Informe Final del Proyecto XA012: Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES

Responsable:	Dra. María del Carmen Mandujano Sánchez, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México
Co-responsable:	Ing. Emiliano Sánchez Martínez, Jardín Botánico Regional de Cadereyta, CONCYTEQ
Participantes:	Dr. Jordan Golubov Figueroa, Universidad Autónoma Metropolitana Dr. Andrew P. Vovides Papalouka, Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, INECOL Biól. Beatriz Maruri Aguilar, Jardín Botánico Regional de Cadereyta, CONCYTEQ M. en C. Laura Hernández Rosas M. en C. Juan Carlos Flores Vázquez M. en C. Rodolfo Martínez Gallegos, Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo"
Institución:	Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México
Dirección:	Circuito exterior S/N al Jardín Botánico, Ciudad Universitaria. C. P. 045000, Ciudad de México
Email:	mcmandujano@gmail.com
Teléfono:	55 5622 9033
Fecha de inicio:	6 de enero de 2020
Fecha de término:	31 de diciembre de 2020

Forma de citar el informe final: Mandujano Sánchez M. C., Sánchez Martínez E., Golubov Figueroa J., Vovides A., Flores Vázquez J. C., Hernández Rosas L., Martínez Gallegos R., Maruri Aguilar B. y Hernández Martínez M. 2020. Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES. Informe final. CONABIO, Proyecto XA012, México.

Contenido

Índice de cuadros 6

Índice de figuras 7

Presentación 9

Introducción 10

Capítulo 1. Información general de *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson 13

Ficha taxonómica 13

Características de la especie (morfológicas, biológicas y función de la especie en su ecosistema) 13

Descripción 13

Características biológicas 14

Interacción de *C. hildae* con otras especies (Función de la especie en su ecosistema) 16

Ecología y hábitat 19

Hallazgos generales de la salida de campo 19

Amenazas 20

Hallazgos de la salida de campo 21

Información sobre especies similares 21

Antecedentes 21

Cuadro comparativo entre especies cercanas a *C. hildae* 23

Capítulo 2. Definición de método y ejecución de la modelación de nicho y distribución potencial 26

Métodos 26

1.1.- Distribución geográfica de *C. hildae* 26

1.2.- Variables biofísicas de la especie 26

1.3.- Modelo de distribución potencial 26

Resultados 28

2.1.- Distribución geográfica 28

2.2.- Variables biofísicas de la especie 28

2.3.- Modelo de distribución potencial 30

Capítulo 3. Estado y tendencias de la población 32

Objetivo 32

Método 32

Resultados 33

Discusión 40

Consideraciones 42

Capítulo 4. Documentación de amenazas (“Disturbiómetro” de Martorell y Peters) 43
Objetivo 43
Método 43
Resultados 44
Discusión 45
Capítulo 5. Uso y comercio [usos nacionales (tradicionales y comerciales), partes y derivados en el comercio nacional e internacional, comercio lícito e ilícito, efectos reales o potenciales del comercio] 47
Usos tradicionales 47
Objetivo 47
Revisión bibliográfica 47
Conclusiones 48
Información de organismos y bases de datos internacionales 48
Objetivo 48
Metodología 48
Resultados 49
I. Consulta con Autoridades CITES 49
II. Bases de datos 53
Viveros nacionales e internacionales 58
Objetivo 58
Metodología 59
Resultados 59
Resultado de encuestas a los productores de *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson (Información proveída por viveristas) 77
Objetivo: 77
Metodología 77
Resultados 77
Capítulo 6. Panorama institucional en México 80
Objetivo 80
Metodología 80
Resultados: 81
Capítulo 7. Ordenación de la especie 83
Estatus en instrumentos de conservación en México y el mundo 83
Listados 83

Planes *in situ* 83
Manejo de la especie 83
Reproducción artificial 83
The Cycad Jungle (Tom Broome, EUA) 83
Jones Landscaping Nursery (Malcolm Jones, EUA) 84
Capítulo 8. Conservación de la especie 85
Conservación en jardines botánicos del mundo y de México 85
Objetivo 85
Metodología 85
Resultados 85
I. Información extraída de la consulta a base de datos PlantSearch (BGCI) 85
II. Información obtenida de jardines botánicos específicos, en México y el mundo 86
Conclusiones 91
Resolución 9.24: Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES 93
1. Taxonomía 93
2. Visión general 94
3. Características de la especie 95
3.1 Distribución 95
3.2 Hábitat 96
3.3 Características biológicas. 97
3.4 Características morfológicas. 97
3.5 Función de la especie en el ecosistema. 98
4. Estado y tendencias 100
4.1 Tendencias del hábitat 100
4.2 Tamaño de la población 100
4.3 Estructura de la población 101
4.4 Tendencia de la población 101
4.5 Tendencias geográficas 102
5. Amenazas 102
6. Utilización y comercio 103
6.3 Utilización Nacional 103
6.2 Comercio lícito 103

6.3 Partes y derivados en el comercio 105
6.4 Comercio ilícito 105
6.5 Efectos reales o potenciales del comercio 106
7. Instrumentos jurídicos 106
7.1 Nacional 106
7.2 Internacional 106
8. Ordenación de la especie 106
8.1 Medidas de gestión 106
8.2 Supervisión de la población 106
8.3 Medidas de control 106
8.3.1 Internacional 106
8.3.2 Nacional 107
8.4 Reproducción artificial 107
8.5 Conservación del hábitat 107
9. Información sobre especies similares 108
Literatura citada 110
Anexo 1 113
Anexo 2 118
Método de Evaluación del Riesgo de extinción de plantas en México (MER, Anexo Normativo II) 119
Distribución Geográfica (Criterio A). 119
1) Extensión de la distribución. 119
2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes 119
3) Número de provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) en las que se encuentra el taxón 120
4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano 120
Condición del Hábitat (Criterio B). 121
Vulnerabilidad Biológica Intrínseca (Criterio C) 122
Impacto de la actividad humana (Criterio D) 125
Literatura Citada 127
Conclusiones 129
Referencias 132

Índice de cuadros

Cuadro 1. Ficha taxonómica de *C. hildae.* 13
Cuadro 2. Concentrado de características morfológicas de *C. hildae* y sus especies relacionadas filogenéticamente. 25
Cuadro 3. Registros geográficos empleados en el modelo de distribución potencial. 26
Cuadro 4. Variables climáticas, topográficas y ecológicas utilizadas para modelar la distribución potencial. 27
Cuadro 5. Datos de registro de *C. hildae* obtenidos durante la salida a campo. 32
Cuadro 6. Número de individuos de *C. hildae* registrados por cada estado de desarrollo en cada una de las localidades. 35
Cuadro 7. Categorización de la población de *C. hildae* en la localidad Rancho "El Chijol" (RBSG, Querétaro, México), con base en el número de hojas. 37
Cuadro 8. Estimación de la densidad de *C. hildae* en cada una de las poblaciones localizadas. 40
Cuadro 9. Resultados principales de evaluaciones de estructura poblacional de especies del género *Ceratozamia* 42
Cuadro 10. Índices obtenidos para cada uno de los indicadores evaluados por transecto. 45
Cuadro 11. Porcentaje de contribución de cada agente al índice de disturbio. 45
Cuadro 12. Viveros de Estados Unidos que ofrecen plantas o semillas de *C. hildae*. Datos proporcionados por la Autoridad Científica CITES de Estados Unidos. 52
Cuadro 13. Sitios de internet de interés para *C. hildae*. Datos proporcionados por la Autoridad Científica CITES de Estados Unidos. 53
Cuadro 14. Número y tipo de partes de *C. hildae* importadas o exportadas en el mundo, por periodo de tiempo. 54
Cuadro 15. Número de plantas y derivados de *C. hildae* exportados de acuerdo con sus propósitos en la transacción. (T= Comercial, S= Científico, P= Personal) y código de origen (W= silvestre, A= plantas reproducidas artificialmente, D= plantas del Apéndice I reproducidas artificialmente). 58
Cuadro 16. Número de plantas y derivados importados de *C. hildae* de acuerdo con sus propósitos en la transacción. (T= Comercial, S= Científico, P= Personal) y código de origen (W= silvestre, A= plantas reproducidas artificialmente, D= plantas del Apéndice I reproducidas artificialmente). 58
Cuadro 17. Lista de viveros con actividad comprobada o relacionada de comercialización de *C. hildae*. . 60
Cuadro 18. Cuestionario enviado a viveristas internacionales que anuncian *Ceratozamia hildae*. 79
Cuadro 19. Jardines Botánicos de México y el mundo que facilitaron datos de conservación *ex situ* de *C. hildae* 86

Índice de figuras

Figura 1. *Ceratozamia hildae* G. P. Landry y M. C. Wilson. Espécimen en el medio silvestre. (Fotografía: B. Maruri A. 2020) 14
Figura 2. Coleóptero de la familia Erotylidae, posibles polinizadores de *C. hildae*. (Fotografía: @annemirdl, 2013. NaturaLista). 15
Figura 3. *Eumaeus toxea* sobre y en el área de distribución de *C. hildae*. (a) Huevos y orugas sobre foliolos de *C. hildae* (b) Crisálidas, (c) Adultos. (Fotografías: Emiliano Navarrete Sauza, 2020). 17
Figura 4. *C. hildae*: foliolos dispuestos en fascículos (Fotografía: B. Maruri Aguilar, 2020). 23
Figura 5. Foliolos opuestos y sub-opuestos en las especies cercanas filogenéticamente a *C. hildae*. 24
Figura 6. Mapa de distribución geográfica de la especie *C. hildae*. 28
Figura 7. Variables biofísicas asociadas a los registros de *C. hildae*. 29
Figura 8. Mapa de distribución potencial de *C. hildae*, restringida a la Sierra Madre Oriental. 30
Figura 9. Mapa de distribución potencial de C. *hildae*: test del mapa de provincias fisiográficas. 31
Figura 10 Mapa de distribución potencial de *C. hildae*: test del mapa de regiones biogeográficas 31
Figura 11. Frecuencias de individuos de *C. hildae* con diferentes estados de desarrollo, en conteos rápidos de tres poblaciones. 35
Figura 12. Categorización de la población de *C. hildae* en la localidad Yerbabuena (RBSG, Querétaro, México), con base en el número de hojas. 36
Figura 13. Categorización de la población de *C. hildae* en la localidad Rancho "El Chijol" (RBSG, Querétaro, México), con base en el número de hojas. 36
Figura 14. Estructura de tamaño, de acuerdo con la longitud de la hoja más grande, para las poblaciones de la Yerbabuena y El Chijol, en la RBSG, Querétaro, México. 38
Figura 15. Correlación entre la longitud de la hoja y el número de foliolos para la población El Chijol, RBSG, Querétaro. 39
Figura 16. Correlación entre la longitud de la hoja y el número de foliolos para la población La Yerbabuena, RBSG, Querétaro. 39
Figura 17. Distribución espacial de los individuos en la población de Rancho El Chijol, RBSG, Querétaro 40
Figura 18. Comportamiento de importaciones y exportaciones de plantas vivas y partes de *C. hildae* entre 1975 y 2018. 55
Figura 19. Comercio internacional de *C. hildae* entre 1975 y 1985. Elaborado con datos de CITES Trade Database. 56
Figura 20. Comercio internacional de *C. hildae* entre 1986 y 2013. Elaborado con datos de CITES Trade Database. 56
Figura 21. Comercio internacional de *C. hildae* entre 2014 y 2018. Elaborado con datos de CITES Trade Database. 57
Figura 22. Cifras del comercio internacional de *C. hildae* entre 2014 y 2018. (a) Países exportadores, (b) Países importadores, (c) Partes exportadas y (d) Número de transacciones comerciales internacionales. Elaborado con datos de CITES Trade Database. 57
Figura 23. *C. hildae* originada de una colección particular y ofrecida en venta en 2017 (octubre) por Jungle Music, Palms and Cycads. (Fotografía: https://www.junglemusic.net/Cycad_Collection_October_2017/Cycad_Collection_For_Sale.html). 62
Figura 24. Ejemplares sembrados en el suelo, ofrecidos en venta durante 2019, como remanentes de la colección Rosenstock (Valley Center, California). Nótese que no todos los foliolos son fasciculados). (Fotografía: https://www.palmandcycadexchange.com/rosenstock_collection). 63

Figura 25. Laurie y Keith Huber (Palm and Cycad Exchange). (Fotografía: https://www.palmandcycadexchange.com/about_us) 63
Figura 26. Plántula con una hoja ofertada en línea por Exclusive-Cycads.com (Fotografía: http://www.exclusive-cycads.com/product_info.php?products_id=786) 65
Figura 27. Cáudice de *C. hildae* con estróbilo masculino, anunciado en Exclusive-Cycad.com. (Fotografía: http://www.exclusive-cycads.com/product_info.php?products_id=1187) 65
Figura 28. *C. hildae* en la página del vivero Jones Landscaping Nursery. (Fotografía: http://cycadflorida.com/cycadflorida/hildae.html). 67
Figura 29. Imagen de *C. hildae*, forma sin espinas. (Fotografía: http://www.cycadpalm.com/cehisp.html) 68
Figura 30. Fotografía de la cícada bambú que aparece en el Plant Families Data Base de la página electrónica del vivero inglés Treebrown. (Fotografía: https://www.trebrown.com/plant_info.php?species=Ceratozamia+hildae). 72
Figura 31. Cono femenino de *C. hildae* en una entrada de la Galería de Cícadas del Xeric Plant Enthusiast Forum. (Fotografía: https://www.agaveville.org/viewtopic.php?f=42&t=1550&sid=235fcdc4098c6da818ce884d95f23a3e) 74
Figura 32. Hoja de *C. hildae* monstruosa (sic) presentada en el foro Agaveville. (Fotografía: https://www.agaveville.org/viewtopic.php?f=42&t=1550&sid=235fcdc4098c6da818ce884d95f23a3e) 74
Figura 33. Ejemplar de *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson creciendo en la Universidad del Sur de Florida. (Fotografía: https://southeastgarden.com/ceratozamia.html). 76
Figura 34. Acercamiento a los foliolos de un ejemplar en la colección del Jardín Botánico Clavijero, en Xalapa, Veracruz, México. (Fotografía: http://www.evolutionofplants.org/churchill-abrs-fellowship-blog/archives/08-2013). 76

Presentación

Este trabajo forma parte de la revisión periódica de las especies enlistadas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), y contribuye al conocimiento de la especie *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson (Zamiaceae), por medio de análisis de datos recabados *in situ*, consultas con autoridades mexicanas e internacionales, y revisión bibliográfica, de acuerdo con lo establecido en el cronograma de actividades del proyecto XA012, "Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES", financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

La información fue compilada y estructurada para completar los criterios de la Resolución 9.24 de CITES, y el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se presentan como sendos capítulos de este informe final. En su conjunto, este documento ofrece el panorama actual de *C. hildae*, determinado por un pasado desregulado en términos de su aprovechamiento comercial y de su supervisión *in situ*. Hoy en día su presencia en el medio silvestre es escasa y requiere de atención especial para asegurar la permanencia de sus poblaciones en la Sierra Madre Oriental mexicana.

Los autores agradecen la colaboración de las siguientes personas en las diferentes fases de trabajo de este proyecto, en gabinete y en campo: Andrew P. Vovides (INECOL), Lilí Martínez Domínguez (Instituto de Biología, UNAM), Roberto Pedraza Ruiz (Grupo Ecológico Sierra Gorda), Emiliano Navarrete Sauza (Facultad de Ciencias, UNAM), Ulises Torres y Guadalupe Landaverde (Oficina de la CONANP en la Reserva de Biosfera Sierra Gorda, Querétaro), Francisco Bolaño (Comunidad El Pocito, Jalpan de Serra) y Ricardo Castillo (Localidad Rancho El Chijol, Jalpan de Serra).

Introducción

Ceratozamia hildae G. P. Landry & M. C. Wilson, "cícada bambú", es una especie endémica de México, con distribución conocida en el área limítrofe entre los estados de San Luis Potosí y Querétaro. Su apariencia singular, con foliolos agrupados en fascículos (Landry y Wilson, 1979; Vovides y Rees, 1980), la ha vuelto objeto de la codicia de coleccionistas de todo el mundo, por su gran valor ornamental.

Las cícadas son el grupo más antiguo de plantas con semillas que persiste en la actualidad. Presentes en la Tierra desde hace 300 millones de años, son consideradas un eslabón entre helechos y plantas con flores (Rutherford *et al.*, 2013), y no se relacionan taxonómicamente con algún otro grupo de plantas vivientes. La Lista Mundial de las Cícadas (Calonje *et al.,* 2020), enumera 357 especies, agrupadas en tres familias: Cycadaceae [*Cycas* (117)], Stangeriaceae [*Bowenia* (2), *Stangeria* (1)], y Zamiaceae [*Ceratozamia* (31), *Dioon* (16), *Encephalartos* (65), *Lepidozamia* (2), *Macrozamia* (41), *Microcycas* (1) y *Zamia* (81)]. Esta última familia se concentra en América.

Más del 65% de las cícadas del mundo se concentran en México, Australia, Sudáfrica, China y Vietnam (Donaldson, 2003). Nuestro país ocupa el segundo lugar mundial en riqueza de cícadas, y constituye uno de los principales centros de diversidad. Particularmente, acoge a 30 especies del género *Ceratozamia* (Martínez-Domínguez *et al*., 2018), del que se considera centro de diversidad a escala de género, con dos regiones de endemismos: la Sierra Madre Oriental, y el sureste del país (Vovides *et al*., 2004 y Nicolalde-Morejón *et al*. 2014).

C. hildae presenta semejanzas con otros *taxa* en etapa de plántula, lo que pudiera referirse a un ancestro común (Stevenson *et al*., 1986); sin embargo, no existe otra especie que pueda ser confundida con ella, al ser la única del género que presenta los foliolos distribuidos en fascículos a lo largo del raquis (Landry y Wilson, 1979; Vovides y Rees, 1980). En el primer capítulo se describen las características taxonómicas de la especie, su relación con especies cercanas filogenéticamente, enfatizando semejanzas y diferencias, y la descripción de sus características ecológicas y de hábitat, así como las amenazas documentadas.

La Sierra Madre Oriental es una región biogeográfica con gran diversidad del género *Ceratozamia*, con 14 especies reconocidas (Martínez-Domínguez, 2018). Para dilucidar las zonas de distribución potencial de *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson, se recopilaron todos los registros posibles en herbario, bases de datos y colectas en campo, para generar mapas de distribución conocida y potencial, de acuerdo al modelado de distribución que se presenta en el segundo capítulo.

Pese a tratarse de una iniciativa con un presupuesto limitado, fue posible realizar una salida exploratoria a la zona de distribución más conocida de *C. hildae*, que es la colindancia de los estados de Querétaro y San Luis Potosí, entre el 16 y el 22 de marzo de 2020. En el tercer capítulo se presenta la síntesis de la misma.

En la salida referida se llevó a cabo un muestreo que abarcó el conteo sistemático de todos los individuos que fue posible identificar, y el censado de dos localidades para estimación de densidad, distribución y estructura poblacional. Los resultados presentados son los primeros para *C. hildae*. El antecedente inmediato es el MER (Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Plantas en México, de acuerdo con el Anexo II de la NOM-059-SEMARNAT-2001) que presentó Vovides (2001), en el que estimó que las poblaciones de la especie no sumaban más de 1,000 individuos, además de identificarla como de lento crecimiento, dioica, con polinizadores altamente susceptibles a incendios forestales, y con baja producción de semillas. A ello debe sumarse que entre las décadas de 1960 y 1970 la especie fue intensamente saqueada, y varias de sus poblaciones más extensas desaparecieron, mientras que otras se vieron mermadas drásticamente (Landry, 1990). De ahí la importancia de identificar las poblaciones que

aún existen, y estudiar su densidad y dinámica poblacional. Los resultados del análisis se presentan en el capítulo 4.

Muchas cícadas presentan distribución restringida y poblaciones relativamente pequeñas, lo que las hace susceptibles a un riesgo de extinción. La primera evaluación para este grupo, realizada por la IUCN en 2003, reportó que el 53% de las especies se encontraban en alguna de las tres categorías de riesgo: En peligro crítico (CR), En peligro (EN) y Vulnerables (VU). La actualización de 2010 de dicha evaluación arrojó como resultado que el 64% de las especies se encontraba en alguna categoría de riesgo, con varias de ellas ya extintas en el medio silvestre (Donaldson, 2003; Rutherford *et al*., 2013). En el capítulo 5 se aborda el análisis de disturbio de la especie, para el cual se aplicó el método propuesto por Martorell y Peters (2005), diseñado para cuantificar cómo es que los agentes perturbadores antropogénicos inciden en un área determinada. Esta evaluación se aplicó en una de las localidades donde se efectuó el levantamiento completo de la población. Es difícil desarrollar o aplicar técnicas universales para analizar disturbios (Vega y Peters, 2003) y el método presentó ciertas limitaciones al ser aplicado en un ambiente más húmedo que aquel para el cual ha sido diseñado.

A partir de su descubrimiento para la horticultura ornamental en la década de 1960, *C. hildae* ha sido objeto de tráfico internacional. En 1977 fue incluida en el Apéndice II de la CITES bajo la familia Zamiaceae, pero no fue sino hasta después de 1985, cuando se incluyó en el Apéndice I, que los volúmenes de comercio descendieron. En el capítulo 6 se presenta el análisis de su uso y comercio. Se recurrió a las autoridades internacionales a cargo de la supervisión de los movimientos comerciales de la especie, y se documentó una lista de viveros del mundo que mantienen y propagan a la especie. En relación con sus aspectos de uso tradicional, estos son difícilmente rastreables; pese a que el género *Ceratozamia* ha sido documentado como de importancia medicinal, alimenticia y religiosa, sus usos están centrados en otros *taxa* de los que la cícada bambú no es cercana morfológicamente.

Para conocer más sobre los esfuerzos nacionales, con respecto a su manejo, conservación regulación y medidas de protección, entre otras, se consultó a las autoridades mexicanas correspondientes. Sin embargo, fue alarmante la escasa información que poseen en sus registros con respecto a *C. hildae*. Esta información se reporta en el capítulo 7.

El recuento de los instrumentos de conservación reglamentarios y de referencia, así como de las listas nacionales e internacionales de especies con alguna categoría de conservación: NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III modificado en noviembre de 2019, Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se presenta en el capítulo 8. También se investigó si existen prácticas de manejo conocidas, en México y en otras partes del mundo, y la presencia de la especie en esquemas de conservación y aprovechamiento, como Áreas Naturales Protegidas, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, y los jardines botánicos. Acerca de estos últimos, el resultado de las pesquisas para conocer la presencia de *C. hildae* se presenta en el capítulo 9.

Como parte de este proyecto se llevó a cabo la evaluación de *C. hildae* a la luz de los "Criterios para la inclusión de especies en el Apéndice I", de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17), en donde se explica la importancia de que la especie permanezca en el Apéndice I. En esta evaluación, se integran los aspectos más relevantes de la especie y se explica por qué cumple con los criterios biológicos para mantenerla en dicho Apéndice. Asimismo, se completaron los criterios del Método de Evaluación de Riesgo (Anexo Normativo II de la NOM-059-SEMARNAT-2010) para especies vegetales, a fin de definir si el *taxón* debería cambiar de categoría en la siguiente actualización de la lista de especies en riesgo.

Considerando la historia evolutiva y el significado de estas plantas como patrimonio natural de México, los datos presentados son el fundamento para asegurar que: (1) la especie juega un rol clave en los ecosistemas que habita, en donde es vulnerable debido a su escasez y al carácter privado de muchos de los predios en los que la encuentra en la región, lo que tiene como consecuencia un hábitat fragmentado; (2) *C. hildae* requiere mayor atención de la que recibe, en términos de herramientas suficientes para conservarla y protegerla *in situ*; (3) hay desconocimiento o inexistencia de actividades de conservación y propagación de la especie por parte de las autoridades mexicanas; (4) las acciones de conservación *ex situ*, son concretadas principalmente por jardines botánicos, y son insuficientes.

Capítulo 1. Información general de *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson

Ficha taxonómica

Cuadro 1. Ficha taxonómica de *C. hildae.*

Reino: Plantae **División:** Cycadophyta **Clase:** Cycadopsida **Orden:** Cycadales **Familia:** Zamiaceae **Género:** Ceratozamia **Especie:** hildae **Autor:** G. P. Landry & M. C. Wilson **Año:** 1979 **Sinónimos:** No tiene **Nombres comunes:** Cícada bambú, chamalillo, pata de gallo, palma cícada de la Sierra Gorda, bamboo cycad (en inglés)	**Isotipos** en el Herbario del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU): • Garrie Landry 76521 (1976-06-06, IBUNAM: MEXU: T443085) • Larry Bussell y Garrie Landry (1978-09, IBUNAM: MEXU: FS7002)

(Landry y Wilson, 1979; Vovides y Rees, 1980; Vovides, 1999; The Plant List, 2013; IPNI, 2018; CONABIO, 2019).

Características de la especie (morfológicas, biológicas y función de la especie en su ecosistema)

Descripción

"Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes", Fascículo 71. ZAMIACEAE. *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson, *Brittonia* 31:442. 1979. Planta pequeña con tronco parcialmente subterráneo, globoso, volviéndose cilíndrico con la edad, de 8 a 20 cm de alto, de 5 a 9 cm de diámetro, a menudo ramificado, armado, con las bases persistentes de los pecíolos, café-rojizas, adpresas al tronco; hojas 2 a 6, de 8 a 160 cm de largo, formando una corona abierta o cerrada, pecíolo y raquis ascendentes, ligeramente pubescentes, escasamente armados con aguijones cortos, base del pecíolo pubescente, foliolos 30 o más, fasciculados en 4 agrupaciones de 2 a 4, alternos a subalternos, lanceolados, de 9 a 15 cm de largo, de 1 a 3 cm de ancho, ápice acuminado a cuspidado, base atenuada, margen entero, articulación callosa, verde; microstróbilos cilíndricos a cónicos, de 9 a 15 cm de largo, de 0.9 a 1.4 cm de diámetro, verdes en la juventud, volviéndose cafés claros a cafés oscuros al madurar, su pedúnculo tomentoso, de 4 a 9 cm de largo, de 0.5 a 1 cm de diámetro, microsporófilos cuneiformes, de 0.3 a 0.4 cm de largo, de 0.3 cm de ancho, bicornes en su extremo; megastróbilos cilíndricos, verdes a verdes oscuros, de 4 a 10 cm de largo, de 3 a 4 cm de diámetro, su pedúnculo tomentoso, de aproximadamente 8.5 cm de largo y 0.6 a 1.3 cm de diámetro, megasporófilos cuneiformes, peltados, sus caras externas engrosadas, hexagonales, bicornes, con tomento rojizo cerca de los cuernos, de 1.7 a 2.6 cm de largo, de 1.1 a 2.8 cm ancho; semillas ovadas a variadamente anguladas, de 1.3 a 1.9 cm de largo, de 1.1 a 1.4 cm de diámetro, sarcotesta

inicialmente de color blanquecino-crema, azul-verde en la madurez, esclerotesta lisa, de color beige claro, con 8 a 10 costillas visibles radiando desde el micrópilo (Vovides, 1999) (Figura 1).

