios previos en América Latina indican que la mayor tasa de pecoreo de flores de *S. campanulata* corresponde a animales no polinizadores, destacando a *Trigona spinipes* como la especie con mayor índice de mortalidad entre los insectos registrados (Souza et al., 2021). De manera similar, Oliveira et al. (1991) documentaron diversidad de visitantes durante la floración de *S. campanulata*, se observó que *T. spinipes* presentaba datos con la mayor frecuencia de mortalidad.

El género *Trigona* se distribuye desde México hasta Argentina (Michener, 2007). Muchas de sus especies construyen nidos expuestos sobre ramas de árboles, lo que les permite expandir sus colonias sin las limitaciones de una cavidad, dando lugar a grupos con un gran número de individuos. En América del Sur, *T. spinipes* alberga en promedio 92500 abejas por colonia. De manera similar, *T. corvina*, especie común en Costa Rica (Hsu, 2024) y de amplia distribución (Moure, 2023; Museo Nacional de Costa Rica, 2024), construye nidos externos que pueden superar los 100 kg de peso y alojar hasta 25000 individuos (Grüter, 2020). Esta condición de colonias numerosas y nidos expuestos podría aumentar la probabilidad de que los individuos entren en contacto con las flores de *S. campanulata*, lo cual explica en parte que *T. corvina* haya sido la especie más afectada. En contraste, otras especies de meliponinos, como *Scaptotrigona pectoralis*, que anidan en cavidades, forman colonias más pequeñas, con un tamaño promedio de alrededor de 3600 individuos (Grüter, 2020), esto limita su exposición al recurso floral y reduce su vulnerabilidad.

Además de formar colonias numerosas, *T. corvina* muestra un comportamiento de pecoreo más intenso sobre los recursos alimenticios locales en comparación con otras abejas sin aguijón (Roubik y Moreno-Patiño, 2009). Por esta razón, se le considera una especie con una alta capacidad de reclutamiento (Boogert et al., 2006; Sommerlandt et al., 2014), que defiende su territorio y las fuentes

de alimento, lo cual facilita que controle ciertos recursos disponibles (Sommerlandt et al., 2014). No obstante, al igual que otros meliponinos, *T. corvina* cumple un importante papel como polinizadora en ecosistemas neotropicales, con registros de polen provenientes de más de 70 especies botánicas dentro de una misma colonia (Roubik y Moreno-Patiño, 2009; Sommerlandt et al., 2014).

Según los resultados obtenidos y en concordancia con lo mencionado por Souza et al. (2021), el uso ornamental de *S. campanulata* puede contribuir a la disminución de las poblaciones de ciertas especies de meliponinos, lo cual podría alterar el equilibrio del ecosistema, dado que las abejas sin aguijón son polinizadoras clave de las plantas nativas. En este sentido, Brasil ha sido pionero en la implementación de medidas para regular la reproducción y el cultivo de esta especie arbórea, promoviendo en su lugar la siembra de especies vegetales nativas con el fin de favorecer la alimentación natural de las abejas (Arboitte et al., 2023).

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que *S. campanulata* es una especie arbórea atractiva para diversos grupos de insectos, especialmente, abejas nativas sin aguijón (tribu Meliponini) y moscas; sin embargo, sus flores pueden resultar letales entre los visitantes florales, esto evidencia su posible efecto tóxico y el riesgo que representa para la apifauna nativa en los sitios evaluados de la provincia de Alajuela. Dada su utilización como planta ornamental en zonas urbanas y semiurbanas, se recomienda considerar el uso de especies de árboles y plantas nativas que provean recursos florales seguros para los polinizadores, contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad y al equilibrio ecológico de los ecosistemas tropicales.

Asimismo, en este estudio *T. corvina* fue la especie de abejas sin aguijón que presentó un mayor número de individuos muertos en las flores en ambos sitios de muestreo. Aunque no se utiliza en la meliponicultura para la producción de miel, cumple un papel fundamental en la polinización de numerosas especies vegetales, incluyendo cultivos relevantes para la seguridad alimentaria. Su comportamiento de pecoreo intensivo, el gran tamaño de sus colonias y la construcción de nidos expuestos podrían incrementar su contacto con las flores de *S. campanulata*, aumentando su vulnerabilidad frente a los efectos tóxicos de esta planta. Por ello, se recomienda incluir a *T. corvina* en los programas de conservación y manejo, de modo que se promuevan condiciones seguras para las poblaciones de abejas nativas.

