






ARTÍCULO ORIGINAL

# Interacciones ecológicas y signos de estrés ambiental observadas en la familia Zamiaceae del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras

## *Ecological Interactions and Environmental Stress Indicators Observed in the Family Zamiaceae at the Botanical Garden of the National Autonomous University of Honduras.*

P.A. García <sup>1</sup>, S.C. Banegas <sup>1</sup>, M.N. Álvarez <sup>1</sup>, D.L. Sanabria <sup>1</sup>, y M.J. Rodríguez <sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Honduras - Ciudad Universitaria. Tegucigalpa 11101, Honduras

Correo electrónico: pgarciat@unah.hn (P.A.G.) ; scbanegas@unah.hn (S.C.B.) ; malvarezl@unah.hn (M.N.A.) ; daemon.sanabria@unah.hn (D.L.S.)

<sup>2</sup>Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Honduras - Ciudad Universitaria. Tegucigalpa 11101, Honduras

Correo electrónico: maynor.rodriguez@unah.hn (M.J.R.)

\*Autor de correspondencia

Recibido: 14 de marzo de 2025; Revisado: 25 de julio de 2025; Aceptado: 6 de marzo de 2026; Publicado: 20 de junio de 2026

### Resumen

En la colección de cícadas del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) se registraron 56 individuos de 7 especies de cícadas (5 endémicas de Honduras), distribuidas en tres géneros: *Dioon* (*Dioon mejiae*), *Ceratozamia* (*Ceratozamia hondurensis*) y *Zamia* (*Zamia furfuracea*, *Zamia onan-reyesii*, *Zamia oreillyi*, *Zamia sandovalii* y *Zamia standleyi*). Se observó que *Zamia onan-reyesii* mostró la mayor cantidad de interacciones con invertebrados (68.8%), especialmente depredación por larvas de mariposas, mientras que *Zamia sandovalii* presentó interacciones sin un patrón claro. La mayoría de las interacciones involucraron insectos saprófitos, como Curculionidae y Labiduridae, atraídos por los restos de estróbilos en descomposición. El estrés mecánico, causado por la caída de ramas de *Enterolobium cyclocarpum*, y la competencia por luz, por algunas especies invasoras, limitan el crecimiento de las cícadas. Además, la especie *Ceratozamia hondurensis* y algunos estróbilos presentan deformidades morfológicas; especies como *Zamia onan-reyesii* muestran síntomas de clorosis por deficiencia de nutrientes y *Dioon mejiae* ataques fúngicos. El objetivo de esta investigación fue observar, describir y analizar las

interacciones ecológicas y los signos de estrés ambiental presentes en las especies de la familia Zamiaceae del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, con el fin de comprender los factores que inciden en su estado de salud y conservación.

**Palabras clave:** zamias; camotillo; endémica; interacción planta-animal; insectos; microhábitats

### Abstract

In the cycad collection of the Botanical Garden of the National Autonomous University of Honduras (UNAH), 56 individuals belonging to 7 cycad species were recorded (5 of them endemic to Honduras), distributed across three genera: *Dioon* (*Dioon mejiae*), *Ceratozamia* (*Ceratozamia hondurensis*), and *Zamia* (*Zamia furfuracea*, *Zamia onan-reyesii*, *Zamia oreillyi*, *Zamia sandovalii*, and *Zamia standleyi*). *Zamia onan-reyesii* exhibited the highest number of interactions with invertebrates (68.8 %), particularly herbivory by butterfly larvae, whereas *Zamia sandovalii* presented interactions without a clear pattern. Most interactions involved saprophagous insects such as Curculionidae and Labiduridae, attracted by decomposing strobilus remains. Mechanical stress caused by falling branches of *Enterolobium cyclocarpum*, along with light competition from certain invasive species, limits the growth of the cycads. In addition, *Ceratozamia hondurensis* and some strobili exhibit morphological deformities; species such as *Zamia onan-reyesii* show symptoms of chlorosis due to nutrient deficiency, and *Dioon mejiae* displays signs of fungal infection. The objective of this research was to observe, describe, and analyze the ecological interactions and signs of environmental stress present in species of the family Zamiaceae at the Botanical Garden of the National Autonomous University of Honduras, to understand the factors influencing their health status and conservation.

**Keywords:** zamias; camotillo; endemic; plant-animal interaction; insects; microhabitats

## 1. Introducción

La familia Zamiaceae consta de 10 géneros y cerca de 331 especies distribuidas en África, Australia y América [1]. En Honduras se encuentran seis especies distribuidas en tres géneros: *Dioon* Lindl. (*Dioon mejiae* Standl. & L.O. Williams), *Ceratozamia* Brongn. (*Ceratozamia hondurensis* J.L. Haynes, Whitelock, Schutzman & R.S. Adams) y *Zamia* (*Zamia onan-reyesii* C. Nelson & Sandoval, *Zamia oreillyi* C. Nelson, *Zamia sandovalii* C. Nelson, *Zamia standleyi* Schutzman) [2]. Casi todas las cícadas del país tienen una distribución restringida a los departamentos del norte de Honduras, a excepción de *D. mejiae* y *Z. standleyi*, que también se encuentran en la zona oriental del país [3, 4].