Figura 1. *Ceratozamia hildae* G. P. Landry y M. C. Wilson. Espécimen en el medio silvestre. (Fotografía: B. Maruri A. 2020)

Características biológicas

En la mayoría de las especies del género *Ceratozamia,* la transferencia del polen es entomófila (es decir, que está mediada por vectores insectos, por ejemplo, curculiónidos). Stevenson *et al*. (2003) sugieren que el ciclo generacional de *C. hildae es* de 45 años, y asocian su polinización a insectos coleópteros de la familia Languriidae (Erotylidae) (Figura 2), mediante un proceso simbiótico. Los insectos desarrollan distintas etapas de su ciclo de vida en el interior de los conos masculinos (microstróbilos), y entran en diapausa al final de la vida útil de los mismos. Sin embargo, durante los períodos de receptividad de una planta femenina, son atraídos por la emanación de fragancias que resulta del cambio de la temperatura en el cono femenino (megastróbilo), en un proceso conocido como termogénesis (Terry *et al.*, 2007).

Figura 2. Coleóptero de la familia Erotylidae, posibles polinizadores de *C. hildae*. (Fotografía: @annemirdl, 2013. NaturaLista).

De acuerdo con Nicolalde-Morejón y colaboradores (2014), en las cícadas la polinización y fertilización son procesos bien definidos que transcurren con una diferencia de entre 3 y 7 meses. También mencionan que presentan espermatozoides móviles, lo cual es una característica apomórfica -evolutivamente novedosa con relación a otros *taxa* cercanos- de este grupo de plantas. Estos gametos se producen en el tubo polínico después de la germinación post-polinización. Para *C. hildae*, según Landry (1990), la polinización puede ocurrir entre mediados de abril y principios de junio, y las semillas resultantes requieren varios meses para su maduración, por lo que los conos que fueron polinizados entre abril y mayo se desintegran y presentan semillas maduras entre los meses de noviembre y diciembre. Sin embargo, Pérez-Farrera y Vovides (1997) mencionan que el periodo de maduración de las semillas de las cícadas puede tardar entre 12 y 24 meses. Particularmente para el género *Ceratozamia*, el desarrollo de la semilla se completa en 24 meses, desde la polinización hasta el desarrollo completo del embrión. La megasporogénesis y la megagametofitogénesis ocurren durante los primeros tres meses, y ocurre una fase de "latencia" pre-germinativa que puede durar aproximadamente 12 meses (Pérez-Farrera y Vovides1997; Sánchez-Tinoco *et al*., 2000). Las semillas nuevas están cubiertas de una pulpa color amarillo claro y Landry (1990) menciona que, al liberarse del cono, quedan limpias de la misma. No obstante, observaciones que han realizado expertos en campo, indican que la sarcotesta no se desprende fácilmente. Las semillas germinan dentro de los siguientes 90 días después de haber caído al suelo (Landry, 1990).

De acuerdo con Nicolalde-Morejón *et al.* (2014), la embriogénesis inicia con una etapa de núcleos celulares libres, seguida por la formación de paredes celulares y la diferenciación en unos cuantos tipos, como células suspensorias, por ejemplo. Cuando el embrión madura, se alarga y desarrolla el cotiledón, del cual se distingue el epicótilo superior, compuesto por un meristemo apical y un primordio foliar. Los cotiledones permanecen dentro de la semilla y obtienen nutrientes del megagametofito, hasta que el sistema radicular se ha establecido por completo en el suelo. La anatomía de los esporofitos queda definida durante el crecimiento de la plántula unifoliar. Al pasar de los meses o años va aumentando el número de hojas, el tronco crece y finalmente se forman los estróbilos, dentro de los cuales tiene lugar el desarrollo de los gametofitos masculinos y femeninos (Nicolalde-Morejón *et al.* 2014).

En general, las *Ceratozamia* no producen semillas con una sarcotesta colorida. Esto probablemente se deba a que las semillas se dispersan mecánicamente a medida que los conos se abren en los bancos empinados y los acantilados en los que normalmente se encuentran las plantas. Las aves son el único agente dispersor biológico conocido para *Ceratozamia* (Whitelock, 2002).

Interacción de *C. hildae* con otras especies (Función de la especie en su ecosistema)

Las especies de la familia Zamiaceae presentan un elevado contenido de compuestos secundarios tóxicos que fungen como estrategia de defensa frente a depredadores. A su vez, existen especies de fauna que presentan estrategias para evitar o reducir el efecto de los compuestos. Dentro del grupo de las cícadas se ha documentado la herbivoría por parte de orugas de mariposa del género *Eumaeus*, para los géneros *Ceratozamia, Dioon* y *Zamia* (Castillo-Guevara, 2008). En particular, un estudio ha comprobado que las orugas de *Eumaeus atala* son capaces de secuestrar las cicasinas[1] de *Zamia floridiana*, para posteriormente usarlas como defensas contra depredadores, tanto vertebrados como invertebrados (Bowers y Farley, 1990).

En México, se han registrado orugas de la mariposa *Eumaeus childrenae* (Lycaenidae) forrajeando a *Dioon edule* (Comstock, 1948, Ehrlich y Raven, 1964), y en las hojas jóvenes de *Ceratozamia mexicana* y *Zamia fischeri* (Contreras-Medina *et al*., 2002), en su hábitat natural de la Huasteca hidalguense. También se ha registrado la intensidad de la herbivoría de *Eumaeus minyas* y *E. devora* en *Zamia lodigessi* y *Dioon edule*, respectivamente (Castillo-Guevara y Rico-Gray, 2002). Esta interacción está ampliamente documentada, y todo parece indicar que la acción recíproca de las orugas del género *Eumaeus*, con diversas especies de cícadas es sumamente específica, existiendo registros en México y América del Sur (Whitaker y Salzman, 2020).

Durante la salida de campo de este proyecto, se registró la presencia de huevos, orugas, crisálidas y adultos del género *Eumaeus*, en los foliolos de *C. hildae* (Figura 3). La apariencia del adulto registrado sugiere que podría tratarse de *Eumaeus toxea* (Lycaenidae). Adicionalmente, se observó una gran proporción de hojas de *C. hildae* con presencia de orugas y defoliación. Consideramos que el análisis del efecto de esta defoliación es fundamental para el entendimiento del futuro de esta población, ya que puede tener efectos negativos en la adecuación de los individuos o de la permanencia de la especie, si ocurre en etapas de desarrollo poblacional cruciales para la especie (p. e. plántulas y juveniles).

Cabe mencionar que, en algunas localidades reconocidas en este estudio, se registró la coexistencia en simpatría de *C. hildae* con otras especies de cícadas como *Dioon edule* y *Zamia fischeri*, que probablemente también sean defoliadas por *E. toxea* (Castillo-Guevara y Rico-Gray, 2002); ello podría repercutir en la relación de la mariposa con *C. hildae*, ya que aquélla podría tener un efecto diferencial sobre las especies de cícadas. Un estudio realizado en Veracruz, con *Dioon edule* y *Zamia fischeri*, reportó que el porcentaje de daño foliar fue mucho menor en *D. edule*, en comparación con *Z. fischeri* (Castillo-Guevara y Rico-Gray, 2002).

Las mariposas del género *Eumaeus* mantienen una interacción específica con diversas especies de cícadas, incluida *C. hildae*, como se pudo registrar en este trabajo. Las orugas defolian a la especie, y la crisálida entra en periodo de letargo en el envés de las hojas. En su fase adulta, es nectarívora y se alimenta de diversas especies de angiospermas. Para el caso de *E. toxea* en la Sierra Gorda, se observó que los adultos de esta especie visitan al menos las flores de cuatro especies de angiospermas; de esta manera, *C. hildae* mantiene interacciones indirectas con otras plantas.

Por lo anterior, es importante saber cuál es el efecto de la herbivoría tanto a nivel demográfico como de historia de vida para las poblaciones de *C. hildae* en la Sierra Gorda de Querétaro.

[1] Es una fitotoxina encontrada en las familias Cycadaceae y Zamiaceae. La cicasina contiene sustancias neurotóxicas, y en el organismo, una vez metabolizada por la β-glucosidasa, se transforma en una sustancia alquilante con propiedades hepatotóxicas, mutagénicas y carcinogénicas. Produce severas intoxicaciones al ganado que mordisquea las plantas (Pérez-Flores y Soto, 2007).

(a)

(b)

(c)

Figura 3. *Eumaeus toxea* sobre y en el área de distribución de *C. hildae*. (a) Huevos y orugas sobre foliolos de *C. hildae* (b) Crisálidas, (c) Adultos. (Fotografías: Emiliano Navarrete Sauza, 2020).

Se ha documentado también que himenópteros como *Trigona* sp., y coleópteros como *Rhopalotria* sp. actúan como polinizadores de cícadas (Norstog y Stevenson, 1980). También se ha documentado que algunos marsupiales y murciélagos consumen sus semillas. No obstante, se desconoce si al mismo tiempo actúan como dispersores. En general, no se sabe cuál es el mecanismo de dispersión de las cícadas (De-Vries, 1983).

C. hildae se distribuye en un área donde la diferenciación entre tipos estrictos de vegetación no es nítida y pueden ser catalogadas como ecotonos de encinar y vegetación con elementos tropicales, ambos

característicos del NE de Querétaro (Zamudio *et al*., 1992), y bosque mesófilo. La presencia de la especie en zonas de ecotono sugiere su valor como integrante de una comunidad que puede ser de gran valor como reservorio de diversidad a lo largo de gradientes ecológicos, dado el intercambio de especies entre comunidades colindantes (Gual y Medrano, 2014); la riqueza de especies de la zona podría ser especialmente elevada.

Por otra parte, se desconoce cuál es el Valor de Importancia relativa de *C*. *hildae*, en el sotobosque de los encinares donde se registraron diversas poblaciones; en primera instancia, podemos sugerir que *C*. *hildae* es una especie cuyas poblaciones se distribuyen en pequeños parches de no más de una hectárea y de manera aislada, lo cual concuerda con su aspecto de especie rara. Por lo anterior, es sumamente importante realizar un estudio de las comunidades vegetales dónde se encuentra *C*. *hildae*, lo que permitirá conocer cuál es el papel ecológico de la especie en su ambiente, cuales sus asociaciones más recurrentes, así como su frecuencia y densidad relativas en comparación con las otras especies de plantas en el mismo hábitat.

Otro aspecto relevante de las cícadas en sus ecosistemas es el hecho de que desarrollan raíces suculentas y tuberosas, que forman masas en la superficie del suelo, donde entran en acción simbiótica con especies de bacterias fijadoras de nitrógeno, proceso de gran relevancia, especialmente después de un incendio (Norstog y Nicholls, 1997). Otro tipo de asociaciones reportadas en la familia son las micorrízicas arbusculares, que contribuyen a la captura de agua y nutrientes en suelos pobres (Vovides, 1991).

Debido a sus implicaciones médicas en el hombre, se ha estudiado a los compuestos tóxicos de la familia Zamiaceae (Vovides *et al*., 2011). Las semillas de algunas especies son ingeridas como alimento o empleadas como materia prima para la elaboración de harinas con elevado contenido nutricional, pero tienen cantidades significativas de sustancias de alta toxicidad. Se han encontrado asociaciones entre el consumo de semillas de cícadas y alteraciones motrices y encefalográficas en animales de experimentación; en el ser humano se han asociado con enfermedades neurodegenerativas como el complejo demencia – parkinsonismo – esclerosis lateral amiotrófica y otras enfermedades de motricidad como hipoactividad e incoordinación motora en pruebas de animales de laboratorio. Entre los principios activos con actividad neurotóxica identificados en las semillas de cícadas se encuentra el metilazoximetanol, β-metilamino-L-alanina, β–oxalilamino-L-alanina y cicasina, entre otras (Rivadeneyra-Domínguez y Rodríguez-Landa, 2013). Por otra parte, algunas cícadas han sido específicamente reportadas como tóxicas para el ganado bovino: *Dioon edule* causa hepatoxicidad, enterotoxicidad y muerte; *Zamia furfuraceae* provoca vómitos, dolor abdominal y movimientos atáxicos de extremidades posteriores; y al menos una especie del género, *Ceratozamia mexicana*, se ha reportado como tóxica para ratones e insectos (Avendaño y Flores, 1999).

En síntesis, el papel que juega *C. hildae* en el ecosistema está poco documentado. Esta es una especie biológicamente rara para la que no se han realizado investigaciones dirigidas a identificar sus interacciones con otras especies. La información que se incluye en esta sección, en su mayoría, se refiere a otras especies de cícadas, alguna de ellas pertenecientes al género *Ceratozamia* o a un nivel taxonómico mayor. Sin embargo, por las características que *C. hildae* comparte con otras especies de cícadas, sugiere que, existen interacciones interespecíficas similares. Aun así, es importante reiterar que se requieren estudios particulares que amplíen y den claridad al papel que desempeña *C. hildae* dentro del ecosistema; de otra manera, su pérdida acarreará daños al ecosistema que por ahora no es posible siquiera vislumbrar.

Ecología y hábitat

Las cícadas habitan principalmente en zonas tropicales y sub-tropicales, de América, Asia, África y Oceanía (Donaldson, 2003). Las especies del género *Ceratozamia* se restringen a México y Centroamérica. De las 31 especies reconocidas hasta el momento (https://www.cycadlist.org, Calonje *et al*., 2020) todas, excepto *C. hondurensis*, se encuentran en México. Debido a su amplia distribución en el territorio nacional, que abarca desde la Sierra del Soconusco, en Chiapas, hasta el extremo norte de la Sierra Madre Oriental (SMO) en Tamaulipas, el género *Ceratozamia* ocupa diversos tipos de hábitats como: bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña y bosque de encino (*sensu* Rzedowski, 1978); habitan en sitios empinados y acantilados, generalmente en sombra densa, y crecen en suelos ricos en materia orgánica. Sus hábitats generalmente cuentan con humedad proveniente de arroyos, niebla o lluvia. En estos sitios no sólo se produce la humedad que requieren estas plantas, sino que el dosel también las protege del daño del viento a sus hojas quebradizas (Whitelock, 2002).

En términos generales, se reconocen tres regiones biogeográficas del país con alta riqueza y diversidad del género: 1) Sierra Madre Oriental (SMO), 2) Soconusco y 3) Altos de Chiapas. El grupo de especies que se distribuyen en la SMO, representan aproximadamente el 45 % del total del género, lo cual resalta la importancia de esta región biogeográfica (Martínez-Domínguez, 2018).

C. hildae se asocia a los bosques de la franja de neblinas, entre 850 y 1300 msnm, con dominancia de encinos (como *Quercus reticulata* Bonpl.) y presencia de otras especies dominantes como *Brahea dulcis* Mart., *Brahea* sp., *Dioon edule* Lindl. y *Zamia fischeri* Miq. La especie se establece en terrenos empinados con suelos arcillosos de origen calizo, de tipo Rendzina, como en los anticlinales de la Sierra Gorda de Querétaro (Landry y Wilson, 1979; Vovides y Rees, 1980).

Durante la salida de campo, pudo reconocerse que *C. hildae* se encuentra en bosques de encino, donde se establece en las zonas más escarpadas con formaciones rocosas, en las partes aún más sombreadas. Es en este mismo hábitat donde se encuentran con frecuencia serpientes nauyacas (*Bothrops*) y metapilas o "mano de metate" (*Atropoides*). Se piensa que esta especie está asociada a la región de la Huasteca Potosina, en torno al río Santa María, limítrofe entre Querétaro y San Luis Potosí, aunque recientes exploraciones han determinado su presencia más al sur, en bosque mesófilo perturbado.

Hallazgos generales de la salida de campo

Cinco poblaciones de *C. hildae* se registraron en la región de la Sierra Gorda, Querétaro. Todas muestran aspectos demográficos típicos del género: pocos individuos -entre 50 y 100 por población, con todas las categorías de tamaño (plántulas, juveniles, pre - adultas y adultas) representadas-, y distribuidas aisladamente entre sí. La defoliación es muy intensa a nivel individual, afectando probablemente entre 51 y 70% de las plantas. A nivel poblacional, también registramos una alta proporción de los individuos defoliados, lo que puede representar un riesgo para la supervivencia y reproducción. Es necesario realizar estudios a mediano plazo para estimar el efecto real de la herbivoría sobre los parámetros demográficos y de historia de vida de la especie.

En la fecha en que se realizó la salida de campo (16 al 22 de marzo de 2020) no se encontraron muchos estróbilos; por lo que no es posible estimar la proporción sexual. No obstante, dada la presencia de plántulas en todas las poblaciones, se infiere que hay regeneración por vía de reclutamiento y, por ende, hay plantas femeninas que contribuyen a la misma. Es necesario contar con una aproximación más precisa del número de plantas femeninas para estimar la fecundidad de las poblaciones. En un muestreo realizado en *C. zaragozae* se registraron 11 plantas femeninas y la producción de ocho megaestróbilos durante un periodo de cinco años (Castillo-Lara *et al.* 2018). En nuestro caso, las poblaciones de *C. hildae* en la Sierra

Gorda de Querétaro, pueden presentar un panorama similar, es decir, que el número de plantas femeninas y, por ende, de megaestróbilos sea reducido.
El bajo número de individuos y de plantas femeninas, afecta, por consiguiente, el número de consortes posibles, el intercambio de gametos y, por ende, el tamaño efectivo de la población. Bajo este escenario, además de los tamaños reducidos de las poblaciones, debemos considerar que es muy probable que el flujo de genes sea limitado, lo cual conlleva a problemas serios para la conservación de la especie. Desde el aspecto genético, las poblaciones pueden estar experimentando un proceso de cuello de botella, típico de poblaciones pequeñas, donde se presenta endogamia, y la deriva génica es un proceso que determina la perdida de alelos y variabilidad genética. Desde el aspecto demográfico, la tasa de crecimiento de la población estaría limitada, lo que afectaría en un futuro su viabilidad. Por lo anterior, es importante conocer cuál es la variación genética de las poblaciones, otro vacío más sobre la información de *C. hildae*, que debe ser atendido lo antes posible para tener más elementos que contribuyan a la conservación de la especie.
Si la estocasticidad demográfica, genética y ambiental convergen o han propiciado ya que las poblaciones de *C. hildae* entren en un vórtice de extinción, sería una grave pérdida para el patrimonio natural de México. De ahí la necesidad de profundizar en estudios que despejen las interrogantes para su conservación. Aun cuando las cícadas han sobrevivido a tres extinciones masivas, incluyendo una en la cual se destruyó la mitad de la flora y fauna del mundo, son particularmente vulnerables a las presiones humanas como la pérdida del hábitat y la sobre colecta (Rutherford *et al*., 2013).
Por otro lado, un estudio menciona que *C. hildae* es una de las especies que se encuentra en localidades con menor altitud y mayor temperatura de todo el género (Martínez-Domínguez, 2018). Lo anterior puede ilustrar cómo son los intervalos de tolerancia fisiológica de la especie, y también puede explicar su especificidad de hábitat, lo que determina que sus poblaciones tengan una distribución restringida.

Amenazas

Muchas especies de cícadas presentan una distribución restringida y sus poblaciones son relativamente pequeñas, lo que las hace más susceptibles a un riesgo de extinción debido a diferentes tipos de amenazas. En 2003, la UICN realizó la primera evaluación para este grupo, en donde se observó que el 53% de las especies se encontraban en alguna de tres categorías de riesgo: En peligro crítico (CR), En peligro (EN) y Vulnerables (VU). En 2010, la actualización de dicha evaluación arrojó como resultado que el 64% de las especies se encontraba en alguna categoría de riesgo, con varias de ellas ya extintas en el medio silvestre (Donaldson, 2003; Rutherford *et al*., 2013).
En el pasado, la colecta de plantas en el medio silvestre había representado la principal amenaza para las especies de este grupo. Sin embargo, estudios recientes demuestran que la destrucción del hábitat o su modificación son las mayores amenazas que enfrentan estas plantas. Aunado a esto, la actual disminución en las poblaciones de insectos polinizadores y la amplia distancia que separa individuos femeninos de masculinos reduce la posibilidad de polinización e incrementa el riesgo del decremento de las poblaciones (Donaldson, 2003; Rutherford *et al.*, 2013).
Desgraciadamente, el panorama general de amenazas para el grupo se cumple para *C. hildae.* Entre las décadas de 1960 y 1970, la especie fue sobre - colectada del medio silvestre y miles de plantas fueron exportadas a Estados Unidos y a otros países; esta colecta extensiva de plantas tuvo como consecuencia la extinción de varias poblaciones silvestres o la drástica disminución de individuos; muchas poblaciones han tardado mucho tiempo en recuperarse y existe la posibilidad de que algunas quizá no lleguen a hacerlo (Landry, 1990).

Las poblaciones que lograron escapar de los colectores ahora presentan otro tipo de amenazas. Vovides (2001) presentó un MER (Anexo II de la NOM-059-SEMARNAT-2001, Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Plantas en México) para *C. hildae*. En ese momento identificó el estado de su hábitat como precario, y reportó que la especie estaba distribuida en una de las zonas más deforestadas del país, en donde la destrucción del hábitat para incrementar la superficie ganadera, y la deforestación de árboles maderables, representan las amenazas más fuertes para la especie. Vovides también resalta una de las ventajas de la especie, que es la relativa inaccesibilidad de algunas poblaciones, debido a que esto le proporciona cierta protección contra deforestación y saqueo de plantas adultas.

Hallazgos de la salida de campo

La mayor amenaza que enfrentan las poblaciones de *C. hildae* en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Querétaro es, sin duda alguna, el desmonte de la cubierta vegetal para el establecimiento de parcelas para el ganado, principalmente vacuno. Aunque las poblaciones del *C. hildae* que nosotros registramos se encuentran relativamente bien conservadas, la mayoría se encuentran cercanas a sitios deforestados o a caminos.

Además, algunas poblaciones se encuentran en propiedad privada donde dependen del uso que el dueño quiera dar al terreno, en este sentido es importante mencionar que la percepción general es que los habitantes de la región de Valle Verde y comunidades cercanas no tiene conciencia de la importancia de la especie, pero la reconocen con el nombre común “chamalillo” y la asocian como planta muy perjudicial para la crianza de ganado, especialmente durante los meses de abril y mayo, en los que “le sale la bolita” (microstróbilo). De ahí que crean necesario retirar plantas de algunas zonas.

Como se mencionó anteriormente, en la salida de campo se pudo apreciar que una buena proporción de plantas, en la mayoría de las poblaciones, exhibían una fuerte intensidad de defoliación (51 a 70%) por parte de las orugas de *Eumaeus*. Aunque esta interacción es natural y se ha registrado en una gran cantidad de especies de cícadas, es importante considerar que la interacción con especies especialistas puede resultar en un factor de riesgo para las poblaciones, por lo que se propone evaluar si la herbivoría tiene un efecto directo sobre la supervivencia, la reproducción (formación de conos) y, por ende, en la adecuación de las poblaciones.

Información sobre especies similares

Antecedentes

Los trabajos relevantes acerca de la filogenia del género *Ceratozamia* son: González y Vovides (2002), Martínez-Domínguez (2018) y Medina-Villarreal (2019).

La primera visión de las relaciones interespecíficas de las cícadas mexicanas del género *Ceratozamia* fue trabajada por González y Vovides (2002), quienes exploraron las relaciones filogenéticas de las 16 especies del género (registradas hasta ese momento), mediante un análisis de variación a nivel molecular en genoma del cloroplasto y del núcleo, empleando las regiones ITS y trnL-F, previamente empleadas en estudios filogenéticos a nivel intragenérico. Los objetivos del análisis fueron estudiar la monofilia del género, las relaciones filogenéticas del mismo con otros géneros de cícadas, y la relación entre las especies. El estudio incluyó a las especies conocidas en aquel tiempo, incluyendo *taxa* no descritos aún. Si bien los resultados presentaron bajos niveles de variación, el análisis demostró que el género

Ceratozamia es monofilético. La filogenia molecular reveló tres clados principales, situando a *C. hildae* cerca de *C. zaragozae, C. sabatoi, C. microtrobilia, C. kuesteriana, C. mexicana var mexicana, C. moretti, C. mexicana var. robusta y C. brevifrons;* el estudio también sugiere que el Eje Neovolcánico Transverso ha jugado un papel como barrera para diferenciar los grupos de la Sierra Madre Oriental y los del Sureste de México.

Martínez-Domínguez (2018) efectuó un análisis de patrones taxonómicos y evolutivos para resolver las relaciones filogenéticas y proporcionar información para la planificación de nuevos enfoques de conservación del género. El estudio se dirigió a las 14 especies que están distribuidas en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental; la regionalización se basa en que esta provincia es una ruta relevante para comprender la evolución de la biota mexicana (González-Medrano, 1996, y Graham, 1999), y tres de los complejos más numerosos del género se agrupan ahí (Vovides *et al*., 2004). La reconstrucción filogenética partió de la idea de la taxonomía como una conexión entre filogenia, identificación y descripción, y se llevó a cabo empleando caracteres morfológicos y moleculares. El enfoque morfológico incluyó el análisis de 72 caracteres, y el molecular comprendió seis genes, previamente empleados en evaluaciones de variabilidad nucleotídica del género (Little y Stevenson, 2007; Sass *et al*., 2007; Nicolalde-Morejón *et al*., 2011).

Los resultados del análisis combinado del estudio mostraron que *C. hildae* está agrupada con *C. latifolia* Miq., *C. kuesteriana* Regel., *C. sabatoi* Vovides & al. y *C. zaragozae* Medellín-Leal; estas especies se presentan como un clado sólido en las diferentes reconstrucciones, además de situarse geográficamente en la porción norte de la Sierra Madre Oriental. Dentro de este grupo, la relación entre *C. hildae* y *C. latifolia* como grupos hermanos es sólida (Martínez-Domínguez, 2018). En la matriz de caracteres cualitativos, *C. hildae* está agrupada con *C. decumbens* Vovides, Avendaño, Pérez-Farr. & Gonz.-Astorga y *C. chamberlainii* Mart.-Domínguez, Nic.-Mor. & D. W. Stev. Por su parte, en la matriz de análisis cuantitativos, *C. hildae* es cercana a *C. latifolia* Miq., *C. kuesteriana* Regel, *C. zaragozae* Medellín y *C. sabatoi* Vovides & al.

La autora también concluye que el Eje Neovolcánico Transverso no es un elemento determinante en la filogenia, pero sigue identificando la agrupación de especies filogenéticamente cercanas en la porción norte de la Sierra Madre Oriental. Sin embargo, el cañón del río Moctezuma puede ser considerado una barrera que delimita a las especies de la porción norte de la SMO, lo cual coincide con la agrupación del análisis filogenético combinado.