Referencias

- Alarcón, R. (2014). Efecto insecticida, repelente y fungistático de extractos de hojas y flores de Llama del bosque (*Spathodea campanulata* Beauv) (Tesis de Doctorado). Universidad Estatal a Distancia CR.
- Alarcón, R., Guzmán, T., Penieres, J., & Navarrete, R. (2016). Actividad repelente e insecticida de hojas, flores y extractos de llama del bosque (*Spathodea campanulata* B.), en gorgojos de granos almacenados (*Sitophilus zeamais* M.). *La Calera*, 16(27), 94-99.
- Alarcón-Noguera, R., & Penieres-Carrillo, G. (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.). *Tecnología en marcha*, 26(3), 39-49.
- Arboitte, M. Z., Ribeiro, T. B., de Almeida, E. V., Anastácio, M. D., Pereira, V. A., & Pereira, E. T. (2023). Ocorrência de *Spathodea Campanulata* no município de Santa Rosa do Sul-SC. *ScientiaTec*, 10(1). <https://doi.org/10.35819/scientiatec.v10i1.5803>
- Avalos, G., Chacón & Madrigal, E., & Artavia & Rodríguez, L. (2021). Invasive plants of Costa Rica current status and research opportunities. *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World*, 4, 57-76. <https://doi.org/10.1002/9781119607045.ch37>
- Ayala, R. (1999). Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana*, 106, 1-123.
- Ayala, F. E., Avalos, A. A., & Cajade, R. (2024). El tulipánero africano *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae) en la Argentina: Impacto de una planta exótica sobre la mortalidad de entomofauna nativa. *Ecología Austral*, 34(3), 322-329.
- Boogert, N. J., Hofstede, F. E., & Monge, I. A. (2006). The use of food source scent marks by the stingless bee *Trigona corvina* (Hymenoptera: Apidae): the importance of the depositor's identity. *Apidologie*, 37(3), 366-375. <https://doi.org/10.1051/apido:2006001>
- Brosi, B. J., Daily, G. C., & Ehrlich, P. R. (2007). Bee community shifts with landscape context in a tropical countryside. *Ecological Applications*, 17(2), 418-430. <https://doi.org/10.1890/06-0029>
- Castagnino, G. L. B., Cutuli de Simón, M. T., Meana, A., & Pinto, L. F. B. (2024). Mortality of stingless bees on *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae) flowers. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 25, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-994020230031>
- Chacón-Madrigal, E., Avalos, G., Hofhansl, F., Coronado, I., Ferrufino-Acosta, L., MacVean, A., & Rodríguez, D. (2022). Biological invasions by plants in continental Central America. In *Global plant invasions*. (eds. D.R. Clements, S. Joshi, M.K. Upadhyaya and A. Shrestha). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-89684-3>
- Clements, D. R., Upadhyaya, M. K., Joshi, S., & Shrestha, A. (2022). Global plant invasions on the rise. In *Global Plant Invasions*. (eds. D.R. Clements, S. Joshi, M.K. Upadhyaya and A. Shrestha). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-89684-3>
- Cortopassi-Laurino, M., Imperatriz-Fonseca, V., & Roubik, D. (2006). *Meliponini: The stingless bees*. Springer <https://doi.org/10.1051/apido:2006027>
- Flórez, N. A., Ospina, R., Ayala Barajas, R., Guevara, D. A., & Nates-Parra, G. (2023). Guía y clave ilustrada para las obreras de los géneros de abejas sociales sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia.
- Galbraith, S., Griswold, T., Price, W., & Bosque-Pérez, N. A. (2020). Biodiversity and community composition of native bee populations vary among human-dominated land uses within the seasonally dry tropics. *Journal of Insect Conservation*, 24(6), 1045-1059. <https://doi.org/10.1007/s10841-020-00274-8>
- Grüter, C. (2020). *Stingless bees: their behaviour, ecology and evolution*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60090-7>
- Hanson, P., Fernández, M., Lobo, J., Gordon, F., Coville, R., Aguilar Monge, I., ... & Herrera, E. (2021). *Abejas de Costa Rica*. Editorial Universidad de Costa Rica.
- Henderson, P. A., & Seaby, R. M. (2006). *Species, diversity and richness*. (Versión 4.0). [Programa informático]. Pennigton, Lymington: Pisces Conservation Ltda