Las cícadas presentan hojas pinnatocompuestas con varios folíolos, que crecen alrededor y en la parte apical del tronco, siendo variables en su desarrollo y morfología [5]. Son dioicas, es decir que hay individuos que solo producen estróbilos masculinos y otros individuos que solo producen estróbilos femeninos [6]. Las especies de *Zamia* en Honduras se les conocen por el nombre común de “camotillos” y son temidas debido a sus propiedades neurotóxicas [4]. Estas poseen compuestos secundarios cancerígenos y toxinas neurológicas tal como la cicasina que es una toxina primaria que causa intoxicación y daño hepático, está en toda la planta, principalmente en raíces y semillas [7].

La existencia de poblaciones en un área depende de las múltiples relaciones que se establecen entre los elementos bióticos y abióticos [8]. Las interacciones bióticas pueden ser beneficiosas, perjudiciales o indiferentes para las especies involucradas y se pueden clasificar en dos tipos principales: interacciones mutualistas, donde ambas especies se benefician, e interacciones antagonicas, donde al menos una resulta perjudicada [9, 10]. Los botánicos han reconocido que los problemas de pérdida de biodiversidad y cambio climático son problemas reales, y el manto vegetal del planeta requiere de nuestra atención [11, 12]. Por ello, se han establecido diversas estrategias para hacerles frente [13]. Una de ellas es la conservación *ex situ*, que, si bien presenta varias limitaciones, puede contribuir significativamente a la recuperación de especies amenazadas [12, 14, 15].

En el contexto de la Ciudad Universitaria de la UNAH, se han desarrollado algunas investigaciones que exploran las interacciones ecológicas dentro de sus áreas verdes y en el Jardín Botánico [16–20]. Estas y otras investigaciones realizadas a nivel internacional han revelado la importancia de conservar los espacios verdes universitarios como refugios para la biodiversidad y como escenarios para el estudio de procesos ecológicos clave como la polinización, la competencia o la simbiosis [18, 21]. A pesar de estos avances, aún existe una limitada cantidad de estudios centrados específicamente en interacciones ecológicas en colecciones *ex situ*, como es el caso de las especies de la familia Zamiaceae, lo que evidencia una necesidad de investigación más detallada en este ámbito [22].

El jardín botánico de la Universidad Nacional de Honduras (UNAH) es una unidad adscrita a la Escuela de Biología, pública y sin ánimo de lucro; entre sus funciones están la conservación, educación ambiental e investigación del mundo de las plantas [23]. Sin embargo, la preservación de algunas especies endémicas enfrenta desafíos relacionados con el clima, el suelo y las interacciones ecológicas como la competencia con especies locales y la ausencia de polinizadores específicos [24, 25]. El objetivo de esta investigación fue observar, describir y analizar las interacciones ecológicas y los signos de estrés ambiental presentes en las especies de la familia Zamiaceae del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, con el fin de comprender los factores que inciden en su estado de salud y conservación.

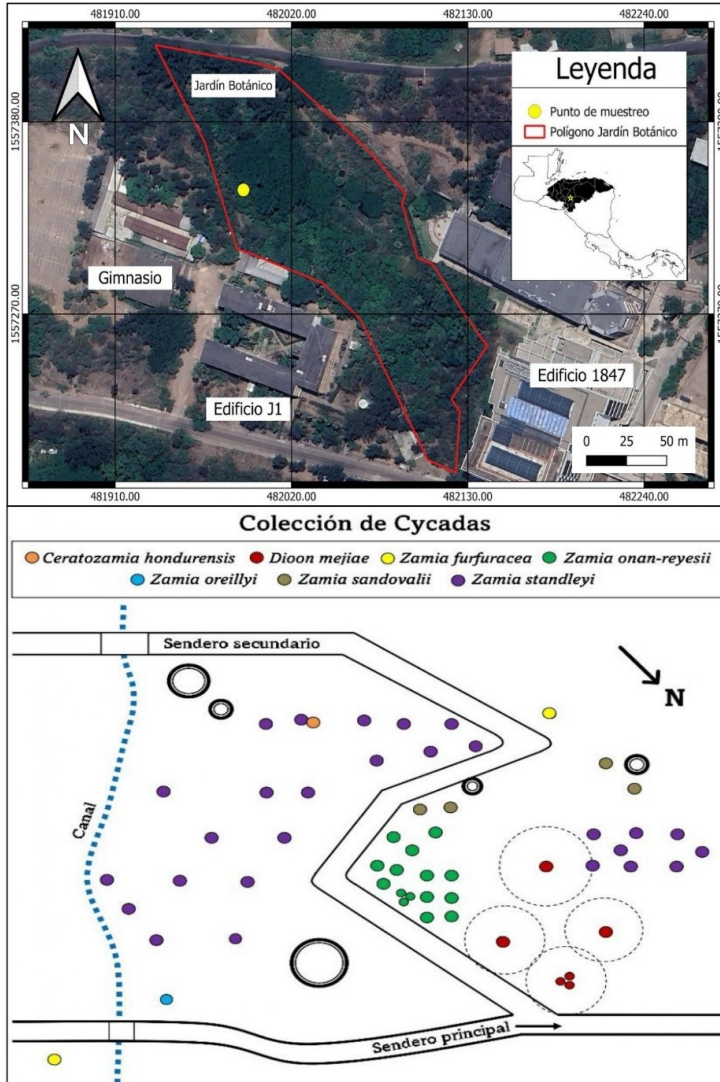
## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