Medina-Villarreal *et al*. (2019), por su parte, hicieron una evaluación morfométrica a escala de población en individuos adultos y juveniles, para inferir su evolución fenotípica a partir del modelo de componentes próximo-remoto (Mayr, 1961), siendo el componente próximo el análisis de correlación de fenotipos con variables ambientales, y el remoto, el análisis de métodos filogenéticos comparativos, incluyendo el escenario filogenético temporal, el escenario biogeográfico, el tiempo y modo de la evolución de caracteres, y el escenario ontogenético. Los autores trabajaron con 26 especies de *Ceratozamia* y a cada ejemplar le fueron tomadas medidas de ocho variables, empleadas en estudios previos (Medina-Villarreal y González-Astorga, 2016); adicionalmente, la forma de la hoja de 18 especies fue evaluada de manera independiente. La información genética fue recuperada de Nicolalde-Morejón *et al*. (2011) y empleada para el análisis filogenético.

En este trabajo, se agrupa a *C. hildae* con *C. latifolia* Miq., *C. fuscoviridis* W., *C. huastecorum* y *C. sabatoi* Vovides & al.

Un aspecto común que reconocen las filogenias más recientes del género *Ceratozamia*, es que *C. latifolia* es la especie hermana de *C. hildae*, incluso en algunas localidades coexisten en simpatría. Considerando

la teoría del conservadurismo filogenético del nicho, la cual propone que las especies descendientes tienden a compartir una proporción sustancial de características biológicas y fisiológicas que determinan su nicho fundamental (Eliosa León *et al*., 2010), podríamos esperar que *C. hildae* y *C. latifolia* estén adaptadas a una serie de condiciones ambientales similares y, por ende, tengan distribuciones y requerimientos de hábitat parecidos. Sin embargo, *C. latifolia* es una especie más ampliamente distribuida y con poblaciones más grandes. lo que la sitúa en una categoría de menor riesgo, Vulnerable (Donaldson, 2003). Es posible que *C. hildae* tenga mayores restricciones fisiológicas para tolerar nuevos regímenes climáticos o incluso que sea una mala competidora y, por lo tanto, sus poblaciones se encuentren únicamente en proporciones bajas y con distribución más restringida.

Cuadro comparativo entre especies cercanas a *C. hildae*

La morfología de *C. hildae*, en su etapa adulta, es única dentro del género, dado el arreglo de sus foliolos en fascículos, con una distancia amplia entre los mismos (Figura 4), a diferencia de otras especies filogenéticamente cercanas (Figura 5). La etapa de plántula es aquella que pudiese ofrecer una confusión con *Ceratozamia latifolia.*

Figura 4. *C. hildae*: foliolos dispuestos en fascículos (Fotografía: B. Maruri Aguilar, 2020).

Figura 5. Foliolos opuestos y sub-opuestos en las especies cercanas filogenéticamente a *C. hildae*.

Fotografías obtenidas de NaturaLista: (a) *C. fuscoviridis* (Alain Tobon), (b) *C. huastecorum* (Juan Carlos López Domínguez), (c) *C. kuesteriana* (Juan Cruzado Cortés), (d) *C. latifolia* (Juan Carlos López Domínguez), (e) *C. sabatoi* (Mané Salinas Rodríguez), (f) *C. zaragozae* (José Arturo de Nova Vázquez), (g) *C. hildae* Se emplean los nombres de los usuarios tal como se encuentran en la plataforma.

Se presenta en el cuadro siguiente (Cuadro 2) un concentrado de rasgos de la especie y de aquellos *taxa* que filogenéticamente son cercanos a ella, de acuerdo con los parámetros combinados de Martínez-Domínguez (2018) (*C. kuesteriana* Regel, *C. latifolia* Miq., *C. sabatoi* Vovides & al., y *C. zaragozae* Medellín); y de Medina Villarreal *et al*. (2019) (*Ceratozamia huastecorum* [*Ceratozamia chamberlainii*

sensu Martínez-Domínguez *et al*. (2017)], *C. latifolia* Miq., *C. sabatoi* Vovides & al., y *Ceratozamia fuscoviridis* S. Moore. [sin. *Ceratozamia mexicana* Brongn.]). El cuadro extenso constituye el Anexo 1.

Cuadro 2. Concentrado de características morfológicas de *C. hildae* y sus especies relacionadas filogenéticamente.

ESPECIE	*Ceratozamia hildae*	*Ceratozamia fuscoviridis*	*Ceratozamia huastecorum*	*Ceratozamia kuesteriana*	*Ceratozamia latifolia*	*Ceratozamia sabatoi*	*Ceratozamia zaragozae*
Tipo de tallo	Semiepigeo	Epigeo	Semihipogeo	Semihipogeo	Semihipogeo	Epigeo	Epigeo
Hábito del tallo	Erecto	Erecto y decumbente	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto y decumbente	Erecto y decumbente
Aguijones sobre el raquis	Ocasionalmente	Presentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Ausentes
Arreglo de foliolos en el raquis	**Fascículos**	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos
Forma del foliolo	Lanceolado	Lanceolado	Oblanceolado	Basalmente falcado	Oblongo	Lanceolado a angostamente obovado	Linear-lanceolado
Textura del foliolo	Membranoso	Papiráceo	Coriáceo	Papiráceo	Papiráceo	Papiráceo	Membranoso
Color del estróbilo polinífero	Café a café rojizo	Café amarillento en emergencia, café verdoso con pubescencia café rojizo en la madurez	Verde claro	Verde amarillento con pubescencias café en emergencia, Café amarillento con pubescencia café rojizo en la madurez	Verde amarillento con pubescencias rojizas en la emergencia, Café rojizo en la madurez	Verde amarillento en emergencia, amarillo verdoso con pubescencia negra en la madurez	Verdoso con pubescencia café rojizo en emergencia, café rojizo en la madurez
Ángulo de los cuernos de la megasporófila	Recto	Obtuso		Obtuso	Obtuso	Recto	Obtuso
Distancia entre foliolos medios	6-15 cm	0.6-2 cm		0.3-2.5 cm	1-7-12.5 cm	0.5-1.5 cm	0.8-2.3 cm
Largo del estróbilo polinífero	9 a 15 cm	26.5-28 cm		11-15 cm	10.5-20 cm	11-18 cm	15-19 cm
Diámetro del estróbilo polinífero	0.9 a 1.4 cm	5-8 cm	3 cm	2.2-3 cm	2.1-2.5 cm	3.5-4.8 cm	2-3.5 cm
Fuentes	Martínez-Domínguez, 2018, y Vovides, 1999.	Martínez-Domínguez, 2018 y Osborne *et al*., 2006.	Avendaño *et al.*, 2003	Martínez-Domínguez, 2018	Martínez-Domínguez, 2018	Martínez-Domínguez, 2018, y Vovides, 1999.	Martínez-Domínguez, 2018 y Vovides y Nicolalde Morejón 2010

Capítulo 2. Definición de método y ejecución de la modelación de nicho y distribución potencial

Métodos

1.1.- Distribución geográfica de *C. hildae*

Se obtuvieron 14 registros de presencia de *C. hildae* de las siguientes fuentes: los herbarios del Instituto de Ecología (XAL e IEB), Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, bases de datos de CONANP y colectas a lo largo del sur de San Luis Potosí y norte de Querétaro (Cuadro 3). Los registros fueron georreferenciados en el programa ArcMap 10.5. con una proyección geográfica WGS_84.

Cuadro 3. Registros geográficos empleados en el modelo de distribución potencial.

	Sitio	Tipo de observación	Latitud	Longitud
1	Rancho Carrizal	Herbario IEB	21°19'59.98"N	99°22'59.01"O
2	A 3 km parada Jalpan	Herbario IEB	21°13'37.46"N	99°28'28.64"O
3	Xilitla	Observación (Gabriel Rubio)	21°28'14.81"N	99°23'22.99"O
4	Tampemoche, Aquismón	Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero	21°42'18.05"N	99° 4'51.01"O
5	Xilitla	Observación (Ulises Torres, CONANP)	21°31'13.53"N	99° 8'33.66"O
6	Cerca del Otate	Observación (Ulises Torres, CONANP)	21°42'34.88"N	99° 8'36.56"O
7	Muestreo Lilí Martínez	Visita	21°41'57.30"N	99° 5'11.50"O
8	Predio El Pilón, CONANP	Referencia (Lilí Martínez)	21°29'38.00"N	99°10'27.00"O
9	San Francisco Arenitas	Visita proyecto XA012	21°35'57.20"N	99°11'12.30"O
10	Rancho Nuevo	Visita proyecto XA012	21°36'16.20"N	99°10'18.60"O
11	Rancho El Chijol	Visita proyecto XA012	21°37'24.00"N	99°11'24.30"O
12	Lindero con SLP	Visita proyecto XA012	21°37'0.80"N	99° 9'6.50"O
13	Camino a Rancho El Chijol	Visita proyecto XA012	21°36'54.7"N	99°10'12.1"O
14	El Pocito	Visita proyecto XA012	21°33'58.4" N	99°11'43.6" O

1.2.- Variables biofísicas de la especie

Las variables de clima, suelo y vegetación asociada a los registros de las capas temáticas se obtuvieron del Geoportal CONABIO (http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/). Los valores fueron extraídos por la función "intersectar" la cual realiza la intersección geométrica entre dos entidades espaciales.

1.3.- Modelo de distribución potencial

Se utilizó el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt 3.4.1) debido a su eficiencia en modelación de distribución potencial con datos de presencia (Morales, 2012). La predicción fue con base en las variables ambientales más representativas como clima, topografía y tipo de vegetación. Puig H. (1991) reporta que la especie *C. hildae* en la región de la Sierra Madre Oriental se encuentra en las vegetaciones de bosque tropical caducifolio y encinar, suelos de Litosoles y entre una elevación de 700 a 840 m, climas templados con periodos de sequía y humedad extremas.

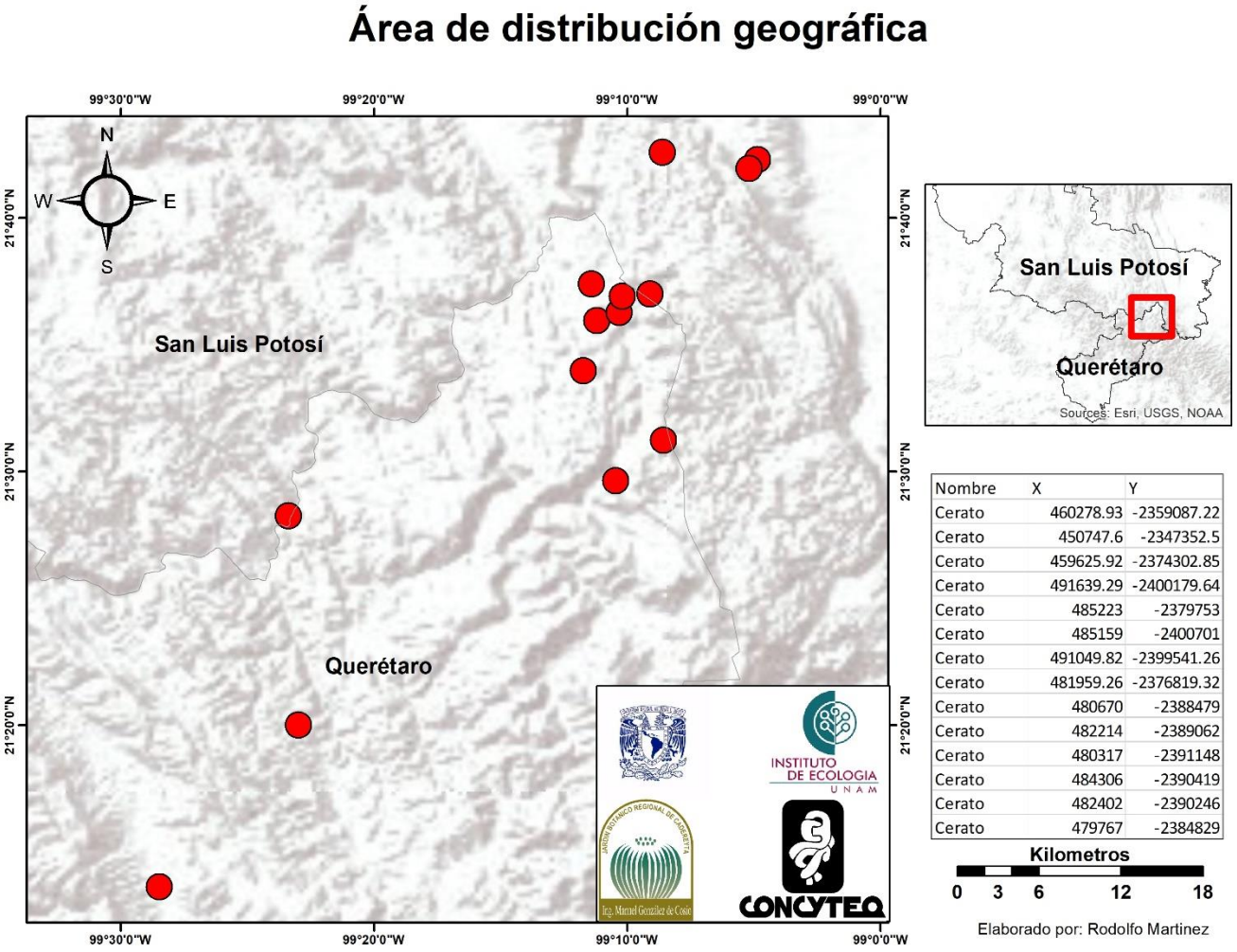
La predicción de la distribución potencial se realizó empleando las capas climáticas de WorldClim versión 2.1 (www.worldclim.org/) las cuales son derivadas por registros históricos mensuales de temperatura y precipitación de 1970 a 2000. La variable de suelo fue descargada del portal SOILGRID (www.soildgrids.org), mientras que exposición y elevación fueron descargadas del portal Hydro1K USGS EROS. El índice de aridez del portal CGAR (www.csi.cgiar.org/aridity/index.asp) fue empleado ya que provee información climática relacionada a los procesos de evapotranspiración o humedad relativa.
Por otra parte, se utilizó la Serie VI de uso de suelo y vegetación del INEGI y la capa de Ecorregiones de la WWF (https://www.worldwildlife.org/biomes) en función de sensibilizar la predicción a aquellas regiones donde la especie se distribuye. Las capas utilizadas fueron de una resolución espacial de 30 segundos (~1km2).
Finalmente, para disminuir la correlación de las variables climáticas, las capas de temperatura y precipitación promedio de cuarto anual fueron procesadas para generar una variable climática con los valores agregados en IDRISI TerrSet (18.3 Clark Lab) (Marmion, 2009). En el software MaxEnt se utilizó el modelo lineal debido al número de registros y aplicando 5,000 iteraciones "Monte Carlo" (Martínez-Guerrero y Cervantes-Hernández, 2012). El mapa probabilístico de distribución potencial fue reclasificado en el software IDRISI TerrSet (18.3 Clark Lab) tomando como umbral el valor acumulativo del 10% para generar un mapa de ausencia/presencia.

Cuadro 4. Variables climáticas, topográficas y ecológicas utilizadas para modelar la distribución potencial.

VARIABLES	
Climáticas (WorldClim)	www.worldclim.org/
Precipitación promedio mensual	preavemon
Temperatura máxima anual	Maxtempan
Temperatura máxima promedio	maxavetem
Temperatura mínima anual	mintempan
Temperatura mínima promedio	mintemave
Precipitación máxima anual	maxprean
Precipitación promedio máxima	Maxpreav
Precipitación mínima promedio	Minavepre
Precipitación mínima anual	Minannpreci
Topográficas (Hydro1k)	https://lta.cr.usgs.gov/HYDRO1K
Elevación	Alt
Exposición	Asp
CGAR	http://csi.cgiar.org/aridity/index.asp
Índice de aridez	Arin
Ecorregiones	https://www.worldwildlife.org/biomes
Ecorregiones	Eco
INEGI	http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo
Uso de Suelo y Vegetación	veget
SoilGrid	https://www.soilgrids.org
Suelo	Soil

Resultados

2.1.- Distribución geográfica



Nombre	X	Y
Cerato	460278.93	-2359087.22
Cerato	450747.6	-2347352.5
Cerato	459625.92	-2374302.85
Cerato	491639.29	-2400179.64
Cerato	485223	-2379753
Cerato	485159	-2400701
Cerato	491049.82	-2399541.26
Cerato	481959.26	-2376819.32
Cerato	480670	-2388479
Cerato	482214	-2389062
Cerato	480317	-2391148
Cerato	484306	-2390419
Cerato	482402	-2390246
Cerato	479767	-2384829

Figura 6. Mapa de distribución geográfica de la especie *C. hildae*.

2.2.- Variables biofísicas de la especie

Los climas presentes en los registros del Estado de San Luis Potosí fueron Cálido Subhúmedo (Awo), Semi Cálido Húmedo (ACm) y Cálido Húmedo (ACfm). Los suelos dominantes fueron Leptosoles y los tipos de vegetación fueron selva baja caducifolia, bosque de encino y pastizal inducido.

Los registros del Estado de Querétaro se distribuyen en climas Semiseco (BS1hw), Cálido Subhúmedo (Awo), y Cálido Húmedo (ACfm). Los suelos presentes en los registros son Leptosoles y Vertisoles. Finalmente, los tipos de vegetación presentes son Agricultura Temporal Anual, Selva Baja Caducifolia, Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino, Bosque de Encino, Pastizal Cultivado y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia (Figura 7).

Descripción		Climas						Suelos		Vegetación					
Estado	# Registros	BS1hw	Awo	(A)C(m)	(A)C(fm)	(A)C(w2)	A(f)	Leptosoles	Vertisol	ATA	SBC	BE	PC	VSBE	VSSAP
San Luis Potosí	5		X	X	X			X			X	X	X		
Querétaro	9	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

	Descripción Clima			
BS1hw	Semiárido		Awo	Cálido subhúmedo
Awo	Cálido subhúmedo		(A)C(m)	Semicálido húmedo
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo		(A)C(fm)	Cálido húmedo

	Descripción Vegetación		
ATA	Agricultura de temporal anual	BE	Bosque de encino
SBC	Selva baja caducifolia	PC	Pastizal cultivado
VSBE	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	VSSAP	Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia

Figura 7. Variables biofísicas asociadas a los registros de *C. hildae.*

2.3.- Modelo de distribución potencial

El modelo de la distribución potencial demostró una buena confiabilidad con un valor de AUC = 0.993 (area under the curve) (Martínez-Guerrero y Cervantes-Hernández, 2012).

El análisis de contribución de variables mostró que la variable de precipitación promedio anual fue la más importante, contribuyendo al 61.7% del modelo. Las variables de elevación y temperatura máxima promedio presentaron los valores de segunda instancia con mayor contribución, con un 7.1% y un 12% respectivamente. Finalmente, ecorregión con 5.9%, temperatura máxima anual con 5.9%, temperatura mínima anual con 4.2%, y de humedad relativa con 3.1%, contribuyeron con el resto del modelo (Figuras 8 y 9).

Tomando en cuenta los resultados de la distribución potencial, el área quepodría ocupar *C. hildae* es de 7,475.61 km^2. Esta cifra no considera la distribución espacial de la especie, que no es continua, sino en forma de pequeños parches.

Los datos vectoriales se incluyen en el Anexo 2 de este informe (información cartográfica)

Figura 8. Mapa de distribución potencial de *C. hildae*, restringida a la Sierra Madre Oriental.

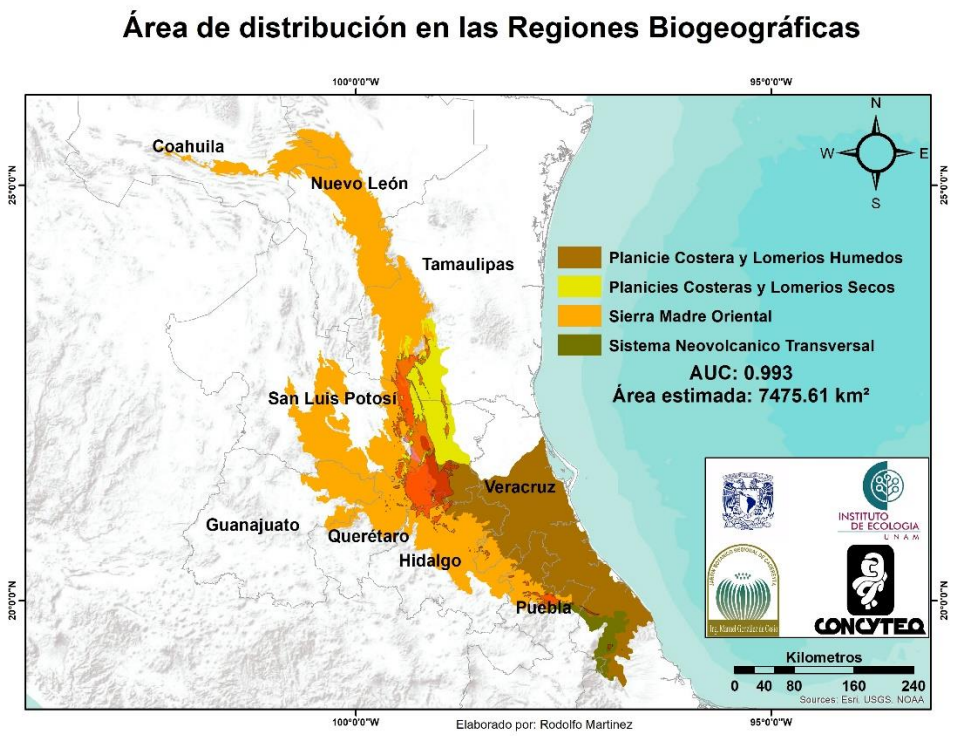


Figura 9. Mapa de distribución potencial de C. *hildae*: test del mapa de provincias fisiográficas.

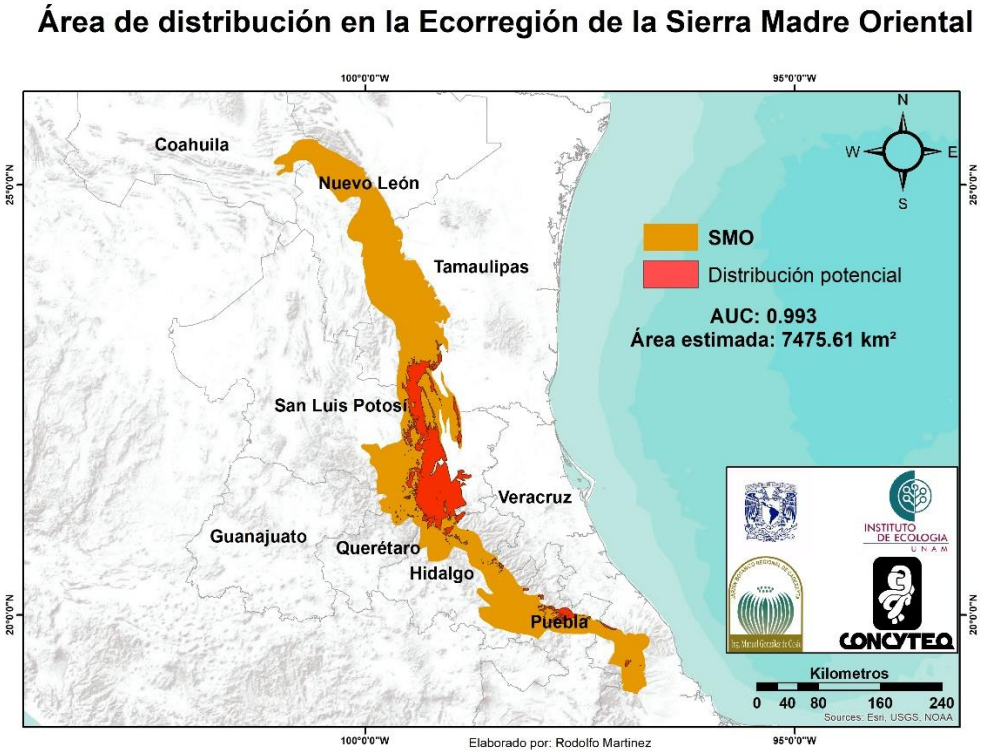


Figura 10 Mapa de distribución potencial de *C. hildae*: test del mapa de regiones biogeográficas.

Capítulo 3. Estado y tendencias de la población

Objetivo

Conocer la densidad, distribución espacial y estructura poblacional de las poblaciones de *C. hildae* más representativas que fue posible encontrar durante la salida de campo (16 al 22 de marzo de 2020), con la finalidad de estimar su posible viabilidad y establecer una estrategia de conservación de los sitios donde habita.

Método

Para realizar este trabajo, hubo una investigación previa sobre las localidades de *C. hildae* revisando registros de herbarios (IEB y XAL), así como las herramientas digitales Enciclovida y Naturalista. También se consultó personalmente a investigadores, autoridades federales (Reserva de la Biosfera Sierra Gorda en Querétaro, CONANP) y organizaciones no gubernamentales (Grupo Ecológico Sierra Gorda, A. C.). Analizando los puntos compilados, se eligieron para visitar aquellos en los que hubiese mayor probabilidad de encontrar a la especie, esto es, en sitios ya corroborados o con registro reciente (a partir de 2019).
Un total de 7 sitios de distribución de la especie en el norte del municipio de Jalpan de Serra se visitaron para corroborar la presencia de *C. hildae* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Datos de registro de *C. hildae* obtenidos durante la salida a campo.
En los sitios "Yerbabuena", en la localidad El Pocito, y en "Rancho Chijol" se llevaron a cabo los censos.

ID	*Ubicación*	*X*	*Y*	*msnm*	*LATN*	*LONGO*
1	El Pocito, Yerbabuena (Conteo)	479767	2384829	993	21°33'58.4"	99°11'43.6"
2	Predio San Francisco-Arenitas (GESG*)	480670	2388479	987	21°35'57.2"	99°11'12.3"
3	Predio Rancho Nuevo (GESG)	482214	2389062	881	21°36'16.2"	99°10'18.6"
4	Rancho El Chijol (Conteo)	480317	2391148	756	21°37'24.0"	99°11'24.7"
5	Camino a Rancho El Chijol	482402	2390246	809	21°36'54.7"	99°10'12.1"
6	Límite estatal QRO-SLP	484306	2390419	923	21°37'00.4"	99°09'05.9"
7	Predio El Pilón**	481959.26	2376819.32	1280	21°29'38.00"	99°10'27.0"

*Grupo Ecológico Sierra Gorda, A. C. **CONANP. Valores: X= Longitud, Y= Latitud, coordenadas UTM WGS84 Zona 14. LATN= latitud norte, LONGO= longitud oeste, coordenadas geográficas. msnm= metros sobre nivel del mar.