- Hsu, J. W. (2024). Elevational Gradients Shape Bee Network Structure and Community Composition Across Tropical Lowland to Montane Forests in Costa Rica (Tesis de Maestría). Eastern Kentucky University.
- 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. En F. Bolaños, J. Lobo & E. Chacón (Eds.), *Curso de Biología de Campo 2008* (pp. 51–58). Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.
- Keppel, G., Peters, S., Taoi, J., Raituku, N., & Thomas-Moko, N. (2021). The threat by the invasive African tulip tree, *Spathodea campanulata* P. Beauv., for the critically endangered Fijian tree, *Pterocymbium oceanicum* AC Sm.; revisiting an assessment based on expert knowledge after extensive field surveys. *Pacific Conservation Biology*, 28(2), 164-173. <https://doi.org/10.1071/PC20068>
- Magurran, A.E. (1988) Ecological Diversity and Its Measurements. Princeton University Press, Princeton, NJ. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Michener, C. D. (2007). *The bees of the world*. JHU press.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Sociedad Entomológica Aragonesa. <http://sea-entomologia.org/PDF/MTSEA01.pdf>
- Moure, J. S. (2023). *Catálogo de abejas de América*. Universidade Federal do Paraná. Recuperado el 10 de abril 2025, de <https://moure.cria.org.br/catalogue>
- Museo Nacional de Costa Rica. (2024). *Búsqueda de colecciones de historia natural*. Museo Nacional de Costa Rica. Recuperado el 10 de abril 2025, de <https://biodiversidad.museocostarica.go.cr/>
- Oliveira, R. M., Giannotti, E., & Machado, V. L. L. (1991). Visitantes florais de *Spathodea Campanulata* Beauv. (Bignoniaceae). *Bioikos—Título não-corrente*, 5(2).
- Queiroz, A. C. M., Contrera, F. A. L., & Venturieri, G. C. (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. [10.13102/sociobiology.v61i4.536-540](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.536-540)
- Rojas-Rodríguez, F., & Torres-Córdoba, G. (2012). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Llama del Bosque. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 6(16), 63-65. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/403>
- Roubik, D. W., & Moreno Patiño, J. E. (2009). *Trigona corvina*: an ecological study based on unusual nest structure and pollen analysis. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2009(1), 1-7. <https://doi.org/10.1155/2009/268756>
- Santos, V. H., Minatel, I. O., Reco, P. C., Garcia, A., Lima, G. P., & Silva, R. M. (2017). Peptide composition, oxidative and insecticidal activities of nectar from flowers of *Spathodea campanulata* P. Beauv. *Industrial Crops and Products*, 97, 211-217. [http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.025](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.025)
- Seaby, R. & Henderson, P. (2006). *Species Diversity and Richness Version 4.0* [Software]. Pisces Conservation Ltd.
- Sitepu, B. S. (2020). Keragaman dan Pengendalian Tumbuhan Invasif di KHDTK Samboja, Kalimantan Timur (Diversity and Management of Invasive Plants in Samboja Research Forest, Kalimantan Timur). *Jurnal Sylva Lestari*, 8(3), 351-365. ISSN (online) 2549-5747
- Sommerlandt, F., Huber, W., & Spaethe, J. (2014). Social information in the stingless bee, *Trigona corvina* Cockerell (Hymenoptera: Apidae): the use of visual and olfactory cues at the food site. *Sociobiology*, 61(4), 401-406. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.401-406>
- Souza, E., Souza, B. de O., & Polatto, L. P. (2021). Comportamento de forrageio de recursos florais em *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae): uma espécie vegetal exótica. *Brazilian Journal of Development*, 7(10), 101098-101111. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-300>
- Sutton, G. F., Paterson, I. D., & Paynter, Q. (2017). Genetic matching of invasive populations of the African tulip tree, *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae), to their native distribution: Maximising the likelihood of selecting host-compatible biological control agents. *Biological Control*, 114, 167-175. [http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.08.015](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.08.015)

- Teinkela, J., Oumarou, H., Noundou, X., Meyer, F., Megalizzi, V., Hoppe, H., ... & Wintjens, R. (2023). Evaluation of in vitro antiplasmodial, antiproliferative activities, and in vivo oral acute toxicity of *Spathodea campanulata* flowers. *Scientific African*, 21, e01871. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01871>
- The Tico Times. (2023, septiembre 24). *Costa Rica's Vibrant African Tulip Tree Adapts Well as Ornamental*. <https://ticotimes.net/2023/09/24/african-tulip-tree-oozes-orange>
- Trigo, J. R., & Santos, W. F. (2000). Insect mortality in *Spathodea campanulata* Beauv.(Bignoniaceae) flowers. *Revista Brasileira de Biologia*, 60, 537-538.
- White, G. C., & Burnham, K. P. (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, 46(sup1), S120–S139. <https://doi.org/10.1080/00063659909477239>