Los datos fueron tomados en la colección de cícadas del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) en Tegucigalpa, Francisco Morazán (14°05'12.7"N, 87°10'00.6"W, 14°05'13.7"N y 87°10'00.9"W). El jardín botánico está ubicado entre los edificios J1 y 1,847, cuenta con un área aproximada de 2.6 ha con una altitud entre 1027–1057 m s.n.m. [23]. El campus representa un bosque seco subtropical con una temperatura promedio anual de 21.5 °C y una precipitación promedio anual 917 mm [26] 1.

### 2.2 Toma de datos y análisis de datos

Se realizaron 19 visitas al jardín botánico entre los meses de septiembre y noviembre de 2024. La investigación fue realizada como parte del laboratorio de la clase de Ecología



**Figura 1.** Ubicación geográfica de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), en Tegucigalpa, Francisco Morazán, y localización de las especies e individuos de la colección de cícadas (Zamiaceae) dentro del Jardín Botánico de la UNAH. (Elaborado por Maynor Rodríguez, 2024).

General I, de la Carrera de Biología. Las observaciones fueron realizadas en 56 individuos pertenecientes a siete especies de cícadas entre 8:00 a.m. y las 3:00 p.m. Antes de la recolecta de datos, se realizó una inspección donde se registraron la cantidad y distribución de los individuos presentes, con el objetivo de elaborar un esquema detallado de la colección (Figura 1). Para identificar las especies de cícadas presentes en el jardín botánico, se consultaron diversos artículos [2, 3, 27–31].

Siguiendo la metodología de Fernández y Sharkey (2006) [32], se tomaron fotografías y recolectaron algunos insectos y arácnidos, para posteriormente identificarlos con la ayuda de un estereoscopio proporcionado por el Centro de Investigaciones en Micología Tropical.

La identificación taxonómica se realizó mediante el uso de claves descritas por Borrór et al. (1989) [33]; en aquellos casos donde la determinación no fue concluyente, se solicitó la validación de especialistas, específicamente los expertos Alex Cubas y Raúl Gámez. Como parte de los resultados, y siguiendo los lineamientos metodológicos propuestos por Del-Val (2022) [34] y Camarena-Gutiérrez (2009) [35], se elaboró una red de interacción entre cícadas e invertebrados que representa el total de las interacciones interespecíficas registradas durante el estudio (comensalismo, depredación por herbívoros, depredación por saprófitos). Esta red fue construida de forma esquemática con el apoyo del programa Microsoft Word, lo que permitió representar gráficamente las relaciones ecológicas observadas. Además, se registraron los signos de estrés ambiental y alteraciones morfológicas presentes, con énfasis en los de tipo abiótico, mediante un registro fotográfico [36].