Dos de estos sitios (Rancho El Chijol y La Yerbabuena) contaban con poblaciones representativas, en donde se observó la mayor abundancia, y fue donde se realizó el conteo de individuos y la toma de datos morfométricos y de condición reproductiva, para determinar la estructura poblacional.
En aproximadamente un cuarto de hectárea (50 x 50 metros), en cada uno de los sitios se contaron todos los individuos presentes y se midieron las siguientes variables:

Número de hojas

En la hoja más larga, se midió lo siguiente:

- Longitud (centímetros)
- Número de verticilos
- Número de foliolos en cada verticilo
- Presencia de algún cono (masculino o femenino)

En el sitio Rancho El Chijol se registró la distancia y rumbo (orientación) entre plantas, con el fin de determinar, con el método de distancias euclidianas, el tipo de distribución espacial que presenta la población. En este sitio también se tomaron los datos para evaluar cuantitativamente el disturbio antropogénico (índice de disturbio) de Martorell y Peters, cuyos resultados se describen en el capítulo 5.
Estos últimos pasos no pudieron replicarse en el sitio La Yerbabuena, debido a sus condiciones escarpadas, al estado del tiempo el día que se efectuó el registro, y a que las limitaciones financieras del proyecto, no permitieron efectuar una segunda visita.
En los demás sitios que sí fueron visitados, se corroboró la existencia (o ausencia) de la especie. En donde estuvo presente se realizó un conteo rápido, es decir: se hizo un recorrido por la zona y se contaron los individuos, en los que se identificó, de acuerdo con el largo de su hoja más grande, si era plántula (hojas menores a 30 cm), juvenil (hojas mayores a 30 cm y menores a un metro) o adulto (hojas mayores a un metro) y si tenía algún estróbilo (masculino o femenino). En estos sitios también se estimó la densidad poblacional, tomando en cuenta la extensión del área revisada (Krebs, 1999).
Debido a la corta duración de este proyecto, sólo se realizó una salida de campo para la búsqueda de las poblaciones y la toma de mediciones. Con los datos obtenidos se estimó la densidad, la estructura de la población y la supervivencia.
Para dos poblaciones (El Chijol y Yerbabuena) se obtuvo el número de categorías de tamaño y el intervalo de clase, tomando en cuenta el número de hojas y la longitud de la hoja más larga, para lo cual se empleó la regla de Sturges (Sturges, 1926):

k= (1 + 3322) x log10 (N)
Dónde,
– k es el número de clases
– N es el número total de observaciones de la muestra
– Log es el logaritmo de base 10

Y,
No. Intervalos = límite superior-límite inferior/K

Considerando la frecuencia de individuos por cada clase de tamaño, se estimó la supervivencia:

a) lx: supervivencia individual de una clase a la siguiente (N_1/N_0).

Resultados

Como resultado de la revisión recopilada de registros de *C. hildae*, hasta el momento, se tienen datos georreferenciados de 14 poblaciones: cuatro obtenidas de bases de datos de los herbarios (IEB y XAL), cuatro registradas directamente en campo por diversos informantes [M. en C. Lilí Martínez Domínguez, Biól. Ulises Torres (CONANP) y M. en C. Gabriel Rubio], y seis que fueron encontradas durante la salida de campo; todas ellas ubicadas en la parte norte de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG). Asimismo, informes de Roberto Pedraza (Grupo Ecológico Sierra Gorda, GESG), refieren la existencia de otras dos poblaciones, también dentro de la RBSG. Cabe mencionar que todas las poblaciones asentadas en este reporte son demográficamente pequeñas, con entre 50 y 100 individuos, el área en la que se distribuye

cada población es reducida, menos de una hectárea, y debido a la temporada en que se realizó la salida, se registraron muy pocas estructuras reproductivas.

Fueron visitadas siete localidades, y en seis fue corroborada la presencia de *C. hildae*. Esto quiere decir que en esas seis localidades se encontraron más de dos individuos; sin embargo, la localidad "Camino a Rancho El Chijol" quedó descartada ya que sólo se encontraron 4 individuos, mientras que en la localidad Predio El Pilón, no se encontró ninguno.

En tres de estas localidades (San Francisco Arenitas, Rancho Nuevo y en el Lindero Qro/SLP) se realizó un conteo rápido, clasificando las plantas de acuerdo con la longitud de la hoja más larga (Figura 11), y donde se observa un patrón similar en la distribución de los tres estadios de desarrollo.

Los resultados de todas las localidades se incluyen en el cuadro 7. En todas las localidades se registró un total de 307 plantas, siendo el estado *adulto* el más abundante, para casi todas las poblaciones.

De manera general, la mayoría de las poblaciones presentan una estructura que corresponde a una distribución de tipo *J* invertida (Leak, 1965), donde la etapa de adulto está mejor representada que las etapas de plántulas y juveniles. En las poblaciones San Francisco Arenitas, Rancho Nuevo y lindero Qro/SLP se observa que la etapa de juveniles es la más escasa de las tres (Figura 11).

Lo anterior denota que la regeneración de las poblaciones, por medio del reclutamiento de plántulas, no es un evento frecuente, ya sea por una exigua reproducción, por depredación de semillas o por escaso establecimiento de plántulas. En algunas especies de cícadas se ha visto que la proporción sexual está sesgada a los machos, es decir, hay más individuos con conos masculinos que femeninos (Ornduff, 1987), en los resultados obtenidos en campo, se registraron siete conos masculinos y únicamente se encontró una megastróbilo en todas las poblaciones muestreadas (Cuadro 6); para el caso de *C. hildae*, si bien la etapa adulta es la mejor representada, es necesario comentar que son pocos individuos, menos de 55 en cada una de las poblaciones, por lo cual, la proporción de plantas reproductivas, considerando las cinco poblaciones fue de 0.53. Además, suponiendo que la proporción sexual fuese 1:1, los megaestróbilos (conos femeninos), son aún más escasos, por lo que la cantidad de semillas también debe ser baja. Por otra parte, tal como se puede apreciar en el Cuadro 6 (Figura 11), las plántulas son muy pocas en todas las poblaciones, con excepción de la población de Rancho Nuevo, lo cual puede interpretarse como un problema de establecimiento de la fase de plántulas o bien una fuerte depredación de semillas antes del establecimiento; en otras cícadas, se ha demostrado que las semillas son depredadas por brúquidos (Prado *et al*. 2012), lo cual puede repercutir en que pocas semillas logren pasar a la etapa de plántulas.

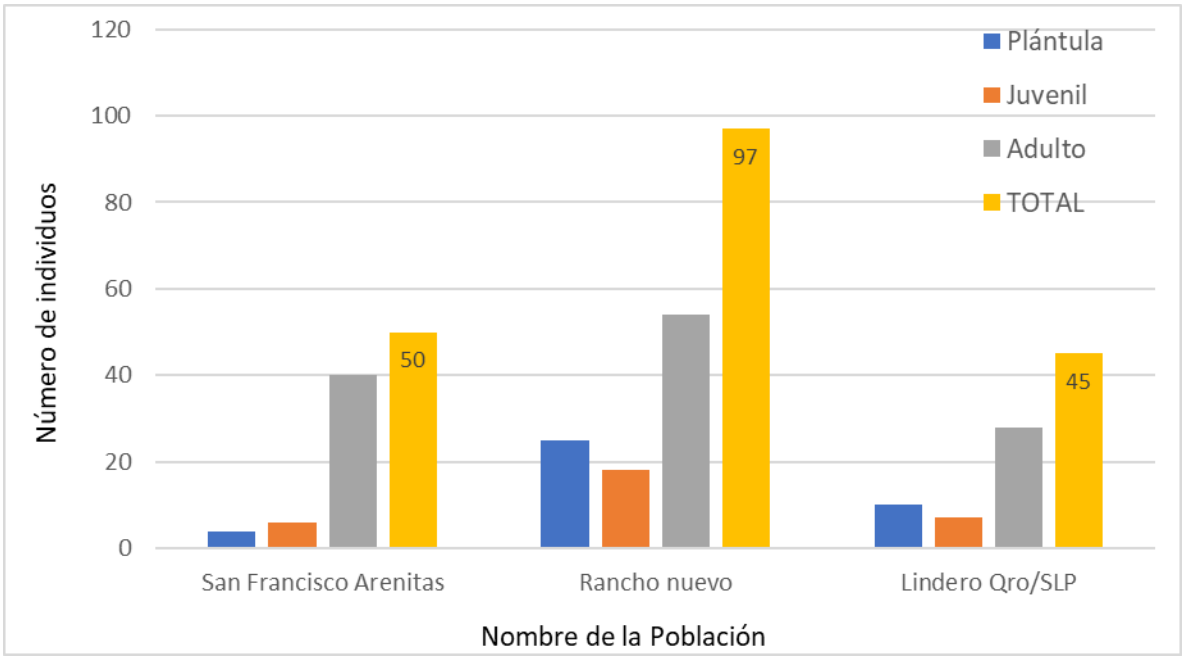


Figura 11. Frecuencias de individuos de *C. hildae* con diferentes estados de desarrollo, en conteos rápidos de tres poblaciones. Áreas: San Francisco Arenitas=5,000 m2, Rancho Nuevo=5,000 m2 y Lindero Qro/SLP=1,000 m2. (16 a 22 de marzo de 2020)

Cuadro 6. Número de individuos de *C. hildae* registrados por cada estado de desarrollo en cada una de las localidades.

[Sierra Madre Oriental dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (RBSG). La división por estado de desarrollo que se integra en este cuadro se realizó durante los conteos rápidos].

Localidad	*Estado de desarrollo*				*Conos*		*Coordenadas*
	Plántula	*Juvenil*	*Adulto*	*TOTAL*	*Masculino*	*Femenino*	
Rancho Chijol	7	16	31	54	1	1	21°37’24.00’’N, 99°11’’24.30’’W
San Francisco Arenitas	4	6	40	50	5	0	21°35’57.20’’N, 99°11’12.30’’W
Rancho nuevo	25	18	54	97	0	0	21°36’16.2’’N, 99°10’18.6’’W
Lindero Qro/SLP	10	7	28	45	0	0	21°37’0.80’’N, 99°9’6.50’’W
La Yerbabuena	8	41	12	61	1	0	21°33’58.4’’N, 99°11’43.6’’W
Total	**54**	**88**	**165**	**307**	7	1	

En un análisis más detallado, se censaron y midieron todos los individuos de dos poblaciones: Rancho el Chijol y La Yerbabuena. Aplicando la regla de Sturges, se realizó la división de las poblaciones, de acuerdo con: a) el número de hojas y b) la longitud de la hoja más larga. La primera característica se tomó en cuenta porque Pérez Farrera y Vovides (2004) en un estudio poblacional de *Ceratozamia matudae*, observaron una correlación positiva entre el tamaño del diámetro del tronco y la producción de hojas, por lo que, cuando el individuo es muy joven su producción de hojas es muy baja. Siguiendo esta premisa, decidimos contar el número de hojas (aunque el tronco de *C. hildae* no pudo ser medido porque es

hipogeo), esperando ver expresada la estructura poblacional, sin embargo, los resultados obtenidos utilizando esta característica, no arrojaron una clasificación que reflejara los estadios de la planta y en consecuencia la estructura poblacional, ya que muchas plantas, aunque poseen una sola hoja, tienen tamaños muy variables (Figuras 12 y 13).

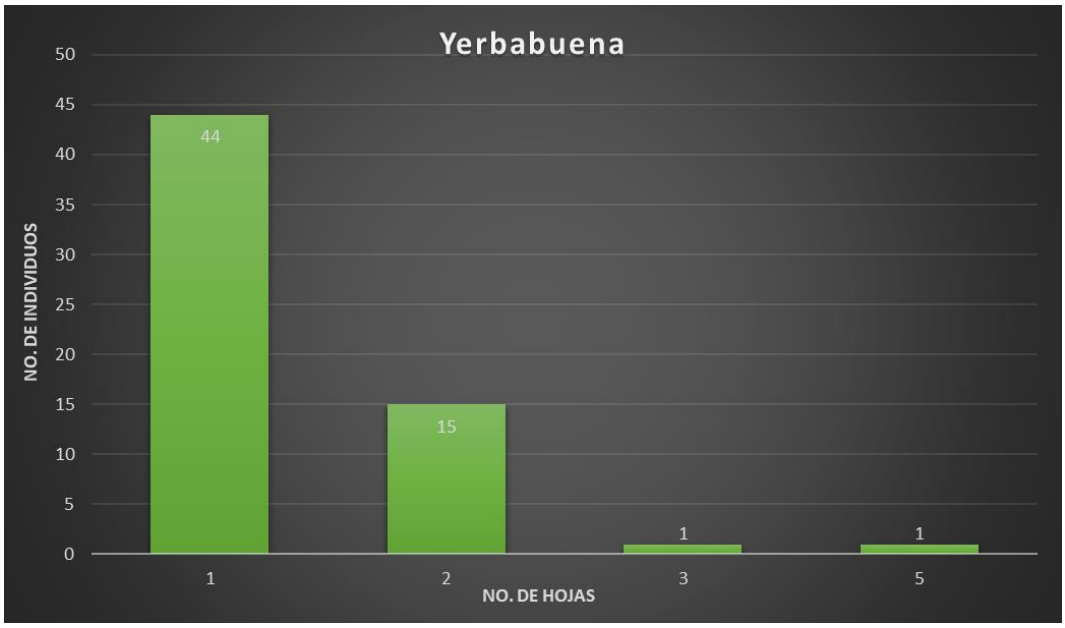


Figura 12. Categorización de la población de *C. hildae* en la localidad La Yerbabuena (RBSG, Querétaro, México), con base en el número de hojas.

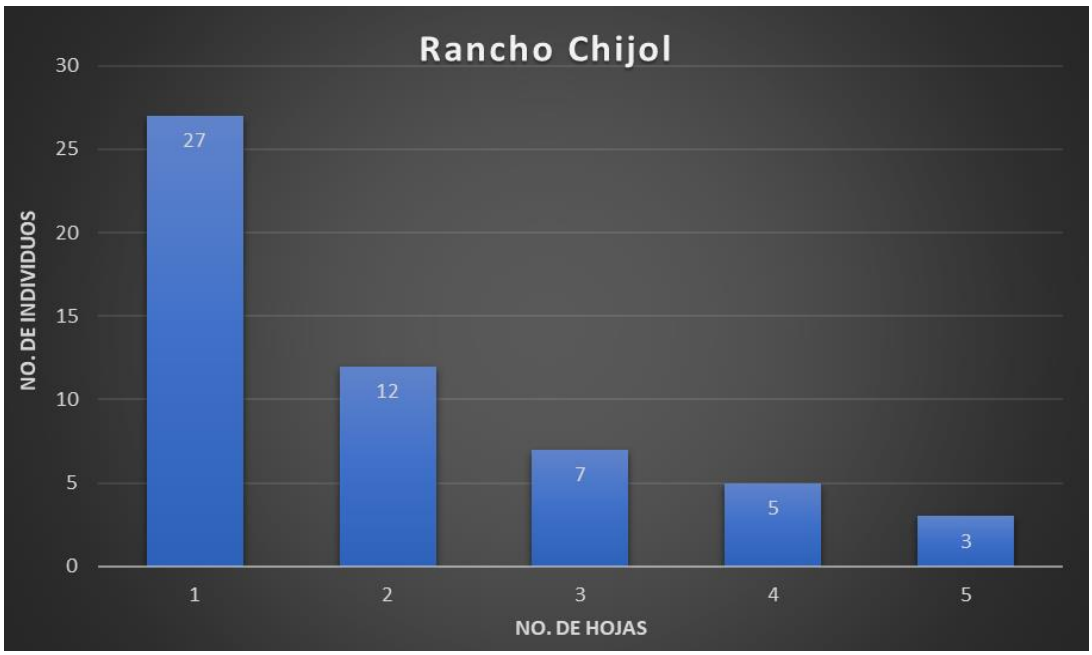


Figura 13. Categorización de la población de *C. hildae* en la localidad Rancho "El Chijol" (RBSG, Querétaro, México), con base en el número de hojas.

Por otro lado, se utilizó la longitud de la hoja más grande para categorizar a las poblaciones. Aplicando la regla de Sturges (Sturges, 1926), se obtuvo la estructura poblacional de ambas localidades, se consideraron seis categorías de tamaño con intervalos de aproximadamente 30 cm, de tal manera que se definieron las siguientes categorías como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Categorización de la población de *C. hildae* en la localidad Rancho "El Chijol" (RBSG, Querétaro, México), con base en el número de hojas.

Intervalos de longitud de la hoja	*Categoría*
0-30 cm	plántulas
30-60 cm	juveniles I
60-90 cm	juveniles II
90-120 cm	adultos I
120-150 cm	adultos II
> 150 cm	adultos III

Con estos datos se construyeron los histogramas de frecuencia. Donde se puede apreciar claramente que la etapa de plántula es aquella con menor proporción de individuos, para ambas poblaciones. Asimismo, las etapas de Juveniles I y II son las más abundantes para Yerbabuena, mientras que las etapas adultas son las más representadas para El Chijol (Figura 14). Además, se aplicó una prueba estadística de ji cuadrada para detectar si hay diferencias significativas en la distribución de las diferentes categorías de estado, con (r-1) × (c-1) grados de libertad; en caso de registrar diferencias se aplicó una prueba de residuos estandarizados para saber en qué categorías había diferencias. El valor calculado (χ2= 646.7; 5 g.l.) fue mayor al de tablas (χ2= 11.9; 5 g.l.) por lo que se concluye que hay diferencias significativas y la prueba de residuos estandarizados muestra que en la etapa de juveniles I hay más individuos de los que se esperaría por azar para ambas poblaciones, mientras que para la etapa de juveniles II se registraron más individuos de los que se esperaría por azar para la población de la Yerbabuena y menos de los que se esperaría por azar para la población de El Chijol.

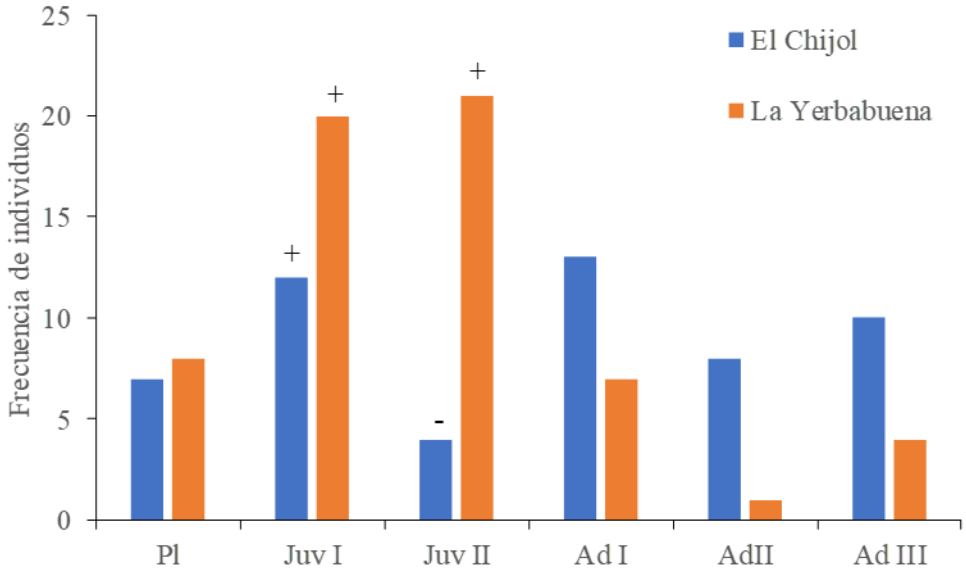


Figura 14. Estructura de tamaño, de acuerdo con la longitud de la hoja más grande, para las poblaciones de la Yerbabuena y El Chijol, en la RBSG, Querétaro, México.

Los signos + y – indican mayor o menor frecuencia de individuos de la esperada por azar.

Como se puede apreciar en la Figura 14, existen diferencias en la distribución de frecuencias de individuos de las poblaciones La Yerbabuena y el Chijol. En campo, pudimos apreciar que la localidad de La Yerbabuena se encuentra mejor conservada que el Chijol. Está más alejada de los poblados y se encuentra en una ladera escarpada, por lo que no es accesible para el ganado ni para establecer caminos humanos. Es probable que esto genere un efecto positivo en el establecimiento de plantas y, por lo tanto, se vea reflejado en el incremento de juveniles. De forma contraria, El Chijol, es un área que se encuentra expuesta al paso tanto de ganado, como de humanos. Además, su ladera es menos pronunciada, lo que hace que el sitio sea más accesible.

Se realizaron análisis de correlación entre la longitud de la hoja y el número de foliolos para las poblaciones de El Chijol y La Yerbabuena (Figuras 15 y 16); para ambas poblaciones se encontró una correlación lineal significativa: El Chijol (r= 0.715; p< 0.001, *g.l.*= 41) y La Yerbabuena (r=0.68; p< 0.001, *g.l.*= 58). Lo cual significa que la longitud de la hoja es un buen estimador del estado de desarrollo y el vigor de las plantas, por lo tanto, es la variable adecuada para clasificar a los individuos de las poblaciones.

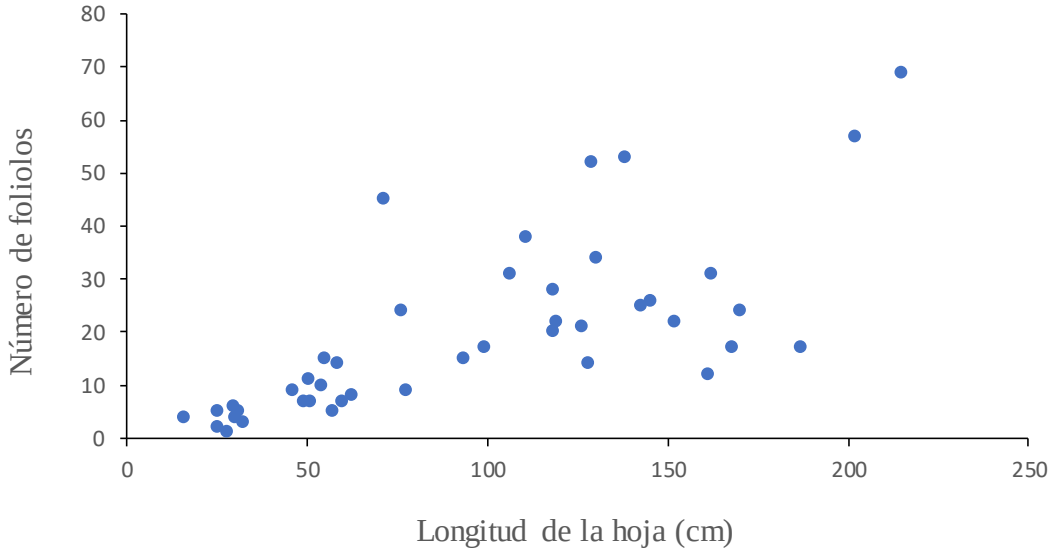


Figura 15. Correlación entre la longitud de la hoja y el número de foliolos para la población El Chijol, RBSG, Querétaro.

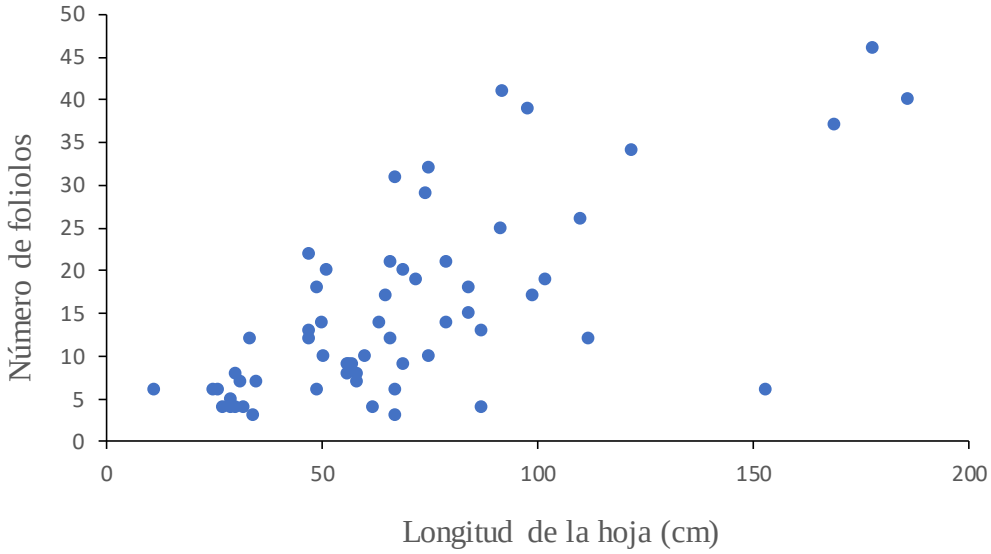


Figura 16. Correlación entre la longitud de la hoja y el número de foliolos para la población La Yerbabuena, RBSG, Querétaro.

También, se estimó la densidad de las poblaciones encontradas. Como se mencionó en el método, para cada uno de los sitios se consideró un área de muestreo diferente, ya que las condiciones del hábitat donde se distribuye esta especie y su extensión variaban en cada sitio, siendo algunos más extensos, mientras que otros eran sólo pequeños manchones (Cuadro 8). Para el caso particular de la población de Rancho el Chijol, se elaboró un mapa detallado de la distribución de los individuos; en primera instancia, los individuos muestran una distribución agregada y el área que ocupan es reducida (Figura 17), aunque

un poco mayor comparada con la reportada para una población de *Ceratozamia zaragozae* (Castillo-Lara *et al*. 2018)

Cuadro 8. Estimación de la densidad de *C. hildae* en cada una de las poblaciones localizadas.

Población	*No. Ind*	*Área muestreada (m^2)*	*ind/área (m^2)*
Yerbabuena	61	2500	0.0244
Chijol	54	2500	0.0216
Rancho Nuevo	97	5000	0.0194
San Francisco Arenitas	50	5000	0.01
Lindero QRO-SLP	45	1000	0.045

A pesar de las diferencias en las áreas de muestreo, podemos apreciar que la densidad de individuos de *C. hildae* es muy baja y su hábitat se encuentra sumamente reducido.

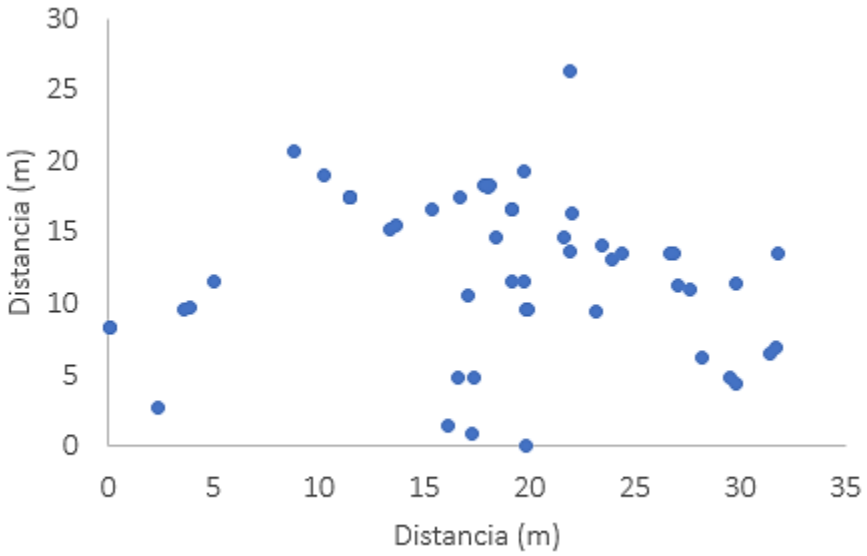


Figura 17. Distribución espacial de los individuos en la población de Rancho El Chijol, RBSG, Querétaro

Discusión

La demografía del género ha sido escasamente estudiada. Sin embargo, hasta el momento, los estudios que se han realizado en dos especies, *C. matudae* y *C. mirandae*, en la región del Soconusco, Chiapas, reconocen poblaciones pequeñas, un poco más de 100 individuos, con un patrón de distribución espacial agregado y con una curva de supervivencia tipo I (*sensu* Bongers, 1988, donde la supervivencia en las primeras etapas se mantiene alta hasta que mueren en las últimas etapas o clases (adultos), lo que corresponde a una curva de supervivencia Tipo I(Pérez Farrera y Vovides 2004; Pérez- Farrera *et al*. 2006).