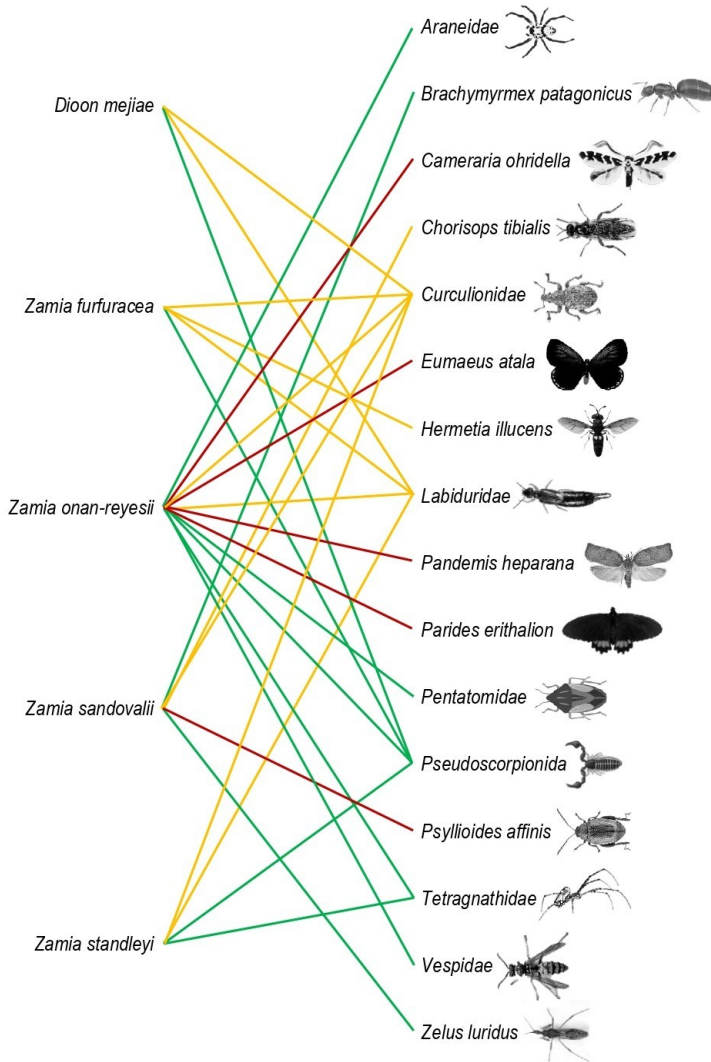
### 3. Resultados

Se registraron las siguientes especies: *Ceratozamia hondurensis* (un individuo), *Dioon mejiae* (seis individuos), *Zamia furfuracea* (dos individuos), *Zamia onan-reyesii* (15 individuos), *Zamia oreillyi* (un individuo), *Zamia sandovalii* (cuatro individuos) y *Zamia standleyi* (27 individuos). Con excepción de *C. hondurensis*, se observaron estróbilos en al menos un individuo de cada una de las demás especies presentes en la colección. Esto sugiere que todas las especies estudiadas, excepto *C. hondurensis*, tenían la capacidad de producir estas estructuras reproductivas en el momento de la observación.

#### 3.1 Interacciones ecológicas

La especie *Z. onan-reyesii* presentó un mayor número de interacciones, con el 68.8 % de los invertebrados observados, siendo la depredación por herbívoros, particularmente larvas de mariposas, el tipo de interacción más común en esta especie. Por otro lado, *Z. sandovalii* interactuó con el 31.3 % de los invertebrados observados. Las especies *D. mejiae*, *Z. furfuracea* y *Z. standleyi* mostraron interacciones con al menos el 18.8 % de los invertebrados observados. Es importante destacar que la mayoría, o en algunos casos la totalidad, de estas interacciones involucraron dos grupos de insectos saprófitos: Curculionidae y Labiduridae. Estos insectos fueron hallados en gran abundancia en los restos de estróbilos en etapa de senescencia y desgrane. Por lo tanto, se infiere que las interacciones de estos grupos de invertebrados están asociadas con la elevada disponibilidad de recursos en descomposición, particularmente en los restos de estróbilos.

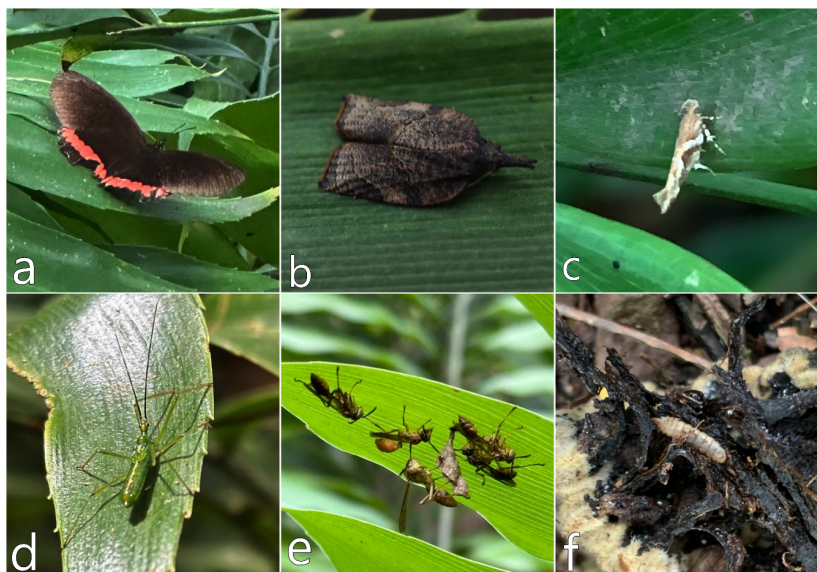
Las interacciones con los diferentes grupos de invertebrados fueron dominadas en su mayoría por la especie *Z. onan-reyesii*, probablemente debido a la abundancia de hojas en su copa y la mayor presencia de microhábitats entre ellas. Se observó que las especies *Parides erithalion*, *Pandemis heparana* y *Cameraria ohridella* utilizan las hojas de *Z. onan-reyesii* para la puesta de sus huevos y/o para su alimentación Figuras 3a, 3b, 3c. Por otro lado, especies como *Zelus luridus* y algunas avispas de la familia *Vespidae* Figuras 3d, 3e establecieron interacciones comensalistas con *Z. onan-reyesii* y *Z. sandovalii*. La principal interacción observada durante esta investigación fue la de depredador-saprófito, como lo demuestra la presencia de varios individuos descomponedores, siendo común encontrar pupas de *Hermetia illucens* en los estróbilos de *Dioon mejiae* Figura 3f.



**Figura 2.** Redes de interacción cícadas-invertebrados en la colección de cícadas del jardín botánico de la UNAH. Relaciones interespecíficas representadas: comensalismo (verde), depredación-herbívoros (rojo), depredación-saprófitos (amarillo).

### 3.2 Signos de estrés ambiental y alteraciones morfológicas

Uno de los factores más comunes observados es el estrés mecánico ocasionado por la caída de ramas de un árbol de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb) sobre las diferentes especies de cícadas Figura 4a. Además, la forma de copa de las cícadas las hace propensas a almacenar los frutos de este mismo árbol, lo que provoca que dichos frutos se queden atrapados en la copa. Con el tiempo, la descomposición de estos frutos afecta los folíolos de las cícadas debido a la presencia de materia orgánica en descomposición. Otro registro importante es la competencia por el recurso lumínico, especialmente por parte de especies de comportamiento invasor de la colección, como *Monstera adansonii* Schott,



**Figura 3.** Algunas de las interacciones observadas en la colección de cícadas del Jardín Botánico: depredación-herbívoros y mutualismo en *Zamia onan-reyesii*: a. *Parides erithalion*, b. *Pandemis heparana*, c. *Cameraria ohridella*, d. *Zelus luridus*. e. Avispas de la familia Vespidae. Depredación-saprófitos en *Dioon mejiae*: f. pupa de *Hermetia illucens*.

*Philodendron xanadu* Croat, Mayo & J. Boos y *Tragia volubilis* L., las cuales pueden llegar a cubrir casi la totalidad de algunas cícadas Figura 4b. En otros casos, también se observó la presencia de especies como *Capsicum annuum* L., cuyo crecimiento limita la expansión y distribución de algunas cícadas.

Adicionalmente, se detectaron diversas afecciones fisiológicas y sanitarias en algunos ejemplares. El único individuo de *C. hondurensis* Figura 4c y algunos estróbilos Figura 4d presentaban deformidades morfológicas, posiblemente asociadas al estrés por crecimiento en un ambiente distinto al de su hábitat natural (com. pers. Ronnie Malta). Asimismo, se observó que dos ejemplares de *D. mejiae* están afectados por estrés hídrico y por un hongo del grupo de los ascomicetes, lo que provoca la caída prematura de hojas Figura 4e. En otro caso, un individuo de *Z. onan-reyesii* presenta síntomas de clorosis, atribuibles a una deficiencia nutricional que ocasiona la pérdida de pigmentación fotosintética en las hojas (com. pers. Ronnie Malta), Figura 4f.

#### 4. Discusión

El presente estudio sobre las interacciones ecológicas de la colección de cícadas (Zamiaceae) en el Jardín Botánico de la UNAH resalta la complejidad y la importancia ecológica de las interacciones que estas especies establecen en un entorno *ex situ*. Como se evidenció, las zamias presentan diversas interacciones con insectos que resultan esenciales para su ciclo de vida y para la salud del ecosistema del jardín botánico. Por ejemplo, las interacciones con insectos de las familias Curculionidae y Labiduridae, facilitan la descomposición de los estróbilos, lo que enriquece el suelo y fomenta el crecimiento de estas plantas [32]. Estas



**Figura 4.** Signos de estrés ambiental y alteraciones morfológicas observados en la colección de cícadas del Jardín Botánico: a. Rama caída sobre *Zamia furfuracea*, b. Competencia de *Zamia standleyi*, c. *Ceratozamia hondurensis* presentando deformidades, d. Estróbilos masculinos de *Zamia standleyi* con deformidades, e. Hoja de *Dioon mejiae* atacada por hongos, f. Presencia de clorosis en las hojas de *Zamia onan-reyesii*.

interacciones demuestran cómo las relaciones bióticas contribuyen al reciclaje de nutrientes y a la sostenibilidad del ecosistema [9].

Otro aspecto fundamental de las interacciones observadas durante esta investigación es el beneficio que obtienen ciertos grupos de insectos depredadores, como Vespidae, Araneidae, Pseudoscorpionida y Tetragnathidae, los cuales encuentran en las cícadas un microhábitat que les ofrece refugio y, en algunos casos, oportunidades para establecer sus redes o hábitats [5]. De manera indirecta, este aprovechamiento de las estructuras de las cícadas contribuye a la protección de las especies de *Zamia*, al mantener bajo control a diversos herbívoros que podrían afectarlas [37, 38].