En primera instancia, es evidente que los tamaños poblacionales de ambas especies son mayores a los que nosotros hemos registrado para las poblaciones de *C. hildae*, en la Sierra Gorda de Querétaro. Sin embargo, las tres especies se encuentran en la misma categoría de riesgo (En Peligro), de acuerdo con la lista roja de la UICN, es importante destacar que la distribución geográfica de las tres especies es bastante restringida. Por otra parte, también se han realizado estudios de demografía y dinámica poblacional en otras tres especies, éstas más relacionadas geográfica y filogenéticamente con *C. hildae* (Martínez-Domínguez *et al* 2018). Uno de estos estudios se llevó a cabo en dos poblaciones de *C. mexicana*, con condiciones de densidad contrastantes. Ambas poblaciones mostraron una estructura poblacional tipo I; sin embargo, la localidad conservada presentó mayor número de individuos (339) respecto a la localidad perturbada (100). El patrón de distribución espacial fue aleatorio, excepto para las plántulas, las cuales mostraron un patrón agregado (Rivera-Fernández *et al.* 2012). *Ceratozamia mexicana* se encuentra clasificada como Vulnerable, categoría de riesgo menor a la de *C. hildae*. Los datos reportados por Rivera-Fernández *et al.* (2012) parecen corroborar la situación de conservación antes mencionada.

Otra especie relacionada filogenéticamente con *C. hildae* es *C. fuscoviridis*, la cual tiene una distribución mucho más amplia que la primera: se tiene un registro de al menos 29 poblaciones, seis de las cuales fueron estudiadas demográficamente y presentaron una estructura poblacional tipo I (Pulido *et al*. 2015), que parece ser un patrón poblacional recurrente en el género *Ceratozamia*. No obstante que *C. fuscoviridis* tiene un mayor intervalo de distribución geográfica, poblaciones más numerosas y estructuradas que *C. hildae*, en la lista roja del IUCN sigue siendo considerada en la mayor categoría de riesgo, En peligro crítico; evidentemente, no se ha actualizado la información para reconsiderar su estatus de conservación, no obstante que Pulido *et al*. (2015) lo proponen.

Por último, en la ecorregión de la Sierra Madre Oriental (en adelante, SMO), también se llevó a cabo un estudio con *C. zaragozae;* aunque los autores no indican específicamente el año en que llevaron a cabo los censos, mencionan claramente que han realizado excursiones desde el 2009 para registrar las poblaciones de esta especie, y sus resultados indican que en las seis poblaciones estudiadas predominan los adultos, pero no individuos de las etapas tempranas de desarrollo, p. e. plántulas, las cuales están escasamente representadas. Su área de distribución cubre 113.8 km^2, y cabe destacar que *C. zaragozae* es la especie considerada más amenazada dentro del género, En peligro crítico, de acuerdo a las categorías de riesgo de la UICN (Castillo-Lara *et al*. 2018). En resumen, de las cuatro especies estudiadas en la región biogeográfica de la SMO: *C. mexicana*, *C. fuscoviridis*, *C. hildae* y *C. zaragozae*, las dos últimas son las que presentan mayor grado de amenaza. Contrastando las características de las poblaciones del género en la SMO, es evidente que las especies que tienen mayor riesgo son *C. hildae* y *C. zaragozae*, ya que, de acuerdo con la cantidad de poblaciones censadas, son las que presentan menos individuos. Además, seguramente son las que tienen una distribución geográfica más restringida. Hablando de *C. hildae*, si se trazara un polígono que incluya los puntos donde la especie ha sido reportada, su extensión se asemejaría a la de ocurrencia de una especie de acuerdo a los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Ahora bien, no todos los puntos de dicho polígono tienen la misma probabilidad de albergar una población de la *C. hildae* (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados principales de evaluaciones de estructura poblacional de especies del género *Ceratozamia*.

Ecorregión de la Sierra Madre Oriental, México.

Especie	*Poblaciones evaluadas*	*Plantas observadas**	*Estados*	*Superficie (km^2)*	*NOM-059/UICN*	*Fuente*
C. fuscoviridis	6	1 636	Hgo.	N. R.	NA/CR	Pulido *et al*. 2015
C. hildae	5	307	Qro., SLP	**	A/EN	
C. mexicana	2	439	Ver.	N. R.	A/NA	Rivera -Fernández *et al*. 2018
C.zaragozae	6	209	SLP	113.8	P/CR	Castillo-Lara *et al*. 2018

*En todas las poblaciones muestreadas. NOM-059: A = Amenazada, P = En peligro de Extinción. UICN: CR= Peligro crítico, EN = En Peligro, y NA = No Aplica.

**El presente estudio concluye que *C. hildae* puede encontrarse en una superficie que abarca 7,457 kilómetros cuadrados. No debe interpretarse como que está presente en los mismos, puesto que se trata de un modelo de distribución potencial. Mayores detalles sobre dicho modelo se encuentran en el capítulo 2.

Consideraciones

Las poblaciones de *C. hildae* en la RBSG, son escasas, pequeñas demográficamente (menos de 60 individuos en la mayoría de las poblaciones censadas directamente en campo), localmente escasas (c/u cubre una superficie menor a una hectárea) y su estructura poblacional es predominantemente de tipo jota invertida, lo cual denota una escasa regeneración en la misma. Por otra parte, aunque no se tiene registro exhaustivo de varias poblaciones, los 13 datos de localidades con los que se modeló la distribución potencial de la especie, no dan un panorama alentador, ya que la distribución se restringe a la SMO, en un área relativamente pequeña. Si aplicamos los criterios de riesgo de la UICN (Donaldson, 2003) es evidente que la especie se encuentra en categoría de "En Peligro", de acuerdo con lo siguiente: Criterio A (Tamaño de la poblacional efectiva): La reducción del tamaño poblacional es considerable, sobre todo ponderando que el cambio de uso de suelo en los últimos 20 años ha contribuido a la disminución del hábitat de la especie, así como un número de plantas reproductivas sumamente bajo, estructura poblacional tipo J invertida, sobre representada por adultos y sin reclutamiento evidente. El criterio B (rango geográfico) determina una extensión de ocurrencia menor a los 20, 000 km^2, lo cual es consistente con el modelo predictivo y el criterio C (Tamaño poblacional estimado): definitivamente coincide con menos de 10 000 individuos considerando todas las poblaciones.

Por otra parte, la clasificación MER de Vovides (2001) ya había destacado el estado sumamente crítico de las poblaciones de *C. hildae* desde hace casi 20 años; con los datos que nosotros hemos recabado para este informe, es evidente que la situación no ha mejorado y que es indispensable hacer un estudio actual y minucioso para determinar, con mayor veracidad, la situación actual de la especie. Por lo anterior, es urgente tomar las medidas pertinentes para la conservación de *C. hildae.* También es muy importante realizar estudios más completos para tener un conocimiento más detallado y preciso del número de poblaciones, la proporción sexual de los individuos adultos, la regeneración de las poblaciones vía reclutamiento de plántulas, así como mejorar los modelos de distribución potencial de la especie, verificando directamente en campo la existencia y el tamaño de las poblaciones.

Capítulo 4. Documentación de amenazas (“Disturbiómetro” de Martorell y Peters)

Objetivo

Evaluar cuantitativamente el disturbio antropogénico crónico, a través del índice propuesto por Martorell y Peters en la localidad Rancho “El Chijol”.

Método

Esta evaluación se realizó en una de las dos localidades donde se efectuó el censo poblacional de *C. hildae*: Rancho “El Chijol” (21°37'24.0" N 99°11'24.7" W), el 19 de marzo de 2020. Teniendo como referencia el origen establecido para la obtención de los parámetros poblacionales, se trazó una línea base de 150 m donde se ubicaron tres transectos consecutivos de 50 m x 1 m, paralelos a la pendiente. En la mitad de cada uno de estos transectos se trazaron otros transectos, pero estos perpendiculares, de 50 m x 1. En resumen, se trazaron tres transectos en forma de cruz, que fueron denominados transecto 1, transecto 2 y transecto 3. En cada una de estas tres cruces se aplicó el método descrito por Martorell y Peters (2005) para evaluar 14 indicadores de disturbio que componen los tres grupos considerados “agentes de disturbio crónico”: cría de ganado, actividades humanas y degradación del suelo (Martorell y Peters, 2005; Martorell y Peters, 2008).

En cada uno de los transectos se midieron los siguientes indicadores:

1. Presencia de ganado:
    a. GOAT: Se eligieron 10 puntos al azar dentro del transecto, en cada punto seleccionado se trazó un cuadro de 1 m^2 donde se revisa la presencia o ausencia de excretas de cabra o borregos, dándole el valor de 1 (presencia) y 0 (ausencia).
    b. CATT: Se eligieron 10 puntos al azar dentro del transecto, en cada punto seleccionado se trazó un cuadro de 1 m^2 donde se revisó la presencia o ausencia de excretas de ganado mayor, dándole el valor de 1 (presencia) y 0 (ausencia).
    c. BROW (Browsing): De las plantas que se encontraron a lo largo del transecto, se estimó la proporción de ramoneo de cada planta.
    d. LTRA (Número de caminos ganaderos): Se contabilizó el número de caminos ganaderos que pasaban por cada uno de los transectos.
    e. COMP (Compactación del suelo): Se utilizó un cilindro de PVC de 10.4 cm de diámetro y de 10 cm aproximadamente de alto. Se enterró en el suelo (2 cm de profundidad) y se vertieron 250 ml de agua y se midió el tiempo de infiltración. Esto se realizó en una parte del sitio donde se colocaron los transectos que no mostrara rastros de presencia de ganado y en otro sitio donde se observara presencia de ganado. Esta medición es única por sitio.
2. Actividades humanas:
    a. FUEL (extracción de madera combustible): De las plantas que se encontraron a lo largo del transecto, se estimó la proporción de macheteo de cada planta.
    b. TRAN (Cobertura de caminos humanos): Se estimó la proporción de la cobertura de caminos dentro de cada transecto.

c. PROX (Distancia al poblado más cercano): Se registró la distancia del sitio al poblado más cercano en km.
d. CORE (Adyacencia a núcleos de actividad hasta de 200 m): En cada transecto se registró si hay un centro con actividad humana, como casas, cultivos, granjas, minas, etc., que se encuentre hasta 200 m de distancia con respecto al transecto principal.
e. FIRE (Evidencia de incendio): Se registró si hubo incendios [presencia (1)/ausencia (0)]
f. LUSE (Uso de la tierra): Se estimó si existe una proporción de tierra asignada para la agricultura, cultivos, pastizales o áreas urbanas dentro del sitio donde se pusieron los transectos.

3. Degradación de la tierra:
    a. EROS (Fracción de puntos erosionados): Se eligieron 20 puntos al azar de cada transecto, en donde se observó si esa parte del sitio estaba o no erosionado [presencia (1)/ausencia (0)].
    b. ISLA: Se registró la presencia de islas en el sitio considerando como presencia (1) y ausencia (0).
    c. TOMS (Proporción de tierra modificada): Se registró la proporción de la tierra modificada en cada transecto.

El resultado de cada uno de los indicadores se integró a la fórmula: D= 3.41GOATT – 1.37CATT + 27.62BROW + 49.20LTRA – 1.03COMP + 41.01 FUEL + 0.12TRAN + 24.17PROX + 8.98CORE + 8.98 LUSE – 0.49FIRE + 26.94EROS + 17.97ISLA + 26.97STOMS + 0.2 (Martorell y Peters 2003; Martorell y Peters, 2005, Hernández-Oria *et al.*, 2006).
El resultado indica el nivel de disturbio del hábitat evaluado. Se espera obtener un valor entre 0 y 100, sin embargo, se pueden llegar a obtener valores fuera de escala para sitios muy destruidos o perfectamente conservados (Hernández-Oria *et al.* 2006). Si el resultado es: 0-12 se refiere a un sitio prístino; 12-25, conservado; 25-50, intermedio; 50-100, gravemente afectado (Martorell y Peters, 2003). Además, por cada grupo de disturbio se obtuvo un índice, para conocer su contribución porcentual. Para su estimación se sumaron las variables involucradas en cada grupo y se dividió el total por grupo entre el total de disturbio de los tres grupos y multiplicado por 100 (Hernández- Oria *et al.* 2006).

Resultados

Después de evaluar cada uno de los catorce indicadores en los tres transectos en el sitio Rancho “El Chijol” se obtuvieron los siguientes valores (Cuadro 10):

Cuadro 10. Índices obtenidos para cada uno de los indicadores evaluados por transecto.

Variable/transecto	*1*	*2*	*3*	*Promedio*
GOAT	0	0	0	0
CAT	0	0	0	0
BROW	0.02	0	0	0.007
LTRA	0.056	0.056	0.056	0.056
COMP	0.000625	0.000625	0.000625	0.001
FUEL	0	0	0	0
TRAN	0	0	0	0
PROX	0.081	0.081	0.081	0.081
CORE	0.333	0.333	0.333	0.333
LUSE	0	0	0	0
FIRE	0	0	0	0
EROS	0	0	0	0
ISLA	0	0	0	0
TOMS	0	0	0	0

Presencia de ganado: GOAT=densidad de excretas de cabra, CATT=densidad de excretas de ganado mayor, BROW=plantas ramoneadas, LTRA=Caminos ganaderos, COMP=Compactación del suelo. Actividades humanas: FUEL=Extracción de madera combustible, TRAN=Cobertura de caminos humanos, PROX=Poblado más cercano, CORE=Adyacencia a núcleos de actividad, FIRE=Evidencia de incendio, LUSE=Uso de la tierra. Degradación de la tierra: EROS=Puntos erosionados, ISLA=Presencia de islas, TOMS=Proporción de tierra modificada

El índice de disturbio obtenido para Rancho "El Chijol" fue de 8.08, que de acuerdo con la escala de Martorell (2003) se refiere a un sitio prístino. La contribución de los agentes de disturbio (Ganadería, actividades humanas y deterioro) a este índice fue de la siguiente manera (Cuadro 11):

Cuadro 11. Porcentaje de contribución de cada agente al índice de disturbio.

Agente de disturbio	*Porcentaje de contribución*
Ganadería	36.32
Actividades humanas	61.2
Deterioro	2.47

Como se puede observar, las actividades humanas incluyen los indicadores que contribuyeron en mayor proporción al índice de disturbio obtenido (61.2%); para este caso la proximidad de poblados y la adyacencia a núcleos de actividad fueron los indicadores que pudimos apreciar y evaluar en campo. Por otro lado, la ganadería contribuyó en un 36.32% al índice de disturbio.

Discusión

C. hildae se asocia a los bosques de la franja de neblinas, entre 850 y 1300 msnm, con dominancia de encinos (como *Quercus reticulata*) y presencia de otras especies dominantes como *Brahea* sp., *Dioon*

edule y *Zamia fischeri*. El tipo de vegetación de Rancho "El Chijol" es un bosque de encino. El hábitat donde encontramos la población de *C. hildae* forma parte de una ladera escarpada con formaciones rocosas y las plantas de *C. hildae* se establecen en las partes aún más sombreadas. En general, estos sitios se observan relativamente conservados. Fue precisamente en ese lugar donde se evaluaron los agentes de disturbio, por esa razón el índice de disturbio resultó ser bajo, como si se tratara de un sitio prístino, sin embargo, en campo fue evidente que la ganadería es una de las principales amenazas que enfrentan las poblaciones de *C. hildae* en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Querétaro, debido al desmonte de la cubierta vegetal para el establecimiento de pastizales para el ganado, principalmente vacuno y al libre pastoreo de animales.

La presencia de caminos para el paso de personas y de ganado permite la entrada de los animales a las zonas más sombreadas y esto tiene como consecuencia que el suelo se vaya compactando. Al medir el tiempo de infiltración de agua sobre uno de estos caminos, observamos que tardó más de 40 min, mientras que el tiempo de infiltración en la zona menos perturbada, únicamente tardó 1.5 segundos en absorberse.

La crítica disminución de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo tiene más de 30 años. En 1997, la SEMARNAP consideraba que, dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro se perdían alrededor de 550 ha en promedio por año (De la Llata *et al*., 2006). Entre los años 2005 a 2010 se estima que los cambios en la reserva fueron principalmente debido a la conversión a pastizales con 2,193 hectáreas y las áreas agrícolas con 549 hectáreas, donde los tipos de vegetación principalmente afectados fueron: la selva baja caducifolia, el bosque mixto y el bosque de encino (Ríos Saís, 2015), este último es donde habita *C. hildae*. De manera general, el cambio de uso de suelo para la ganadería (sobre todo vacuna) y la fuerte presión que esta actividad ejerce en la zona de distribución de las poblaciones de *C. hildae*, son la principal amenaza que enfrenta esta especie. Los remanentes de vegetación donde aún persiste *C. hildae* son posiblemente aquellos sitios que se encuentran en mejores condiciones con respecto a las zonas deforestadas y posiblemente, la presencia de esta cícada sea, en cierto grado, un indicador de estas áreas conservadas que persisten dentro de la Reserva de Sierra Gorda. En este sentido y para corroborar que, la presencia de *C. hildae* sea un indicador de conservación, sería necesario realizar la evaluación del disturbio en cada una de las poblaciones registradas. Tomando en cuenta las características del índice de disturbio de Martorell -que ha sido ampliamente probada en ambientes más áridos- también sería importante utilizar otro método de evaluación del disturbio y establecer una comparación entre métodos y entre sitios, para tener una conclusión más precisa.

El concepto de "disturbio" está influenciado por múltiples factores, y sus causas y efectos, al igual que los métodos para evaluarlo, dependen en gran medida del nivel de organización biológica que interese abordar. Por lo tanto, es difícil desarrollar o aplicar técnicas universales para analizar disturbios (Vega y Peters, 2003). El desarrollo de métodos de evaluación de disturbio en México es un tema que ofrece una amplia área de oportunidad de desarrollo, dada su extensa diversidad de ecosistemas y paisajes.

Capítulo 5. Uso y comercio [usos nacionales (tradicionales y comerciales), partes y derivados en el comercio nacional e internacional, comercio lícito e ilícito, efectos reales o potenciales del comercio]

Usos tradicionales

Objetivo

Obtener y compilar, mediante revisión bibliográfica, la información existente sobre el uso tradicional de la especie *C. hildae*.

Revisión bibliográfica

Es notoria la ausencia de información acerca de la *C. hildae*, aún en estudios especializados donde se estudia la relación de las comunidades humanas con su entorno, sea bajo enfoques históricos (Vázquez, 2010) o contemporáneos (Miranda, 2003).

Bonta y colaboradores (2019) hacen un recuento exhaustivo sobre el uso de las cícadas, del cual se extrae la información de esta sección. Los autores no mencionan específicamente a *C. hildae* dentro del estudio; no obstante, sus datos se consideran de relevancia al mencionar de manera integradora los usos, concepciones y amenazas al género *Ceratozamia.*

Estos autores identifican al Noreste de México (Sureste de Nuevo León, Tamaulipas, Este de Guanajuato, Noreste de Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo, Norte de Veracruz y Norte de Puebla) como una región rica en diversidad y endemismos de estas plantas, así como sitios de estrecha vinculación humana con ellas, mediante un profundo conocimiento y empleo cotidiano.

Hay registros de diversos nombres comunes para el género *Ceratozamia* en la zona, como *tzompoyo*, *teocintle* y *chamalillo*, y existe constancia de que especies de ese género y de *Zamia*, eran consumidas intensamente como alimento, medicina y usos religiosos. El conocimiento más detallado en este tema proviene de los Xi'uy (pames del sur) de San Luis Potosí y Querétaro, así como los mestizos de la Sierra Gorda y sus descendientes; a lo largo de la región, las cícadas son comúnmente conceptualizadas como “tipos de maíz”, “amigos del maíz” o “ancestros del maíz”, llegando a tener un vínculo estrecho que se identifica en la presencia de años buenos para el maíz y malos paras cícadas, y viceversa.

Las semillas de los conos femeninos de las cícadas contienen carbohidratos ricos en almidón y se ha documentado que las poblaciones de *Ceratozamia* que tienen conos suficientes, representan una labor intensa para su cosecha, procesamiento y consumo. Diferentes comidas se producen con el nixtamal y la harina seca de cícada, como tortillas, tamales y atoles; los tamales tienen un papel relevante en las ofrendas Xi'uy de Día de Muertos, en el que también se emplean las hojas para decorar el altar.

Existen registros de oferta de tamales de chamal (*Dioon edule*) a los mestizos en la plaza central de San Antonio Tancoyol, pero no hay evidencia de consumo de alimentos o venta de semillas en mercados regionales lejanos a las áreas de consumo tradicional. De la misma manera, las hojas de cícadas, intensamente utilizadas en ceremonias religiosas en la región, no son ofrecidas para venta (Bonta *et al*., 2019).

En la misma publicación de Bonta *et al*. (2019) hipotetizan que las cícadas son elementos significativos en la dieta, sin efectos neurológicos de largo plazo (debido a las sustancias con actividad neurotóxica que se

han identificado en las semillas de las cícadas); son también relevantes en las prácticas religiosas y contribuyen a la identidad cultural y sentido de pertenencia.
Las cícadas también parecen haber sido incorporadas a las representaciones iconográficas de fachadas y otros elementos en los templos y santuarios católicos, como el templo de San Antonio Tancoyol (Jalpan), con bajorelieves que representan al chamal (*Dioon edule*). Cabe resaltar que, en la región de la Sierra Gorda, particularmente en la población de San Antonio Tancoyol, *Dioon edule* es reconocido por provocar la parálisis de las patas traseras de vacas, por lo que los ganaderos de la región la reconocen como una planta nociva que interfiere con las actividades económicas.
De manera contrastante se ha documentado que, como regla general, los propietarios de tierras remueven a las cícadas, ya que interfieren con sus estrategias de manejo, puesto que son percibidas como plantas dañinas y sin valor, sin embargo, en ocasiones se trata de las mismas zonas donde estas plantas son empleadas por los pames, lo que llega a generar conflictos por la diferencia de intereses.

Conclusiones
El género *Ceratozamia* reviste una gran importancia cultural, religiosa y económica en la amplia región de la Sierra Madre Oriental donde se distribuye.
Los usos de estas plantas están vinculados a la alimentación y a las fiestas religiosas locales, y el conocimiento acerca del tema proviene de los Xi'uy (pames del sur) de San Luis Potosí y Querétaro, así como los mestizos de la Sierra Gorda.
Pese a ello, las especies de cícadas de la zona son erradicadas por pobladores que las perciben como plantas dañinas para el ganado y sin valor.
Es notable la ausencia de información sobre el aspecto etnobotánico de *C. hildae*, en la literatura especializada.

Información de organismos y bases de datos internacionales

Objetivo
Obtener y analizar la información del tráfico internacional registrado por organismos internacionales, incluyendo las empresas viveristas que producen o distribuyen a *C. hildae,* así como detectar los posibles movimientos inscritos en bases de datos destinadas a este propósito.

Metodología
Se consultó a diversos organismos internacionales, con el fin de obtener información acerca de los viveros que producen y exportan *C. hildae*; adicionalmente se analizaron las bases de datos que pueden consultarse en la red.
La consulta incluyó las siguientes búsquedas:

1. Envío de correos electrónicos a autoridades CITES de Australia, Estados Unidos de Norteamérica y Sudáfrica, por tratarse de los principales países que registran movimientos de exportación en los últimos 5 años (2014-2018).
2. Acceso a las siguientes bases de datos:
    i. The United States Department of Agriculture (Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection Quarantine)

ii. EU-TWIX (European Union, Trade in Wildlife Information Exchange)
iii. CITES Trade Database (United Nations Environmental Program, World Conservation Monitoring Center, UNEP-WCMC)

Ambos tipos de consultas contaron con el apoyo de la Coordinadora de la Autoridad Científica CITES, en México, M. en C. Paola Mosig Reidl, de la Dirección General de Cooperación Internacional e Implementación de CONABIO. Para el envío de correos electrónicos, también se solicitó el apoyo de la Dra. María de los Ángeles Palma Irizarry, Autoridad Administrativa CITES de México (Dirección General de Vida Silvestre, DGVS-SEMARNAT).

Resultados

I. Consulta con Autoridades CITES

1. Australia.

Contacto: Ros Wilkins, Senior Wildlife Office, Wildlife Trade Assessments
CITES Scientific Authority of Australia, Environment Approvals and Wildlife Trade
Department of the Environment and Energy
John Gorton Building, GPO Box 787, Canberra Act 2601
Teléfono: 02 6274 1918
cites.scienceau@environment.gov.au

Respuesta: El funcionario confirmó que existen compañías que mantienen programas de reproducción artificial de *C. hildae* en Australia y proporcionó la siguiente lista:

a. Mr. Josef Perner, vivero Cycad International, Katherine Northern Territory
b. Mr. Peter Heibloem, vivero Eudlo Cycad Gardens, Nambour, Queensland
c. Mr. Stanley Walkley, vivero Plantation 2000/Cycads Connections, Burpengary, Queensland
d. Mr. Maurice Spina, vivero Tropical Coast Palms, Innisfail, Queensland. Sobre esto, puntualizó que ha tenido un programa de reproducción artificial que expiró y cuyos responsables no han solicitado renovación (información al 17 de octubre, 2019)

Los detalles de la oferta de estos se presentan en la sección sobre viveros internacionales.

2. Estados Unidos de Norteamérica.

Contacto: Dra. Rosemarie Gnam, Chief of Division of Scientific Authority, International Affairs
U. S. Fish and Wildlife Service
5275 Leesburg Pike, Falls Church, Virginia, USA, 22041-3803
Teléfono: 703 358 2497. Fax: 703 358 2276
rosemarie_ganm@fws.gov

Respuesta[2]: La funcionaria hizo llegar el documento que se transcribe a continuación.

[2] *Original.* - ***Review of trade of Ceratozamia hildae in the United States***
United States CITES Scientific Authority
U.S. Fish & Wildlife Service – Division of Scientific Authority
November 13, 2019
Introduction. Plants of this species were in great demand (sold as C. hildae*) in the United States in the late 1960s following its discovery in Mexico in the early 1960s, as "thousands" of plants were exported to the United States (Landry 1990; Whitelock 2002). However, the species*

Revisión del comercio de C. hildae *en los Estados Unidos*

Autoridad Científica CITES de los Estados Unidos

Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos - División de Autoridades Científicas

Trece de noviembre, 2019

Introducción. Las plantas de esta especie (vendidas como C. hildae*) tuvieron gran demanda en los Estados Unidos, al final de la década de 1960, tras haber sido descubiertas en México en los inicios de la misma; y "miles" de plantas fueron exportadas a los Estados Unidos (Landry, 1990; Whitelock, 2002). Sin embargo, la especie permaneció sin describir durante 18 años, hasta que fue nombrada como especie nueva con el nombre* C. hildae*, en 1979 (Landry y Wilson 1979; Whitelock, 2002). Se ha reportado como una cícada adaptable y de fácil crecimiento bajo cultivo, y puede tolerar un amplio rango de climas y condiciones lumínicas (Whitelock, 2002). Bajo cultivo, las plantas polinizadas manualmente producen semillas; no obstante, la viabilidad de las semillas es impredecible y la fertilidad es baja (Whitelock, 2002; J. Spark, Montgomery Botanical Garden com. pers., 2019). Aunque esta especie sigue siendo muy popular con los entusiastas de las cícadas y buscada por los coleccionistas de plantas, no es común en viveros de los EU (a partir de nuestra búsqueda en internet). Esto podría deberse a la falta de semillas disponibles para comercialización, para los cultivadores.*

---

remained undescribed for 18 years before it was described as a new species, C. hildae*, in 1979 (Landry & Wilson 1979; Whitelock 2002). It is reported to be one of the most easily grown and adaptable cycads in cultivation and can tolerate a wide range of climate and light conditions (Whitelock 2002). In cultivation, hand-pollinated plants produce seeds, however, the viability of seeds is unpredictable, and fertility is low (Whitelock 2002; pers. comm. J. Spark, Montgomery Botanical Center 2019). Although this species continues to be extremely popular with cycad enthusiasts and highly sought after by plant collectors, it appears to be uncommon in U.S. nurseries (based on our Internet search). This may be due to a lack of commercially available seed for growers.*

U.S. Exports. The United States CITES Scientific Authority and Management Authority have approved one commercial grower for the export of artificially propagated plants of C. hildae*. This CITES permittee, Plant Creations, located in Homestead, Florida, has been approved to export artificially propagated (i.e., asexual propagation) plants of* C. hildae *since 2011. In 2017, the permittee exported 25 live artificially propagated plants of* C. hildae *to Gabon, CITES Purpose Code T and Source Code D, and the export is reported in the CITES trade database. We found no other U.S. exports of specimens of* C. hildae *in our records.*

The United States Department of Agriculture-Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection Quarantine conducted a database search from 2008 to 2019, for U.S. exports and imports of C. hildae*. The results of the search show only the above export of the 25 live plants of* C. hildae *to Gabon in 2017.*

U.S. Imports. In 2000, the U. S. CITES Scientific Authority issued a positive import finding for the import of 6 live wild plants and 10 wild seeds of C. hildae *from the Jardín Botánico Clavijero, in Veracruz, Mexico, to the Montgomery Botanical Center, located in Florida. The import of the specimens is reported in the CITES trade database, as follows: in 2000, the U.S. imported 6 flowers and 10 seeds of* C. hildae *from Mexico, reported as Purpose Code S and Source Code W.*

The CITES trade database also shows that in 2000, the U.S. imported 14 live specimens of C. hildae *from Australia, reported as Purpose Code T and Source Code A.*

U.S. Internet search. The U. S. CITES Scientific Authority conducted an Internet search for nurseries in the United States that offer plants/seeds of C. hildae*. The table below includes the U.S.-based businesses found on the Internet.*

References cited:

Landry, G. P. & M. C. Wilson. 1979. A new species of Ceratozamia *(Cycadaceae) from San Luis Potosi.* Brittonia *31(3), p.p. 422-424. New York Botanical Garden, Bronx, New York. On-line at: https://www.jstor.org/stable/2806139?seq=1#metadata_info_tab_contents. Accessed: November 1, 2019.*

Landry, G. P. 1990. Portrait of a species Ceratozamia hildae *the bamboo cycad. On-line at: http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-May-1990-Ceratozamia-hildae.pdf. Accessed: November 1, 2019.*

Whitelock, L. M. 2002. The Cycads. Timber Press. Portland, Oregon.

Exportaciones desde los Estados Unidos. La Autoridad Científica y la Autoridad de Manejo CITES de Estados Unidos ha autorizado a un cultivador comercial para la exportación[3] *de plantas de* C. hildae *propagadas de manera artificial. Se trata de Plant Creations, en Homestead, Florida, que está autorizado a exportar plantas de* C. hildae *propagadas artificialmente (i. e., propagación asexual) desde 2011. En 2017, exportó 25 plantas vivas, propagadas artificialmente, a Gabón, bajo el Código de Propósito T y el Código de Origen D, y el exportador está consignado en la base de CITES sobre comercio. No tenemos registros adicionales de especímenes de* C. hildae.

La Oficina de Cuarentena Vegetal del Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, realizó una búsqueda en bases de datos desde 2008 a 2019, para importaciones y exportaciones de C. hildae *de este país. Los resultados de la búsqueda muestran solamente la exportación a Gabón, ya mencionada.*

Importaciones a los Estados Unidos. En el año 2000, la Autoridad Científica CITES dio a conocer un hallazgo positivo, que consiste en la importación de 6 plantas silvestres vivas, y 10 semillas silvestres de C. hildae *del Jardín Botánico Clavijero en Veracruz, México, al Montgomery Botanical Center, en Florida. La importación de los especímenes se reportó en la base de datos de comercio de CITES, como sigue: en el año 2000, Estados Unidos importó 6 conos y 10 semillas de* C. hildae *desde México, reportadas como Código de Propósito S y Código de Origen W.*

La base de datos sobre comercio de CITES muestra también que, en 2000, Estados Unidos importó 14 especímenes vivos de C. hildae *desde Australia, reportados con Código de Propósito T y Código de Origen A.*

Búsqueda en Internet. La Autoridad Científica CITES de Estados Unidos llevó a cabo una búsqueda en Internet para localizar viveros en el país, que ofrezcan plantas/semillas de C. hildae. *El siguiente cuadro (12) incluye los establecimientos que operan en los Estados Unidos, hallados en internet.*

Referencias.

Landry, G. P. & M. C. Wilson. 1979. A new species of Ceratozamia (Cycadaceae) from San Luis Potosi. Brittonia 31(3), p.p. 422-424. New York Botanical Garden, Bronx, New York. On-line at: https://www.jstor.org/stable/2806139?seq=1#metadata_info_tab_contents. Accessed: November 1, 2019.

Landry, G. P. 1990. Portrait of a species Ceratozamia hildae the bamboo cycad. On-line at: http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-May-1990-Ceratozamia-hildae.pdf. Accessed: November 1, 2019.

Whitelock, L. M. 2002. The Cycads. Timber Press. Portland, Oregon.

[3] El cultivador mencionado no se encuentra en la base de datos de CITES (Consulta efectuada el 28 de noviembre de 2020)

Cuadro 12. Viveros de Estados Unidos que ofrecen plantas o semillas de *C. hildae*. Datos proporcionados por la Autoridad Científica CITES de Estados Unidos.

Nombre del vivero	*Ubicación*	*Especímenes*	*Dirección en internet*	*Comentarios*
Plant Creations	*Homestead, Florida*	*Varios tamaños de contenedores*	*https://www.plantcreations.com/*	*Con permiso CITES*
The Cycad Jungle	*Lakeland, Florida*	*Varios tamaños de contenedores*	*http://cycadjungle.mysite.com/index.html*	
Jungle Music Palms & Cycads	*San Diego, California*	*Varios tamaños de contenedores*	*http://www.junglemusic.net/*	*Ofrece también un híbrido de C. hildae x C. norstogii (conocida como C. plumose en el comercio en viveros)*
Botanic Wonders	*Vista, California*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.botanicwonders.com/index.html*	
Indian Rock Cycads and Palms	*Escondido, California*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.indianrockcycadsandpalms.com*	
San Marcos Growers	*Santa Barbara, California*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.smgrowers.com/index.asp*	
Jurassic Garden A&A Cycads	*Chatsworth, California*	*Provee plantas cultivadas en EU para clientes de EU*	*http://www.cycadpalm.com*	
Redland Nursery	*Homestead, Florida*	*Sin disponibilidad por el momento*	*http://www.redlandnursery.com/*	
Plant Delights Nursery	*Raleigh, Carolina del Norte*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.plantdelights.com/*	

Cuadro 13. Sitios de internet de interés para *C. hildae*. Datos proporcionados por la Autoridad Científica CITES de Estados Unidos.

Nombre del Sitio	*Página específica*	*Dirección en internet*
Palm and Cycad Societies of Australia	Ceratozamia hildae	*http://www.pacsoa.org.au/wiki/Ceratozamia_hildae*
The Cycad Newsletter	Ceratozamia hildae *Bamboo Cycad*	*http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-June-2003-Ceratozamia-hildae.pdf*
Cycad	Ceratozamia hildae *The Bamboo Cycad by Garrie Landry*	*http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-May-1990-Ceratozamia-hildae.pdf*
Dave's Garden	Ceratozamia hildae, *Bamboo Cycad*	*https://davesgarden.com/guides/pf/go/58816/*
The World List of Cycads A Comprehensive Taxonomic Reference	Ceratozamia hildae	*https://cycadlist.org/taxon.php?Taxon_ID=24*
University of Florida Gardening Solutions	*Bamboo Cycad*	*http://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/plants/trees-and-shrubs/palms-and-cycads/bamboo-cycad.html*
Gardening in the Coastal Southeast	*The Genus* Ceratozamia	*http://southeastgarden.com/ceratozamia.html*
National Center for Biotechnology Information	*Taxonomic review of* Ceratozamia *(Zamiaceae) in the Sierra Madre Oriental, Mexico*	*https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6023955/*
Agaveville *Xeric Plant Enthusiast Forum*	Ceratozamia hildae	*https://www.agaveville.org/viewtopic.php?f=42&t=1550*
The Encyclopedia of Palms & Cycads	Ceratozamia hildae	*http://www.llifle.com/Encyclopedia/PALMS_AND_CYCADS/Family/Zamiaceae/31989/Ceratozamia_hildae*
Botanic Garden Conservation International	*BGCI, Plant Search*	*C. hildae is found in 50 botanic gardens worldwide, URL: https://www.bgci.org/resources/bgci-databases/plantsearch/* *Additional information about ex-situ collections can be requested from BGCI –* *URL: https://tools.bgci.org/plant-search.php*

3 Sudáfrica.

El mensaje electrónico dirigido a la Autoridad Científica CITES de Sudáfrica (j.donalson@sanbi.org.za), no recibió respuesta.

II. Bases de datos

1 United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Plant Protection Quarantine (Estados Unidos de Norteamérica).

Esta dependencia condujo una búsqueda en sus bases de datos, en el período del 2008 al 2019, para revisar importaciones y exportaciones de *C. hildae*. El resultado mostró una única exportación (2017) con fines comerciales (como plantas del Apéndice II de la CITES, por tratarse de especímenes reproducidos

artificialmente, de acuerdo con el Artículo VII, párrafo 4, sobre el código de origen D), de 25 plantas vivas de la empresa Plant Creations, enviadas a la República Gabonesa, según el informe entregado por el U. S. Fish and Wildlife Service de los Estados Unidos de Norteamérica, ya citado.

2 EU-TWIX (European Union, Trade in Wildlife Information Exchange).

La base de datos EU-TWIX contiene información centralizada relativa a decomisos e ilícitos reportados por los 28 estados miembros de la Comunidad Europea en materia de tráfico de la vida silvestre. Esta base de datos puede consultarse en: https://www.eu-twix.org/

Su consulta está permitida solamente a los países integrantes de la Comunidad Económica Europea (EU), razón por la cual el acceso no fue permitido. La solicitud fue hecha originalmente por el Jardín Botánico Regional de Cadereyta; posteriormente fue respaldada por la CONABIO, en su calidad de Autoridad Científica CITES de México. La respuesta fue, igualmente, una negativa.

3 CITES Trade Database (United Nations Environmental Program, World Conservation Monitoring Center, UNEP-WCMC).

La Convención (CITES) mantiene una prominente base de datos abierta con los registros oficiales del tráfico legal de las especies reguladas en sus Apéndices (I, II y III) (https://trade.cites.org/).

Los datos de la consulta fueron agrupados en tres lapsos de tiempo: 1975 a 1985, 1986 a 2013 y 2014 a 2018. A su vez, para cada lapso se agruparon las partes de *C. hildae* que fueron importadas o exportadas. Las cifras se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Número y tipo de partes de *C. hildae* importadas o exportadas en el mundo, por periodo de tiempo.

Periodo	1975-1985	1986-2013	2014-2018
Importaciones			
Plantas vivas	5420	135	93
Semillas		106	365
Exportaciones			
Plantas vivas	208	303	144
Semillas		1221	665
Conos		6	
Hojas		6	

A lo largo del tiempo, las partes que han tenido un movimiento constante son las plantas vivas y las semillas. Otras partes, como conos masculinos y/o femeninos y hojas, aparecen como eventos aislados.

Tomando como referencia los extremos (1975 y 2018), las importaciones de plantas vivas casi desaparecieron, al descender en un 98%, mientras que las de semillas se incrementaron en 244.3%, a partir de 1986, pues en el periodo 1975-1985, no hubo registro de éstas. Por su parte, las exportaciones de plantas vivas también disminuyeron en un 30.7% entre 1975 y 2018, aunque tuvieron un repunte en el lapso intermedio (1986-2013); las de semillas descendieron también, en un 45.4%. Este comportamiento se representa en la Figura 18.

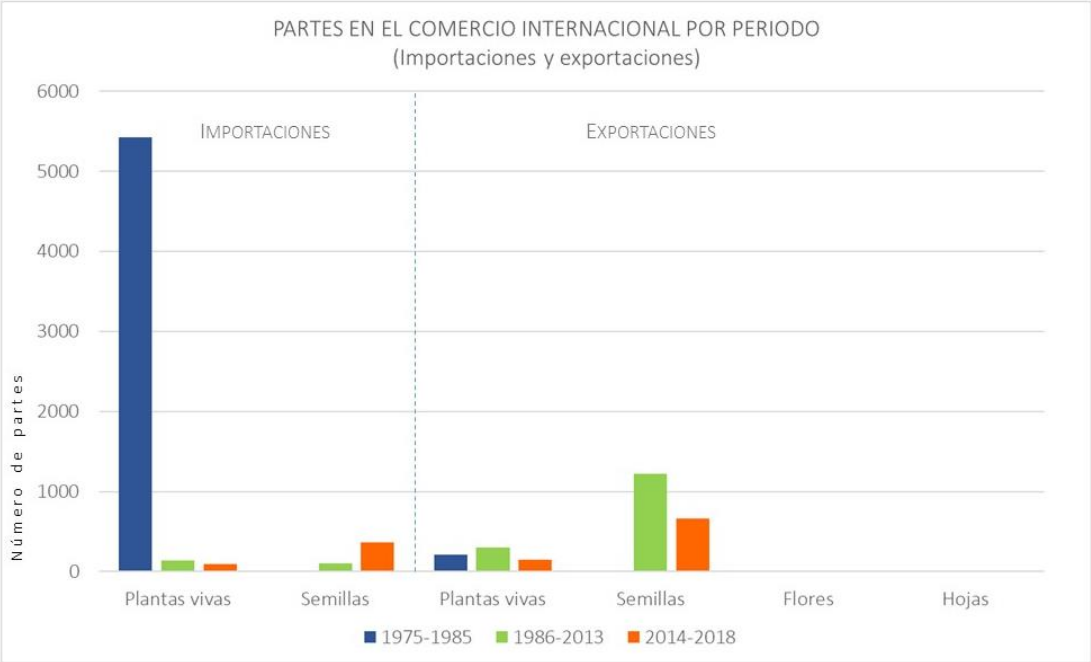


Figura 18. Comportamiento de importaciones y exportaciones de plantas vivas y partes de *C. hildae* entre 1975 y 2018.

(Fuente de los datos: CITES Trade Database)

El mapa mundial del comercio de la especie también ha cambiado a lo largo de los últimos 45 años. Durante el periodo de 1975-1985, la cifra de países importadores de la especie fue de 4 (Australia, Gran Bretaña, Estados Unidos y la República de Sudáfrica), mientras que la de exportadores fue de 2 (México y los Estados Unidos). Los Estados Unidos fue el único país con el doble rol. Durante la etapa de 1986-2013, si bien la cantidad de plantas o partes iba en descenso, las rutas de importaciones de *C. hildae* a nivel mundial experimentaron un incremento sin precedentes: 20 países de los cinco continentes (África: Níger y República de Sudáfrica; América: Brasil, Estados Unidos y México; Asia: Indonesia, Japón, Pakistán, Singapur y Tailandia; Europa: Alemania, Austria, España, Francia, Gran Bretaña, Italia, Países Bajos y Portugal; Oceanía: Australia y Nueva Zelanda) recibieron plantas provenientes de otras naciones. Los países exportadores, por su parte, recibieron a su vez importaciones de la especie (Australia, Estados Unidos, México, República de Sudáfrica y Tailandia).

En el lapso más reciente con datos disponibles (2014-2018), se exportaron únicamente 144 plantas vivas y 665 semillas; siendo los países exportadores, en orden de importancia por el volumen de material biológico implicado: Australia, la República de Sudáfrica y los Estados Unidos de Norteamérica. Los importadores fueron, también en orden decreciente, Alemania, Nueva Zelanda, Tailandia, Japón, Gabón y Arabia Saudita (Figuras 19 a 21, mapas). La consulta no arrojó cifras de reexportaciones. El objetivo de las operaciones fue principalmente, semillas; y las transacciones comerciales globales son minúsculas (Figura 22, gráficos)

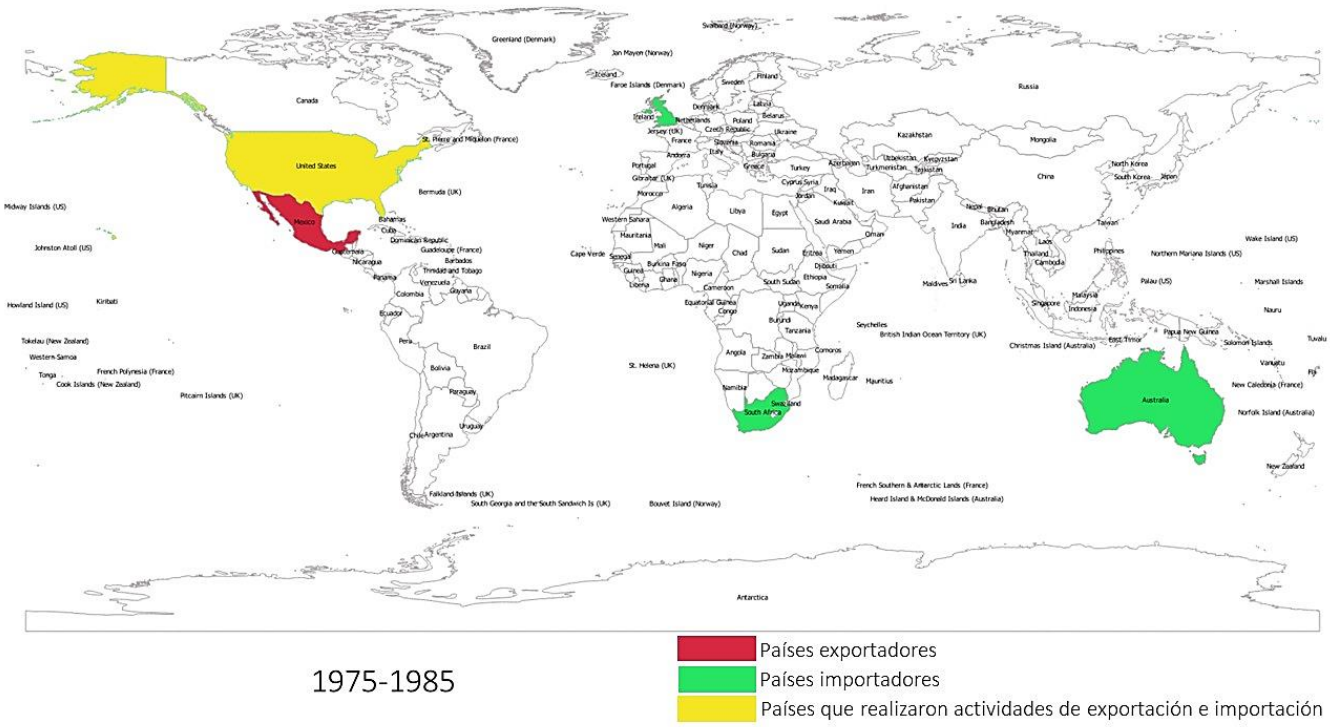


Figura 19. Comercio internacional de *C. hildae* entre 1975 y 1985. Elaborado con datos de CITES Trade Database.

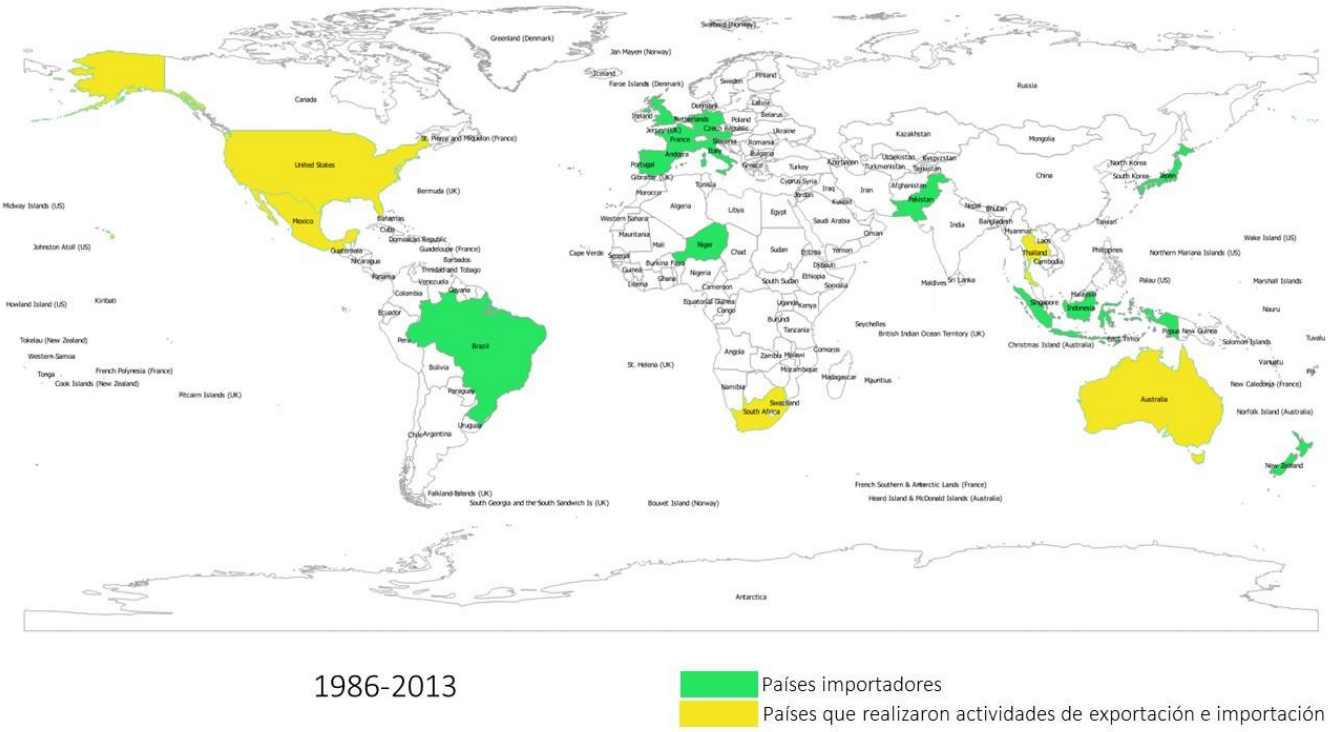


Figura 20. Comercio internacional de *C. hildae* entre 1986 y 2013. Elaborado con datos de CITES Trade Database.

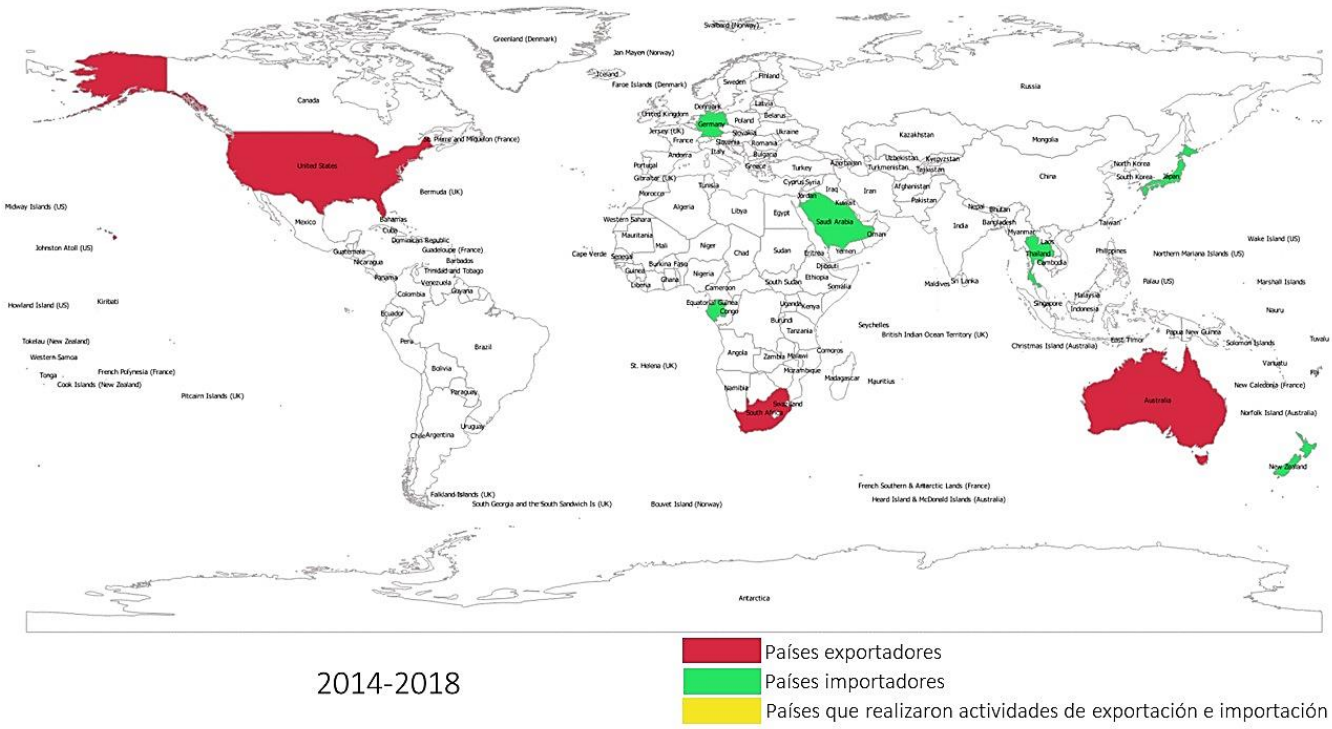


Figura 21. Comercio internacional de *C. hildae* entre 2014 y 2018. Elaborado con datos de CITES Trade Database.