En la colección de cícadas del jardín botánico, estas enfrentan varios signos de estrés ambiental que afectan su crecimiento. En particular, algunos ejemplares experimentan limitaciones en su crecimiento foliar debido a la interferencia de las ramas y a la competencia interespecífica por el recurso lumínico. Una situación similar ha sido documentada en otros jardines botánicos, lo que subraya la necesidad de manejar y controlar estos factores en contextos de conservación *ex situ* [14]. Asimismo, las especies *Ceratozamia hondurensis*, *Zamia sandovalii* y *Zamia standleyi* presentaron estróbilos con deformidades morfológicas, lo cual podría estar relacionado con las diferencias entre sus hábitats de origen y las condiciones del jardín botánico [39]. Por otro lado, se identificaron otros signos de estrés significativos, como la Insuficiencia hídrica, afecciones por clorosis e infección por hongos en algunos ejemplares, siendo todos estos problemas relacionados con la conservación *ex situ* [14].

Sin embargo, las diferencias observadas en las características morfológicas vegetativas y reproductivas entre las especies estudiadas evidencian su capacidad de adaptación y respuesta

a los desafíos ambientales en el jardín botánico [40]. Este hallazgo refuerza la importancia de las estrategias de conservación *ex situ* para mantener la diversidad genética y garantizar la perpetuación de estas especies [12, 13].

## 5. Conclusiones

Los estudios de las diferentes especies de zamias en el Jardín Botánico de la UNAH destacan la importancia de aplicar diversas estrategias de conservación *ex situ* con el fin de proteger las especies endémicas de Honduras, las diferentes especies observadas mostraron ciertas interacciones con insectos a pesar de las condiciones específicas de crecimiento, los diferentes signos de estrés ambiental y alteraciones morfológicas en el Jardín Botánico, nos muestran la fragilidad de estas especies, por lo que es esencial promover su conservación en sus hábitats naturales con el fin de que la especie siga perpetuando. Las diferentes interacciones observadas nos muestran cómo la mayoría de los individuos contribuyen a la salud y el desarrollo de las especies de cícadras, como ser la descomposición de los estróbilos por las tijeretas (Labiduridae; Dermaptera), contribuye al reciclaje de los nutrientes pudiendo mejorar la calidad del suelo, lo cual favorece el crecimiento de las plantas señalando la importancia de los insectos para la conservación de las cícadras y las plantas en general. Una mayor comprensión de las interacciones ecológicas entre las especies de cícadras y los diferentes insectos observados es esencial abordarlo con diferentes investigaciones más minuciosas con el fin de promover un buen enfoque en la conservación de estas especies considerando la conservación de los individuos que realizan dichas interacciones en estas plantas y estrategias ante los diversos factores ambientales.

## Agradecimientos

Agradecemos a Ronnie Malta por la información proporcionada sobre la caracterización edáfica e identificación de enfermedades en algunos especímenes de la colección; a Alex Cubas y Raúl Gámez por su colaboración en la identificación de los insectos recolectados; y a Joel Ortega por facilitarnos el acceso a los estereoscopios del Centro de Investigaciones en Micología Tropical. Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a Elian Tábora por su valiosa ayuda en la colecta de datos, esencial para la elaboración del esquema de la colección, y a Andrea Flores por su apoyo en la elaboración del mapa. Finalmente, agradecemos a los revisores anónimos por sus observaciones y sugerencias, que contribuyeron significativamente a mejorar la calidad del manuscrito.

**Contribución de autoría:** P.A.G: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción del borrador original, Supervisión. S.C.B: Metodología, Investigación, Redacción del borrador original. M.N.A: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción del borrador original, Supervisión. D.L.S: Investigación, Redacción del borrador original. M.J.F: Conceptualización, Metodología, Validación, Redacción, Visualización, Supervisión, Administración del proyecto.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés financiero, institucional o personal que pudiera haber influido en los resultados o interpretaciones presentadas en este estudio.

**Disponibilidad de datos y materiales:** Los datos que sustentan los resultados de esta investigación se encuentran disponibles dentro del artículo. Información adicional podrá ser proporcionada por el autor correspondiente previa solicitud razonable.

**Declaración del Comité de Ética Institucional:** No aplica.

**Declaración de consentimiento informado:** No aplica.

**Financiamiento:** La investigación no recibió financiamiento externo específico de agencias del sector público, comercial o sin fines de lucro.