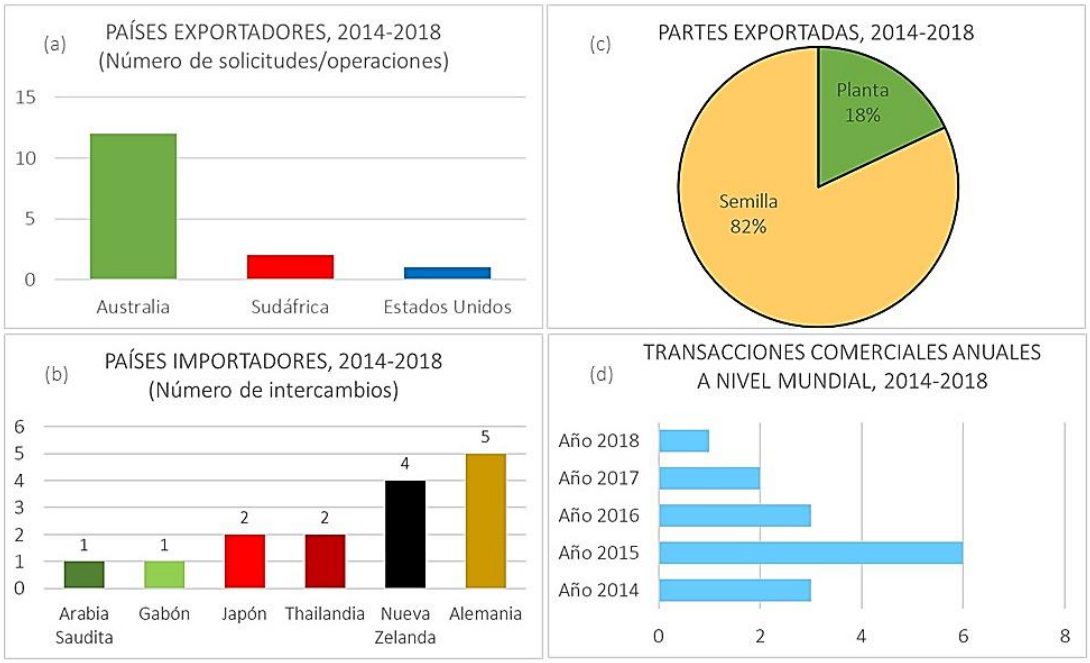


Figura 22. Cifras del comercio internacional de *C. hildae* entre 2014 y 2018. (a) Países exportadores, (b) Países importadores, (c) Partes exportadas y (d) Número de transacciones comerciales internacionales. Elaborado con datos de CITES Trade Database.

Contrastando los datos del lapso 2014-2018 con los correspondientes a la etapa de 1975 a 1985, en la que hubo más de 5,000 plantas importadas, puede establecerse que las importaciones se redujeron a partir de que *C. hildae* fue incluida en el Apéndice I (en 1985); por su parte, el comercio de las semillas se disparó a partir de dicho hito.

Por otra parte, es importante mencionar que la mayoría de las transacciones fueron realizadas con propósitos comerciales (T), únicamente se registraron tres eventos con propósito P (objetos personales) y dos eventos con propósitos científicos (S) (Cuadros 15 y 16). De esto último, en el año 2000, México fue quien realizó dos exportaciones a Estados Unidos de partes reproductivas y semillas provenientes del medio silvestre. Ninguna de estas transacciones se registra como ilegal.

En la mayor parte de eventos o transacciones realizadas se registraron los códigos de origen A y D, utilizados de manera indistinta, cuando al ser una planta incluida en el Apéndice I y al ser comerciada con propósitos comerciales el código adecuado debió ser D.

Cuadro 15. Número de plantas y derivados de *C. hildae* exportados de acuerdo con sus propósitos en la transacción. (T= Comercial, S= Científico, P= Personal) y código de origen (W= silvestre, A= plantas reproducidas artificialmente, D= plantas del Apéndice I reproducidas artificialmente).

Propósito	*Código de origen*		
	A	D	W
P			
S			16
T	549	1509	3
Total general	554	1509	19

Cuadro 16. Número de plantas y derivados importados de *C. hildae* de acuerdo con sus propósitos en la transacción. (T= Comercial, S= Científico, P= Personal) y código de origen (W= silvestre, A= plantas reproducidas artificialmente, D= plantas del Apéndice I reproducidas artificialmente).

Propósito	*Código de origen*			
	A	*D*	*W*	*No especifica*
P	8	20		
S				
T	346	325		5420
Total general	356	345		5420

Viveros nacionales e internacionales

Objetivo

Conformar un listado de viveros y/o invernaderos, nacionales y extranjeros, que comercializan *C. hildae*, con el fin de valorar la legalidad y eficiencia de sus actividades, mediante el análisis de sus procesos de reproducción y por la oferta y demanda.

Metodología

Se exploró en Internet, aplicando el buscador Google, los invernaderos y viveros que anuncian, reproducen y/o comercializan *C. hildae*, utilizando como palabras clave para las búsquedas: "*Ceratozamia hildae*", "reproducción", "venta, comercialización", en español e inglés, durante el período de 6 meses comprendido entre el 1 de septiembre, 2019 y el 29 de febrero, 2020. Se incluyen en el listado aquellos viveros proporcionados como contactos de interés por las autoridades CITES de Australia y Estados Unidos.

En el caso de viveros nacionales, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) proporcionó los datos de dos viveros con registro de UMA, mismos que fueron contactados.

Resultados

I Viveros Nacionales: La consulta por internet no generó resultado alguno. Respecto a los viveros cuyos datos fueron proporcionados por CONABIO, el resultado de la gestión es el siguiente:

- El Palmillar-Xahualapa (SEMARNAT-UMA-IN-0140-SLP), fue contactado por correo electrónico. Contestó de recibido Angélica Santiago (26 de noviembre, 2020). A continuación, se le solicitó por la misma el llenado y retorno de un formulario. A esto último no ha habido respuesta.
- Xochipilli (DGVS-UMA-IN-1750-VER/15). Este no cuenta con correo electrónico, por lo que se le remitió por correo ordinario la solicitud y el cuestionario para productores. Al momento, no se ha obtenido respuesta.

II Viveros internacionales: Incluyendo los contactos proporcionados por las autoridades CITES de Australia y Estados Unidos, así como todos aquellos obtenidos en la búsqueda, se recopilaron datos de 26 viveros y 3 sitios adicionales (blogs y foros de discusión de aficionados). Ninguno de los viveros cuenta con registro en CITES para efectuar exportaciones de la especie, según consulta efectuada en noviembre 2020.

Se presentan ordenados de acuerdo con la actividad identificada: i. Que ofrecen actualmente venta de *C. hildae*; ii. Que en el pasado han ofrecido venta de *C. hildae*, y/o que actualmente ofrecen especies de Zamiaceae; y iii. Foros y blogs con información relacionada, incluyendo ofertas de la especie (Cuadro 17).

Cuadro 17. Lista de viveros con actividad comprobada o relacionada de comercialización de *C. hildae*.

CONTINENTE	PAÍS	NOMBRE DEL VIVERO
i. Viveros que ofrecen actualmente venta de *C. hildae*		
	América	
1	Estados Unidos	Indian Rock Cycads and Palms (California, EU).
2		Jungle Music, Palms & Cycads
3		Palm Cycad Exchange
4		The Cycad Jungle
	Europa	
5	Alemania	Exclusive Cycads
	Oceanía	
6	Australia	Palms for Brisbane
ii. Viveros que en el pasado han ofrecido venta de *C. hildae*, y/o que actualmente ofrecen especies de Zamiaceae		
	América	
7	Estados Unidos	Albert and Merkel Bros
8		Botanic Wonders
9		Jones Landscaping Nursery
10		Jurassic Garden A&A Cycads
11		Plant Creations
12		Plant Delights
13		Redland Nursery
14		San Marcos Growers
	Europa	
15	Alemania	EuroCycas
16		Rare Palm Seeds
17		Thrinax
18	Francia	A l'ombre des figuiers
19	Reino Unido	Minor Garden Plants
20		The Palm Centre
21		Treebrown Nurseries
	Oceanía	
22	Australia	Cycad Gardens of Eudlo
23		Cycad International
24		Plantation 2000
25		Tropical Coast Palms
iii. Sitios de interés dada la información que contienen sobre comercialización de *C. hildae* o Zamiaceae		
	América	
26	Estados Unidos	Agaveville, Xeric Plant Enthusiast Forum
27		Gardening in the Coastal Southeast.
28		The Evolution of Plants
	África	
30	República de Sudáfrica	CYCADfriends (Conservation through propagation)

Los pormenores de cada vivero y sitio fueron recopilados y se presentan a continuación en el mismo orden del cuadro.

i. Viveros que ofrecen actualmente venta de *C. hildae*

1. Indian Rock Cycads and Palms.

URL: https://www.indianrockcycadsandpalms.com/Home.html
Dirección: 28969 Mountain Meadow Road, Escondido, California, USA, 92026
Propietario/Contacto: Dave Minks
Teléfono: 760 855 6557
Correo electrónico: l.minks@sbcglobal.net
Oferta: *C. hildae*, 15 galones, 2 plantas, costo por pulgada (*sic*) $ 59.00 USD
Última consulta: 6 de febrero, 2020

2. Jungle Music, Palms & Cycads (Palms, Trees, Cycads & Tropical Plants).

URL: https://www.junglemusic.net/?fullweb=1
Propietario/Contacto: Phil Bergman
Dirección: 450 Ocean View Avenue, Encinitas, California, USA, 92014
Dirección Postal: 3233 Brant Street; San Diego, California, USA, 92103
Teléfono: 619 291 4605
Correo electrónico: phil.bergman@junglemusic.net; phil@junglemusic.net
Oferta:

(A) Tiene anunciada *C. hildae* en las siguientes presentaciones:

1. Tamaño "band", precio $ 45.00 USD o más
2. Tamaño "tree pot", precio $ 65.00 USD o más
3. Tamaño "citrus pot", precio $ 135.00 USD o más
4. Tamaño "15 galones", precio $ 300.00 USD o más

El precio obedece al tamaño del tallo y por lo tanto varía; el precio por tipo de contenedor (maceta) es solamente indicativo.

(B) Anuncia también ejemplares de *C. hildae* X *Ceratozamia plumose*, en tamaño "citrus pot", a un precio de $135.00 USD o más, por ejemplar.

(C) En 2017, ofertó:

1. Plantas de 6.5 a 8 pulgadas (tallo), maceta de 15 galones, a un precio de $ 900.00 USD (octubre)
2. Plantas de 4.5 a 5 pulgadas, maceta de 5 galones, a un precio de $ 375.00 USD (noviembre).

(D) El vivero también utiliza el recurso de realizar ventas de remate (flash sales) donde ha propuesto: *C. hildae*, en citrus pot, de $ 175.00 a $ 135.00 USD (venta de descuento anunciada por 7 días).

Datos adicionales: Este centro de jardinería cultiva actualmente 1100 especies (200,000 plantas) de palmas, cícadas, árboles y otras plantas tropicales, para el mercado de los Estados Unidos. No especifica el número de especímenes en su inventario y es importante observar que, aunque la página está activa, la fecha de la última actualización de la oferta de cícadas es el 31 de mayo de

2017. Se dedica también a adquirir plantas individuales de cícadas o colecciones completas para venta posterior por pieza y declara no exportar.
Última consulta: 12 de febrero, 2020.

Figura 23. *C. hildae* originada de una colección particular y ofrecida en venta en 2017 (octubre) por Jungle Music, Palms and Cycads (Fotografía: https://www.junglemusic.net/Cycad_Collection_October_2017/Cycad_Collection_For_Sale.html).

3. Palm and Cycad Exchange.

URL: https://www.palmandcycadexchange.com/home
Dirección: 855K south Main Avenue, Box182, Fallbrook, California, USA, 92028
Propietario/Contacto: Laurie (administrador) and Keith Huber (propagador) (Figura 25)
Teléfonos: Keith Huber: 760 525 5148 / Oficina: 760 525 8742
Correo electrónico: Para contactar es necesario hacerlo desde su página electrónica, a través del apartado de contacto: https://www.palmandcycadexchange.com/contact
Oferta:
(A) La lista principal de venta ofrece solamente la especie *Ceratozamia mexicana*. El vivero ofrece la posibilidad de conseguir plantas a través de colecciones particulares; generalmente se trata de ejemplares aislados de gran tamaño que deben ser extraídos mediante excavación en las propiedades donde se encuentran, previa compraventa en eventos particulares que se llevan a cabo en fechas específicas.
(B) En 2019, las ofertas de *C. hildae* por parte de colecciones, fueron dos:

1. Maerowitz collection (https://www.palmandcycadexchange.com/maerowitz_collection) (29 de junio): *C. hildae*, múltiples tallos, tamaño desde 2 pulgadas hasta plantas de tallo múltiple, denominadas "monstruosas" (monster clump size), a un valor de $ 10.00 USD por pulgada de diámetro del tronco. Se anunciaron también híbridos de *C. hildae* (padre) cruza con *C. plumosa* (madre), *C. hildae* (padre) por *C. zaragozae* (madre)*, y C. plumosa (padre) cruza con C. hildae (madre)*. Todos de tallos múltiples, ofrecidos a un precio de $ 18.00-19.00 USD por pulgada, en ejemplares de 4 a 5 pulgadas.
2. Rosenstock Collection

(https://www.palmandcycadexchange.com/rosenstock_collection). Mantuvo una oferta de remanentes, que se vendieron mediante cita. El grupo contenía 3 ejemplares de *C. hildae*, con un tamaño de tallo entre 4 a 10 pulgadas, ofertadas a un precio de $ 225.00 USD (Figura 24).

Última consulta: 6 de febrero, 2020.

Figura 24. Ejemplares sembrados en el suelo, ofrecidos en venta durante 2019, como remanentes de la colección Rosenstock (Valley Center, California). Nótese que no todos los foliolos son fasciculados). (Fotografía: https://www.palmandcycadexchange.com/rosenstock_collection).

Figura 25. Laurie y Keith Huber (Palm and Cycad Exchange). (Fotografía: https://www.palmandcycadexchange.com/about_us)

4. The Cycad Jungle.

   URL: http://cycadjungle.mysite.com/

Propietario/Contacto: Tom Broome
Dirección postal: P. O. Box 93624; Lakeland, Florida, USA, 33804
Teléfono: 863 984 2739
Correo electrónico: cycadjungl@aol.com
Oferta:
(A) Tiene anunciada *C. hildae* como plantas para paisajismo, en los siguientes tamaños y precios:
Macetas de 7 galones, 4 a 5 pulgadas de alto a un precio de $75.00 USD
Macetas de 10 a 15 galones, $ 125.00 USD
Macetas de 25 galones (multitallo) por $ 400.00 USD
Maceta de un galón por $ 17.00 USD
Plántulas a raíz desnuda, por $ 10.00 USD
Datos adicionales: Invernadero fundado en 1986, como un lugar para la producción de árboles y especies para el paisajismo ornamental. Dada la alta demanda de las cícadas, ha dado un giro a la producción exclusiva de estas plantas, de las cuales maneja actualmente 200 especies. Tiene un amplio contacto con productores del ramo, así como con jardines botánicos especializados en palmas y cícadas del sureste de los Estados Unidos; y especifica estar interesado en la propagación de esta especie. En el vivero polinizan manualmente a sus plantas y obtienen semillas de asegurada germinación, con revisión de embriones.
Ofrece también semillas de diversas Zamiaceae, pero no de *C. hildae*; sin embargo, menciona que en el más reciente año (probablemente 2019) la producción de semillas en Florida fue de 6,000 y se espera que alcance las 50,000 en años venideros. Considera que la palma bambú es una de las cícadas exóticas mejor adaptada y atractiva para las condiciones de su región (Florida). Establece también que no exporta semillas del Apéndice I, fuera de los Estados Unidos.
Última consulta: 10 de febrero, 2020.

5. Exclusive-Cycadas. Com.

URL: http://www.exclusive-cycads.com/index.php
Propietario: Peter Wisbar
Dirección: Hagebuttenweg 4, Steinfurth, Alemania, 61231
Aparentemente tiene una sucursal en Pretoria, Sudáfrica (Calles Phyllis y Veda, Montana Park)
Teléfono: 49 0 6032 83389
Correo electrónico: mail@rae-cycads.com
info@exclusivecycads.com
export@exclusivecycads.com
Oferta:
(A) Respecto a *C. hildae*, mantiene en anuncio las siguientes cuatro piezas:
1. Planta con una hoja (Figura 26), a un precio de € 24.90
2. Planta con 6 cm de cáudice y una hoja, precio € 89.90
3. Planta con 6 cm de cáudice y 4 hojas, € 99.90
4. Planta de 7 cm en el tallo, con cono masculino y sin hojas, € 99.00 (Figura 27).

(B) Anuncia 22 taxa en la categoría *Ceratozamia* (incluyendo híbridos como *Ceratozamia microstrobila X C. hildae,* sin existencias de esta cruza en el momento de la consulta).
Última consulta: 13 de febrero, 2020.

Figura 26. Plántula con una hoja ofertada en línea por Exclusive-Cycads.com (Fotografía: http://www.exclusive-cycads.com/product_info.php?products_id=786)

Figura 27. Cáudice de *C. hildae* con estróbilo masculino, anunciado en Exclusive-Cycad.com. (Fotografía: http://www.exclusive-cycads.com/product_info.php?products_id=1187)

6. Palms for Brisbane.
   URL (Homepage): http://www.palmsforbrisbane.com.au/Default.aspx
   URL (Asociada): www.tropiscapes.com.au
   URL (Catálogo de plantas): http://www.palmsforbrisbane.com.au/Plants/Category_2.aspx

Propietario/Contacto: Greg Smith (Director General) y Carlien Le Lacheur Smith (Gerente de Oficina); Ben Smith (Ventas), Kerry Devoy (Consultoría)
Dirección: 451 Lytton Rd., Morningside, Queensland, Australia, 4170
Teléfonos: (07) 55 40 7412; Celular: 0403690072
Correo electrónico: Ventas: ben@tropiscapes.com.au Consultas: kerry@tropiscapes.com.au
Oferta:
(A) *C. hildae*, con dimensiones de 200 mm, a un precio de $ 49.50 USD
Datos adicionales: Fundado en 1998, este vivero es un negocio familiar que primero se dedicó a la venta al menudeo, pero más recientemente se dedica al paisajismo de gran escala, diseño de jardines y consultorías, con el nombre de Tropiscapes. No atiende ventas en línea.
Pertenece a The Palm and Cycad Societies of Australia (PACSOA), indicando el siguiente URL como un sitio a donde el lector puede acudir para obtener información acerca de *C. hildae.* http://www.pacsoa.org.au/w/index.php?title=Ceratozamia_hildae.
Última consulta: 10 de febrero, 2020.

ii. Viveros que en el pasado han ofrecido venta de *C. hildae*, y/o que actualmente ofrecen especies de Zamiaceae

7. Albert and Merkel Bros. Inc.

URL (Información histórica): https://www.palmbeachpost.com/2013/05/02/giant-orchid-nursery-thrived-in-boynton-beach/
URL (Información general): https://www.manta.com/c/mb0slgc/alberts-merkel-bros-inc
Propietario/Contacto: Jean y Norman Merkel
Dirección: 2414 Sw 1st. Street, Boyton Beach, Florida, USA, 33435
Dirección postal: 11580 Hagen Ranch Road, Boyton, Florida, USA, 33437
Teléfono: 561 737 6864; 561 732 2071
Datos adicionales: Este vivero funcionó desde 1936 al 2005 y se distinguió por su importante producción de orquídeas y plantas tropicales, y su amplio éxito comercial.
Norman Merkel murió en 1990 y Jean Merkel, en 2005. Martha Banting actuó como CEO de la empresa hasta el 2005, año en el que el invernadero cerró por las condiciones económicas prevalecientes, que se vieron agravadas por los huracanes Frances, Jeanne (2004) y Wilma (2005). Se considera de interés al tratarse posiblemente de una de las empresas de propagación de plantas que reprodujo y distribuyó *C. hildae* y otras del mismo género.
Última consulta (a las páginas asequibles): 13 de febrero, 2020.

8. Botanic Wonders.

URL: https://www.botanicwonders.com/
Propietario/Contacto: Al Klein
Dirección: 1674 Lone Oak Road, California, USA, 92084
Teléfono: 760 519 9987
Correo electrónico: info@botanicwonders.com

Oferta: Este negocio de los Estados Unidos de Norteamérica está especializado en plantas raras y exóticas. Tiene 30 años de experiencia, con la dirección de Al Klein quien es horticultor de plantas ornamentales y paisajista. La lista de *Ceratozamia* refiere solamente *Ceratozamia robusta*.
Última consulta: 13 de febrero, 2020.

9. Jones Landscaping Nursery.

URL: http://cycadflorida.com/cycadflorida/Welcome.html
Dirección: 5301 SW 82nd Avenue, Davie, Florida, USA, 33328
Dirección Postal: 601 NE 11th. Street 416, Fort Lauderdale, Florida, USA 33304
Propietario/Contacto: Chip Jones
Teléfono: 954 296 2019
Correo electrónico: chipjones14@hotmail.com
Oferta: Este invernadero presenta fotografías (Figura 28) de *C. hildae* en su "Galería" (Cycad Gallery), aunque no es posible determinar si son producidas en el lugar. No ofrece lista de existencias, porque establece: "I don't publish an availability list because size and quantity available changes. Please email to enquire about your wish list"[4].
Última consulta: 6 de febrero, 2020.

Figura 28. *C. hildae* en la página del vivero Jones Landscaping Nursery. (Fotografía: http://cycadflorida.com/cycadflorida/hildae.html).

10. Jurassic Garden A & A Cycads.

URL: https://www.smgrowers.com/

[4] *"No publico una lista de existencias, porque el tamaño y la disponibilidad varían. Por favor escriba un correo electrónico consultando lo que desea".*

Propietario/Contacto: Maurice Levin y Juan Martínez
Dirección: No disponible
Teléfono: 818 655 0203
Correo electrónico: info@cycads.com; maurice@cycads.com
Datos adicionales: Este vivero operó en Long Beach, North Hollywood y Chatsworth, en la región de Los Ángeles, California; ahora está cerrado. Sin embargo, los propietarios siguen dando asesorías y ofrecen fungir de enlace entre clientes y proveedores de plantas de los Estados Unidos. La figura 29 muestra una planta de *C. hildae* inerme (sin los usuales aguijones cortos del raquis).
Última consulta: 10 de febrero, 2020.

Figura 29. Imagen de *C. hildae*, forma sin espinas. (Fotografía: http://www.cycadpalm.com/cehisp.html)

11. Plant Creations.

URL: https://www.plantcreations.com/
Propietario/Contacto: Stan Matthews
Dirección: 28301 SW 172 Avenue, Homestead, Florida, USA, 33030
Teléfono: 305 2488147
Fax: 305 2488151
Correo electrónico: natives@plantcreations.com
Datos adicionales: Es el único invernadero comercial en los Estados Unidos que es permisionario para la exportación, con la anuencia de su autoridad científica CITES, el U. S. Fish and Wildlife Service (Division of Scientific Authorithy). Produce y vende plantas para jardinería y paisajismo, tanto en el mercado interno de los Estados Unidos como en diversos países del mundo, atendiendo especialmente la zona del mar Caribe.

Durante esta investigación nunca se detectó la oferta de *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson en el índice de plantas a la venta de este negocio (solamente estuvo anunciada *Zamia pumila* L.).
Última consulta: 14 de febrero, 2020.

12. Plant Delights.

URL (Homepage): https://www.plantdelights.com/
URL (Juniper Level Botanic Gardens): http://www.jlbg.org/
Dirección: 9241 Sauls Rd., Raleigh, North Carolina, USA, 27603
Propietario/Contacto: Tony y Anita Avent
Teléfono: 1 919-772-4794
Datos adicionales: Vivero establecido en 1988, que cuenta con su propio jardín botánico. Tiene un catálogo muy vasto de plantas ornamentales. Su página cuenta con una sección histórica, llamada Encyclopedia of Perennial Plants, donde registra plantas que han vendido en el pasado(https://www.plantdelights.com/collections/perennial-encyclopedia?page=22); en esa sección no se encuentra a ninguna especie del género *Ceratozamia.* Han vendido plantas relacionadas, como *Dioon edule*, *Dioon merolae*, *Zamia floridana*,y *Zamia pumila*.
Última consulta: 3 de agosto de 2020.

13. Redland Nursery.

URL: http://www.redlandnursery.com/
Dirección: 18455 SW 264 St. Homestead, Florida, USA 33031
Propietario/Contacto: No disponible
Teléfono: (305) 248-5109
Oferta: El vivero ofrece una especie de *Ceratozamia*, *C. latifolia*, cuyo costo es de 20 USD por pulgada de longitud del tallo. Además de esta, ofrece especies de *Dioon, Encephalartos* y *Zamia*.
Última consulta: 3 de agosto de 2020.

14. San Marcos Growers.

URL: https://www.smgrowers.com/
Propietario/Contacto: Randy Baldwin (Administrador general y presidente)
Dirección: 125 South San Marcos Road, Santa Bárbara, California, USA, 93111
Dirección postal: P. O. Box 6827, Santa Bárbara, California, USA, 93165
Teléfono: 805 683 1561
Fax: 805 964 1329
Correo electrónico: No disponible; la página cuenta con casilleros específicos para requerir información, plantas o comunicación con los directivos o el personal técnico.
Oferta: La página hace referencia a *C. hildae*, pero actualmente no está a la venta.
Datos adicionales: Fundado en 1979, este negocio produce una amplia variedad de plantas, orientadas a los jardines de California. Declaran haber estado en el hábitat de la especie (Aquismón, San Luis Potosí) y mantener plantas en su vivero, provenientes de semilla comprada a Seed Co.

15. EuroCycas.

URL (Facebook): https://www.facebook.com/Eurocycas-118609111562756/
URL (Czech Cycad (European Cycads Sellers):
http://www.cykasy.cz/English/Cycad_Sellers_in_Europe.html
URL: https://branchenbuch.meinestadt.de/forst-lausitz/company/10022960
URL (eBay): https://www.ebay.co.uk/usr/eurocycas?_trksid=p2047675.l2559
Propietario/Contacto: Dieter Schneeweiss
Dirección: Forster Str. 15, 03149 Forst (Lausitz), Alemania
Teléfono: 49 03562 663431
Oferta: Las páginas mencionadas no ofrecen datos; fueron consultadas varias veces a lo largo de este estudio.
Última consulta: 7 de agosto, 2020.