## Referencias

- [1] Osborne R, Calonje M, Hill K, Stanberg L y Stevenson D. Systematics. En: *Cycads of the World: Ancient Plants in Today's Landscape*. Ed. por D Jones. Smithsonian Books, 2002, 31.
- [2] Bonta M, Haynes J, Castro M, Rey-Figueroa M, Taylor A, Holzmann G, Terry I, Ottley H y Vorster P. Tour Científico de Cícadas de Honduras 2005: Recomendaciones para la conservación de Zamiaceae en Honduras. 2005. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17530.18885>.
- [3] Haynes J y Bonta M. *Cícadas de Honduras 2003. Informe final de la expedición*. Miami: Montgomery Botanical Center, 2003.
- [4] Rivera-García I. Los venenosos camotillos en Honduras: El género *Zamia* (Zamiaceae). 2016. [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2016/2016-05-26-Rivera-Garcia-Los-venenosos-camotillos-en-Honduras.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2016/2016-05-26-Rivera-Garcia-Los-venenosos-camotillos-en-Honduras.pdf).
- [5] Díaz-Pérez C y Morales-Puentes M. Las zamias: plantas con semillas más antiguas de la tierra. En: *Flora de Aguazul: Muestra de Diversidad*. Ed. por R Cárdenas-Soler. Editorial Uptc, 2019, 77-97. doi: 10.19053/978-958-660-330-0.3.
- [6] Nicolalde-Morejón F, Vovides A y Stevenson D. Taxonomic revisión of *Zamia* in Mega-Mexico. En: *Brittonia* 61.(4) (2009), 301-335. doi: 10.1007/s12228-009-9077-9.
- [7] Martínez-Domínguez L, Nicolalde-Morejón F, Oyuela-Andino O y Vergara-Silva F. Camotillo hondureño: la presunta planta de la venganza. En: *La Ciencia y El Hombre* 37.(3) (2023), 28-31. [https://www.uv.mx/cienciauv/files/2023/10/LCYEH\\_XXXVII\\_3\\_2023\\_SM.pdf](https://www.uv.mx/cienciauv/files/2023/10/LCYEH_XXXVII_3_2023_SM.pdf).
- [8] Giraldo-Jaramillo M. Control Natural: Factores abióticos. En: *El control Natural en el ecosistema cafetero Colombiano*. Ed. por P Benavides-Machado. Cenicafé, 2020, 18-35. doi: 10.38141/10791/0001\_2.
- [9] Atilio E. *Conceptos de ecología. Interacciones bióticas*. Editorial Científica Universitaria. Universidad Nacional de Catamarca, 2020.
- [10] Guix J. *Interacciones mutualistas entre animales y plantas*. Publicaciones del Centre de Recursos de Biodiversitat Animal. Universitat de Barcelona, 2021.
- [11] Heslop-Harrison J. Introduction. En: *Conservation of Threatened Plants*. Ed. por J Simmons, R Beyer, P Brandham, G Lucas y V Parry. New York: Plenum Press, 1976, 3-7.
- [12] Raven P. Ethics and attitudes. En: *Conservation of Threatened Plants*. Ed. por J Simmons, R Beyer, P Brandham, G Lucas y V Parry. New York: Plenum Press, 1976, 155-179.
- [13] BGCI. *The Gran Canaria Declaration II: On climate change and plant conservation*. Richmond: Área de Medio Ambiente y Aguas del Cabildo de Gran Canaria, Jardín Botánico "Viera y Clavijo", Botanic Gardens Conservation International, 2006.
- [14] Cohen J, Williams J, Plucknett D y Shands H. Ex situ conservation of plant genetic resources: global development and environmental concerns. En: *Science* 253.(5022) (1991), 866-872. doi: 10.1126/science.253.5022.866.
- [15] Grajal A. El papel del manejo ex situ en la conservación de la biodiversidad. 2014.
- [16] Ardón R, Antúnez D y Ferrufino L. Florivoría y atributos florales relacionados en especies del campus universitario de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. En: *Portal de la Ciencia* 1.(1) (2023), 10. doi: 10.5377/pc.v1i19.18702.
- [17] Díaz RF, Rivera AR, Gabino Morales A, Henríquez CM, Guerrero EY, Triminio HM y Antonin Y. ¿Cuántos son los polinizadores de los jardines de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras? En: *Portal de la Ciencia* 1.(18) (2023), 83-95. doi: 10.5377/pc.v1i18.16096.
- [18] Ferrufino-Acosta L, Bautista-Alcantara L y Díaz R. Visitantes florales urbanos y su importancia para Ciudad Universitaria-UNAH, Tegucigalpa, Honduras. En: *Revista del Jardín Botánico Nacional* 45 (2024), 37-47. <https://revistas.uh.cu/rjbn/article/view/9483>.

- [19] Moreno–Canales J, Gómez–Pérez M, Mondragón–Contreras R y Rodríguez M. Estudio de polinizadores-visitantes florales en ocho especies de lianas del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. En: *Scientia hondurensis* 5.(1) (2025), 54–64. doi: 10.5281/zenodo.15870901.
- [20] Rodríguez M. Explorando la colección de palmas (Arecaceae) en el Jardín Botánico de la UNAH, Tegucigalpa, Honduras. 2025. [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2025/2025-03-20-MRodriguez-Explorando-la-Coleccion-de-Palmas-Arecaceae.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2025/2025-03-20-MRodriguez-Explorando-la-Coleccion-de-Palmas-Arecaceae.pdf).
- [21] Yerokhin S, Lin-Feuer Y y Sassen R. Biodiversity preservation in German higher education institutions: existing approaches, challenges and future developments. En: *International Journal of Sustainability in Higher Education* 26.(4) (2025), 717–734. doi: 10.1108/IJSHE-12-2023-0608.
- [22] Griffith M, Calonje M, Meerow A, Tut F, Kramer A, Hird A, Magellan T y Husby C. Can a Botanic Garden Cycad Collection capture the genetic diversity in a wild population? En: *International Journal of Plant Sciences* 176.(1) (2014), 1–10. doi: 10.1086/678466.
- [23] Nelson C, Sandoval G y Ortiz–Kafati J. *Boletín Científico de Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras*. Joga Producciones Gráficas, 2005, 21.
- [24] Vovides A, Iglesias C, Luna V y Balcázar T. Los jardines botánicos y la crisis de la biodiversidad. En: *Botanical Sciences* 91.(3) (2013), 241–242. doi: 10.17129/botsoci.5.
- [25] Martín–Amaya A, Galvis–Rueda M y Hernández–Barbosa R. Los jardines botánicos: más que bibliotecas de plantas. En: *Papeles* 12.(24) (2020), 77–90. doi: 10.54104/papeles.v12n24.837.
- [26] Kawas N, Elvir O, Torres L, Rodríguez M, Cardona A, Wiesse K, Canales C, Gómez GJ, Mejía J, Sevilla N, Mendoza L y Castillo P. *Atlas climático y de gestión de riesgo de Honduras*. Tegucigalpa, Honduras: Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2012.
- [27] Standley P. New plants from Honduras. En: *Revista Ceiba* 1.(1) (1950), 38–96.
- [28] Schutzman B. A new species of *Zamia* from Honduras. En: *Systematic Botany* 14.(2) (1989), 214–219. <https://www.jstor.org/stable/2418907>.
- [29] Nelson C. Dos plantas nuevas del género *Zamia* (Zamiaceae, Gymnospermae) en Honduras. En: *Ceiba* 46.(1–2) (2005), 55–58. <https://revistas.zamorano.edu/CEIBA/article/view/522/500>.
- [30] Nelson C y Sandoval G. Una Especie Nueva de *Zamia* (Zamiaceae) de Honduras. En: *Ceiba* 49.(1) (2008), 135–136. doi: 10.5377/ceiba.v49i1.299.
- [31] Schutzman B, Adams R, Haynes J y Whitelock L. A new endemic *Ceratozamia* from Honduras (Cycadales: Zamiaceae). En: *The Cycad Newsletter* 31.(2–3) (2008), 18–19. <https://www.cycad.org/documents/Haynes-et-al-2008-Ceratozamia-hondurensis-description.pdf>.
- [32] Fernández F y Sharkey M. *Introducción a los Hymenoptera de la región neotropical*. Bogotá, D.C.: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 2006.
- [33] Borror D, Triplehorn C y Johnson N. *Introducción al estudio de los insectos*. 6.ª ed. Fort Worth: Saunders College Publishing, 1989.
- [34] Del-Val E. Redes de interacciones para el estudio de la biodiversidad. En: *Revista Digital Universitaria* 23.(2) (2022). doi: 10.19053/978-958-660-330-0.3.
- [35] Camarena–Gutiérrez G. Señales en la interacción planta insecto. En: *Revista Chapingo* 15.(1) (2009), 81–85. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Camarena-2009.pdf>.
- [36] Skewes O. Factores limitantes. 2012. <https://www2.udec.cl/~caagronomia/Tema%206.pdf> (visitado 09-01-2025).
- [37] Taylor–Blake A. Breve revisión sobre la polinización de cícadas en el istmo de Panamá. En: *Revista Saberes APUDEP* 1.(2) (2018), 1–15. [https://revistas.up.ac.pa/index.php/saberes\\_apudep/article/view/888](https://revistas.up.ac.pa/index.php/saberes_apudep/article/view/888).
- [38] Toon A, Terry I, Tang W, Walter G y Cook L. Insect pollination of cycads. En: *Austral Ecology* 45.(8) (2020). doi: 10.1111/aec.12925.
- [39] Jones D. *Cycads of the World: Ancient Plants in Today's Landscape*. 2.ª ed. Smithsonian Books, 2002.

- [40] Blackmore S, Gibby M y Rae D. Strengthening the scientific contribution of botanic gardens to the second phase of the Global Strategy for Plant Conservation. En: *Botanical Journal of the Linnean Society* **166** (2011), 267-281. doi: 10.1111/j.1095-8339.2011.01156.x.