16. Rare Palm Seeds.

URL: https://www.rarepalmseeds.com/#cycads
Propietario/Contacto: Tobias W. Spanner
Dirección: Am Schnepfenweg 57, Muenchen, Alemania, 80995
Teléfono: +49 89 1577902
Correo electrónico: mail@rarepalmseeds.com
Oferta: Es uno de los proveedores más notables de semillas de plantas raras y exóticas de Europa. Exporta a 180 países de todo el mundo, en términos de menudeo y mayoreo (desde 2 hasta 100,000 semillas). Presenta una lista de 7469 especies a disposición de sus clientes (4147 disponibles al momento de la consulta para este trabajo). En la lista no se encuentra oferta de plantas o semillas de *C. hildae*, aunque sí de otras cícadas (*Cycas, Dioon, Lepidozamia, Macrozamia, Zamia*).
Última consulta: 13 de febrero, 2020.

17. Thrinax.

URL: http://www.palms.de/shop/index.php?s=3
Propietario/Contacto: Jörg Schumann
Dirección: Buchenalle 54, 16341 Panketal (alrededores de Berlín)
Dirección del invernadero: Trifweg 19a, Birkenwerder, Alemania, 16547
Teléfono: 030 94 51 94 52; Celular: 0177 48 044 76
Oferta: El vivero está especializado en palmas y cícadas. Su lista de especies, en el período consultado (septiembre 2019 a febrero, 2020,) no incluye *C. hildae*, pero sí anuncia *Cycas, Dioon, Macrozamia* y *Zamia*. Al igual que otros viveros del mundo, ofrece *Dioon edule* de Querétaro, describiéndolo con hojas de color gris azulado. Sostiene tener las cícadas más raras del mundo, incluyendo a algunas que no han sido descritas por la ciencia. Ofrece también semillas variadas, aunque no de *C. hildae*.
Datos adicionales: El vivero fue fundado en 1996. Opera principalmente en Alemania, tiene clientes en 93 países y está señalado como uno de los principales proveedores de cícadas europeos (European Cycads Sellers, página electrónica Czech Cycad).
Última consulta: 13 de febrero, 2020.

18. A l'ombre des figuiers.

URL: https://www.achat-vente-palmiers.com/en/
Propietario/Contacto: Gilles Marc (Publishing Director); Caroline Legendre (Site Manager).
Dirección: SARL a l'ombre des figuiers, Kergoleg, Combrit, Francia. 29120
Dirección postal: ZA de Bel Air, Pluguffan, Francia. 29700
Teléfonos: + 336 682 93 69 14; + 33 686 79 9348
Correo electrónico: contact@alombredesfiguiers.com
Oferta: La página web de este vivero fue consultada constantemente durante 6 meses y no fue detectada disponibilidad de *C. hildae*. Mediante mensaje escrito confirmaron que no manejan dicha especie.
Datos adicionales: Centro productor de plantas, ubicado en Bretaña, considerado uno de los principales proveedores de flora exótica y plantas raras, para Francia y el resto de Europa. Maneja diversas especies de cícadas y se le refiere como potencial proveedor de la especie en estudio, en el sitio de internet Czech Cycad (European Cycads Sellers): http://www.cykasy.cz/English/Cycad_Sellers_in_Europe.html
Última consulta: 12 de febrero, 2020.

19. Minor Garden Plants.

URL: http://www.minorgarden.com/index.htm
Propietario/Contacto: Jan Methorst
Dirección: 72 Church Street, Newquay Cornwall TR7 3EY, Reino Unido
Correo electrónico: jan.methorst@btinternet.com
Oferta: Está destacado entre los proveedores europeos de cícadas; sin embargo, se orienta principalmente a *Encephalartos*. Ofrece también semillas. No ofrece *C. hildae*.
Datos adicionales: Se trata de un vivero familiar, fundado en 1992.
Última consulta: 13 de febrero, 2020.

20. The Palm Centre.

URL: https://www.palmcentre.co.uk/
Propietario/Contacto: Dato no disponible
Dirección: Ham Central Nursery, Ham Street Richmond, TW10 7HA, Reino Unido
Teléfono: 0208 2556191
Correo electrónico: website@palmcentre.co.uk
Oferta: A pesar de estar referido como proveedor de cícadas en este momento solamente ofrece *Cycas revoluta*.
Datos adicionales: Vivero inglés, fundado en 1989 por Martin Gibbons. Está referido como un amplio proveedor de plantas raras y populares en Inglaterra.
Última consulta: 12 de febrero, 2020.

21. Treebrown Nurseries.

URL: https://www.trebrown.com/
Propietario/Contacto: Dato no disponible
Dirección: Treebrown Farm, Horningtops; Liskeard, Cornwall, PL14 3 PU, Reino Unido

Teléfono: (44) (0) 1503 240 170
Correo electrónico: info@trebrown.com
Oferta: No presenta oferta de material biológico o germoplasma de *C. hildae*.
Datos adicionales: Compañía inglesa fundada en 1996, cuyo principal giro es la venta de semillas en 170 países del mundo, principalmente en el Reino Unido y la Comunidad Económica Europea. refiere información relativa a este organismo (Complete list of World's Cycads):
URL: https://www.trebrown.com/plant_info.php?species=Ceratozamia+hildae
Última consulta: 12 de febrero, 2020.

Figura 30. Fotografía de la cícada bambú que aparece en el Plant Families Data Base de la página electrónica del vivero inglés Treebrown. (Fotografía: https://www.trebrown.com/plant_info.php?species=Ceratozamia+hildae).

22. Cycad Gardens of Eudlo.

URL: http://www.cycadgardens.com.au/
Propietario/Contacto: Peter y Claire Heibloem
Dirección: 321 Ilkley Rd, Ilkley Queensland, 4554, Australia
Teléfono: (+61) 754450496
Correo electrónico: cycadman@bigpond.com
Oferta: Se trata de una vasta colección de cícadas con énfasis en el género *Encephalartos*. La oferta de plantas en venta incluye diversos géneros de Zamiaceae, aunque actualmente solo se compone de especies del género *Encephalartos*.

23. Cycad International.

URL: http://www.cycadinternational.com.au/
Propietario/Contacto: (Managing Director): Josef and Karen Perner

Dirección: 61 Morris Road, Katherine, Northern Territory, Australia, 0850
Teléfono: + 61 4 18 898 802
Correo electrónico: Información: info@cycadinternational.com.au
Ventas: sales@cycadinternational.com.au
Oferta: Compañía australiana con aprobación CITES para realizar exportaciones (reconocido por la Autoridad Científica CITES de Australia). Vende ejemplares cultivados, declarados y visiblemente de la mejor calidad. Los productos son tasados con un precio que depende del diámetro del caudex (tallo), la altura libre del tronco y del número de cabezas (troncos) presentes en un espécimen. Respecto al género *Ceratozamia* ofrece *Ceratozamia latifolia*, *Ceratozamia mexicana* y *Ceratozamia robusta*. No anuncia ni vende la cícada bambú, *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson. Última consulta: 10 de febrero, 2020.

24. Plantation 2000.

URL: http://www.plantation2000.com.au/cycads.html#Top
Propietario/Contacto: Dato no disponible
Dirección: 281 Buckley Rd. Burpengary, Queensland 4551 Australia
Teléfono: 07 5498 6868
Oferta: el vivero tiene disponible un grupo de especies de Zamiaceae, de los géneros *Cycas, Dioon, Encephalartos* y *Zamia*. No existe oferta de *C. hildae*.

25. Tropical Coast Palms

URL: https://tropicalcoastpalms.com/
Propietario/Contacto: Dato no disponible
Dirección: 47 Stitt St, Mighell Queensland, 486, Australia
Teléfono: 74-061-2909
Correo electrónico: tropicalcoastpalm@bigpond.com
Oferta: Este vivero ofrece servicios de paisajismo y venta de plantas en Oceanía y el Sureste de Asia. No cuenta con una lista de especies a la venta; solamente menciona que maneja "palmas exóticas, plantas y cícadas".

iii. Sitios de interés dada la información que contienen sobre comercialización de *C. hildae* o Zamiaceae

26. Agaveville, Xeric Plant Enthusiast Forum.

URL: https://www.agaveville.org/
Cycad Talk: https://www.agaveville.org/viewforum.php?f=40
Cycad Gallery: https://www.agaveville.org/viewforum.php?f=42
Administrador: (Forum Moderator): Geoff (adherido desde el 18 de diciembre, 2008, 5244 posts)
Domicilio: Acton, California, USA, 93510
Datos adicionales: Foro de discusión de plantas suculentas, que no ofrece venta de ejemplares. En su "Galería de Cícadas" presenta las series:

1. *C. hildae* (por Geoff, 18 de marzo, 2014; 29 de julio, 2014), consistente en 11 imágenes de diversas fuentes que muestran plantas y conos masculinos y femeninos de la especie.

2. *C. hildae monstrose* (por Geoff, 18 de marzo, 2014), consistente en muestras de los foliolos dobles (fusionados) de una hoja de esta especie, a la que denomina monstruosa (Figuras 31 y 32). Última consulta: 10 de febrero, 2020.

Figura 31. Cono femenino de *C. hildae* en una entrada de la Galería de Cícadas del Xeric Plant Enthusiast Forum. (Fotografía: https://www.agaveville.org/viewtopic.php?f=42&t=1550&sid=235fcdc4098c6da818ce884d95f23a3e)

Figura 32. Hoja de *C. hildae* monstruosa (sic) presentada en el foro Agaveville. (Fotografía: https://www.agaveville.org/viewtopic.php?f=42&t=1550&sid=235fcdc4098c6da818ce884d95f23a3e)

27. Gardening in the Coastal Southeast.

URL: https://southeastgarden.com/index.html

Administrador de la página: Charles Hubbuch (University of North Florida, retirado en 2019).

Correo electrónico: thegardener@southeastgarden.com

Datos adicionales: Se trata de una página de jardinería que no ofrece plantas en venta. Contiene descripciones de diferentes especies apropiadas para el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA zones 8 and 9). Respecto a la *C. hildae* (cícada bamboo) (Figura 33), escribe: "Se trata de una planta perenne de tronco subterráneo. Forma grupos densos con la edad. Las hojas son erectas, con foliolos agrupados en clusters. Los tallos son espinosos. Las hojas, muy características, pueden crecer hasta seis pies de alto. Se debe cultivar esta planta bajo sombra parcial, en suelos bien drenados. En la zona norte 9ª, sería mejor plantarla en un sitio protegido. Algunos reportes señalan que la planta puede sobrevivir temperaturas en el rango de los 10°F. Las plantas se comercializan raramente en viveros, pero pueden encontrarse en catálogos especializados. Se propaga por semillas. Un espécimen maduro del Zoo de Jacksonville ha sobrevivido durante varios inviernos con temperaturas por encima de los 10°F sin daño foliar. Pueden verse plantas maduras en el Jardín Botánico Kanahapa, de Gainesville, Florida"[5].

Última consulta: 7 de febrero, 2020.

[5] Original: *"This is an evergreen plant with a subterranean trunk. It forms a dense clump with age. The leaves are upright with clustered leaflets. The leaf stalks are spiny. These distinctive leaves can grow to about six feet tall. Grow this plant in part shade in a well-drained soil. In the north of zone 9a, it might be best to plant it in a protected site. Some reports say that this plant will survive brief temperatures in the mid- to lower tens F. Plants are rare in the nursery trade but may be found in specialty catalogs. Propagation is by seed. A mature specimen at the Jacksonville Zoo has survived several winters with temperatures in the upper teens F without leaf damage. Mature plants may be seen at Kanapaha Botanical Garden, Gainesville, Florida".*

Figura 33. Ejemplar de *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson creciendo en la Universidad del Sur de Florida. (Fotografía: https://southeastgarden.com/ceratozamia.html).

28. Evolution of Plants.

URL: http://www.evolutionofplants.org/

Dirección: California Academy of Science, 55 Music Concourse Drive, Golden Gate Park, San Francisco, California, USA. 94118

Administrador (Churchill ABRS Fellowship Blog): Nathalie S. Nagalingum

URL: http://www.evolutionofplants.org/churchill-abrs-fellowship-blog

Correo electrónico: nnagalingumq@calacademy.org

Datos adicionales: El blog presenta información de la Colección Nacional de Cycadas (*sic*) del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero (INECOL), obtenida por Nathalie S. Nagalingum, durante una visita académica realizada el 30 de agosto del 2013. No existe oferta de plantas. La figura 34 muestra un acercamiento a los foliolos de *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson, donde la autora aprovecha para señalar que la cícada bambú está en riesgo de extinción por la destrucción de su hábitat y por la sobrecolecta que se ha realizado para usar la planta con fines ornamentales. Se incluye esta referencia para destacar los comentarios de la autora que, habiendo viajado por el mundo para estudiar a las Zamiaceae, reconoce el trabajo del Dr. Andrew Vovides y colaboradores, en la colección mantenida en Xalapa, Veracruz.

Última consulta: 7 de febrero, 2020.

Figura 34. Acercamiento a los foliolos de un ejemplar en la colección del Jardín Botánico Clavijero, en Xalapa, Veracruz, México. (Fotografía: http://www.evolutionofplants.org/churchill-abrs-fellowship-blog/archives/08-2013).

29. CYCADfriends (Conservation through propagation).

URL: http://cycadfriends.co.za/site/

Oferta: El foro presenta un anuncio indicando: "We have one *C. hildae* for sale (7 de febrero, 2017)", recabado en consulta realizada el 17 de octubre, 2019.
Datos adicionales: Foro virtual sudafricano para productores y aficionados a las cícadas, cuenta con 3183 miembros. Tiene una base de datos con páginas de distintas especies de Zamiaceae, incluyendo una para *C. hildae*. Tiene una línea telefónica (0800 205 005) para reportar crímenes ambientales y denunciar el comercio ilegal de cicadáceas. Manifiesta serios problemas de enlace por lo que varias de sus páginas no son accesibles.
Última consulta: 6 de febrero, 2020.

Resultado de encuestas a los productores de *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson (Información proveída por viveristas)

Objetivo:

Conocer información detallada de los viveristas que producen *C. hildae* en el mundo, para determinar su apego a las leyes, capacidad y eficiencia para reproducir la planta, y para valorar la probidad general de dichos productores, manifestada por su apego a un código bioético acorde con la conservación de esta especie.

Metodología

1. A partir del listado de viveros y otros centros que anuncian la promoción o venta de *C. hildae*, o de especies relacionadas, se compiló un directorio de 17 sitios alrededor del mundo, que cuentan con correo electrónico.
2. Se desarrolló un cuestionario *ex profeso* (Cuadro 18) para sondear los puntos perseguidos.
3. Se les envió un mensaje explicativo con la invitación a contestar el cuestionario. Esto se remitió por correo electrónico a las direcciones expresadas en sus páginas electrónicas y se les exhortó en dos ocasiones (24 de febrero y 16 de marzo, 2020).
4. A partir de las encuestas respondidas se realizó la síntesis que a continuación se presenta.
5. En México, la encuesta fue aplicada a dos viveros detectados por la CONABIO, ambos con registro de UMA y situados en los estados de San Luis Potosí y Veracruz. Dados los datos de contacto disponibles, les fueron enviados mensajes vía correo electrónico y correo postal, respectivamente. A la fecha de entrega de este informe, ninguno había enviado el formulario lleno de regreso.

Resultados

De los 17 envíos, se obtuvieron 4 respuestas explícitas.

1. Jones Landscaping Nursery/Cycad (Estados Unidos; propietario: Malcom Jones).
2. The Cycad Jungle (Estados Unidos; propietario: Thomas Broome).
3. A l'ombre des figuiers (Francia) informó simplemente que ellos no propagan esta cícada.
4. Rare Palm Seed (Alemania, propietario Tobías W. Spanner), afamado productor de semillas, se comunicó para enfatizar que alguna vez, hace muchos años, ofreció semilla de *C. hildae*, pero que no ha vuelto a exportar desde aquel entonces. Cuando se le preguntaron más detalles, no contestó más.

El perfil general de los dos viveros que respondieron detalladamente (Jones Landscaping Nursery/Cycad y The Cycad Jungle) (Anexos 3 y 4, respuestas viveristas internacionales) se sintetiza así:

1. Son empresas norteamericanas, al parecer instaladas desde hace tiempo, con tradición y conciencia del negocio en el que están involucrados.
2. Expresan que son viveros certificados en su país, donde en el ámbito nacional, la reproducción de la cícada bambú no está considerada como manejo de flora silvestre.
3. Aparentemente, su material biológico provino siempre de fuentes confiables, como otros viveros registrados o jardines botánicos. No parece haber implicado, al menos en este nivel, tráfico ilegal.
4. Reconocen la importancia de los controles establecidos por la CITES, aunque enfatizan que no comercian fuera de su circunscripción territorial nacional.
5. Sus métodos de propagación denotan dominio suficiente de las técnicas hortícolas con una eficiencia promedio que ellos mismos califican como buena. Sus prácticas incluyen el cuidado de las plantas madre con procedimientos de polinización manual para la producción de un máximo de semilla en las plantas femeninas. La germinación declarada, aunque no es muy alta, parece aceptable (50-60%) y la sobrevivencia de las plántulas es alta (95%).
6. A pesar de lo anterior la cantidad producida es de baja a media, con existencias en el orden de los cientos de miles de plantas de distintos tamaños, pero especialmente con preponderancia de las jóvenes, siendo los ejemplares de gran tamaño más bien escasos (con precios regularmente altos).
7. A nivel comercial, sostienen que ellos podrían satisfacer cualquier demanda que, con esta y otras muchas Zamiaceae del mundo, se presentase.
8. No obstante, también establecen claramente que la demanda de esta planta es limitada y que forma parte de un ciclo comercial en el que la especie, después de haber tenido un auge y pico de popularidad, está hoy día en declive. Aun con esto, establecen que *C. hildae* es una de sus plantas favoritas y reconocen su particular belleza y versatilidad hortícola en el universo de la flora de origen silvestre que se ha introducido a los mercados de Estados Unidos de Norteamérica y del mundo todo.
9. Ambos productores parecen ser ciudadanos probos que están en el negocio desde hace años y comprenden bien el vínculo entre la producción legal y la concomitante posibilidad de tener poblaciones sanas en el medio silvestre. Sus códigos de conducta son apropiados y se manifiestan dispuestos a colaborar con quien sea necesario en México para fortalecer la conservación *in situ* de la *C. hildae*.

Las encuestas realizadas (Anexos 3 y 4) fueron traducidas al español y se encuentran disponibles como referente accesorio para entender las capacidades de los productores del mundo para aprovechar sensatamente y sumar a la conservación integral de esta planta propia de la zona noreste del estado de Querétaro y sus regiones adyacentes en el estado de San Luis Potosí, México.

Cuadro 18. Cuestionario enviado a viveristas internacionales que anuncian *Ceratozamia hildae*.

GENERAL INFORMATION.	
Company name:	Owner:
Country:	Address:
Telephone:	E-mail:
Type of business (producer, wholesale, retail):	
Please indicate if you are propagating or selling *Ceratozamia hildae*. (a) Yes. (b) No.	
If the answer is yes, please tell us since when are you doing it?	
The following questions will allow us to weigh up the contribution of your company to the conservation of *Ceratozamia hildae*.	
A) PERMISSIONS AND LICENSES.	
I. Please mention which authorizations or permissions and/or licenses (domestic and international), does your business have to reproduce and/or commercialize wild flora species? a) We have the following permissions: b) We do not have any permission.	
II Do you have documents that endorse the legal origin of your stock plants? Please carefully mention all of them. a) Yes. b) No.	
B) TECHNICAL CAPABILITIES FOR WILD PLANTS PROPAGATION.	
III. Do you consider that your production area has sufficient technical capabilities to reproduce *Ceratozamia hildae* with efficiency? a) Yes. b) No.	
Please answer the following (All questions are related to *Ceratozamia hildae*): a) Briefly describe your propagation method b) What kind of propagule do you employ? Is it easily available? From where do you get it? c) Which is the germination (or rooting) percentage? d) Which is the rate of growth (cm/year); e) Which is the average survival percentage in your propagation system?	
C) BUSINESS PERFORMANCE AND COMPETITIVENESS.	
IV Do you consider that your *Ceratozamia hildae* supply is enough in relation with your demand (local and international)? Answer yes or not to the question, and please explain. a) Yes. b) No.	
Do you consider that your sale prices are competitive? Please answer yes or not, and explain. a) Yes. b) No.	
Please clearly state: a) How many plants do you have in your inventory? b) What are their sizes? c) How do your business prices of the plants in relation to their size? d) How many plants are you able to produce annually? e) Have you ever sold any wild plant of this species?	
D) CODE OF CONDUCT.	
V. Does your business observe an established ethical code that includes restrictions for the handling of illegally acquired wild flora? Please describe it. a) Yes. b) No.	
If you wish to add any comment or state any other issue, please feel free to do so. On behalf of our sponsor, the Mexican Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), we thank you!	

Capítulo 6. Panorama institucional en México

Objetivo

Investigar la información que las autoridades mexicanas responsables de la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la flora silvestre, tienen en sus registros de trámite, o históricos, respecto a *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson, para complementar el panorama de apropiación, transformación y uso de la especie.

Metodología

Se enviaron oficios y/o correos electrónicos simples a las siguientes instancias gubernamentales con atribuciones sobre la especie, para que proporcionaran datos o conocimiento procesado acerca de *C. hildae.*

I. Dirección General de Vida Silvestre (DGVS), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dra. María de los Ángeles Palma Irizarry. Solicitada el 7 de octubre de 2019, mediante oficio electrónico. La información solicitada fue la siguiente:
   i. Unidades que aprovechan esta especie (UMA/PIMVS), incluyendo: nombre, responsable, período de operación y datos de contacto.
   ii. Registros históricos que obren en los expedientes de 1960 a 2019.
   iii. Inventario actualizado de las UMA/PIMVS vigentes, refiriendo, en su caso, plantas madre y reproducidas.
   iv. Mencionar posibles aprovechamientos directos en las poblaciones naturales.
   v. Información o conocimiento procesado, relacionado con el uso, manejo, conservación y acciones de reparto justo y equitativo, correspondientes a esta especie.
   vi. Consideraciones generales relacionadas con posibles riesgos y amenazas incidentes sobre esta especie.

II. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dra. Blanca Alicia Mendoza Vera, solicitado mediante oficio electrónico, el 21 de octubre de 2019. La información solicitada fue la siguiente:
   i. Registros vinculados con el tráfico, legal e ilegal de esta especie.
   ii. Acciones de inspección, vigilancia o sanciones aplicadas para su protección.
   iii. Recomendaciones o consejos que ayuden a cumplir con los objetivos de la investigación.

III. Centro Nacional de Recursos Genéticos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Dr. Ramón Ignacio Arteaga Garibay, fechada el 7 de octubre de 2019. La información solicitada consistía en:
   i. Ingresos (accesiones) de esta especie en el Centro Nacional de Recursos Genéticos, incluyendo resguardos en forma de semilla, tejidos, meristemos u otro material biológico o genético preservado.
   ii. Método de preservación y medidas de seguridad de los procesos, indicando el tiempo promedio de viabilidad de los propágulos conservados.
   iii. Solicitudes de acceso al material y, en su caso, datos y propósito del solicitante.
   iv. Interés en recibir material para su preservación, incrementación y redistribución con fines ecológicos, económicos y sociales.

IV. Representación Querétaro de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Biol. Claudia Soledad Nicolás Garibay, Jefa del Departamento de Vida Silvestre; solicitud hecha el 30 de enero de 2020. Se solicitó de manera económica información relativa a dichos modos de apropiación de la especie, con la finalidad de descartar algún posible aprovechamiento o acción de manejo y/o conservación específica para la entidad.

V. Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda Queretana, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Biol. Miguel Ángel Cuéllar Colín, director de la Reserva. La solicitud fue presentada por vía telefónica y posteriormente refrendada mediante un correo electrónico, el 7 de agosto de 2019. Se le inquirió acerca de cualquier acción o actividad relacionada con *C. hildae*.

VI. Grupo Ecológico Sierra Gorda, I. A. P. Roberto Pedraza Ruiz, jefe del Programa de Tierras para la Conservación. Se consultó la presencia de la especie en los predios administrados por el Grupo.

Resultados:

I. Dirección General de Vida Silvestre (DGVS). Tras una espera de 3 meses en la que no se obtuvo respuesta, se pidió (6 de enero, 2020) a la M. en C. Paola Mosig Reidl (Coordinadora de la Autoridad Científica CITES) que interviniera, solicitando la información directamente a la autoridad federal de la Dirección General de Vida Silvestre. Al mes de diciembre de 2020, seguimos sin respuesta.

II. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Se recibió respuesta el 25 de octubre de 2019, mediante oficio/ expediente (PFPA/4.3/4S.3/028/2019; PFPA/4.3/4S.3/00007-19) firmado por el M. V. Z. Martín Vargas Prieto, de la Subprocuraduría de Recursos Naturales (Dirección General de Inspección y Vigilancia de Vida Silvestre, Recursos Marinos, Ecosistemas Costeros). La respuesta dice: "*Me permito informarle después de una búsqueda exhaustiva en los archivos físicos, electrónicos y base de datos que obran en esta Dirección General, que no se encontró información respecto a la especie* Ceratozamia hilade (sic)".

III. Centro Nacional de Recursos Genéticos. La solicitud fue ratificada ante la Dra. Esmeralda Judith Cruz Gutiérrez (Laboratorio Agrícola Forestal, Sección Cultivo *In vitro*) y Dr. Juan Manuel Pichardo González (Laboratorio Agrícola Forestal, Sección Semillas Ortodoxas); a la fecha (diciembre de 2020) no ha habido respuesta.

IV. Representación Querétaro de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Bióloga Claudia Nicolás contestó, en un correo electrónico del 30 de enero 2020: "*Respecto a la solicitud de información que refiere para la especie* C. hildae*, me permito informar a Usted que, en esta oficina de representación federal de la SEMARNAT en Querétaro, no se tiene registro de la especie para el manejo, conservación ni aprovechamiento sustentable*".

V. Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda Queretana. El Biol. Miguel Ángel Cuéllar Colín, declaró en una llamada telefónica del 7 de agosto de 2019, desconocer la presencia de la planta en el polígono de la reserva, su ubicación en alguna zona núcleo, ni ningún otro aspecto en el tema del saqueo o uso de cualquier tipo. Añadió que la situación en la Reserva es precaria y los pocos recursos disponibles se dedican a la atención de la plaga del descortezador (*Dendroctonus* sp.) y al control de muérdagos; que la sequía estaba causando estragos al secar la presa de Jalpan (sitio Ramsar) y que la recuperación de los incendios forestales de mayo 2019 no acaba de darse.

VI. Grupo Ecológico Sierra Gorda, I. A. P. Roberto Pedraza Ruiz confirmó la presencia de *C. hildae* en diversos predios propiedad del grupo en el propio perímetro de la reserva.

Capítulo 7. Ordenación de la especie

Estatus en instrumentos de conservación en México y el mundo

Listados

C. hildae tiene los siguientes estatus dentro de los instrumentos de conservación:

1. Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010
2. Apéndice I de la CITES (Género *Ceratozamia*).
3. Amenazada (Endangered, EN) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Planes *in situ*

1. Del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) de México, *C. hildae* se encuentra registrada únicamente en la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda de Querétaro. Cabe mencionar que el Plan de Manejo de la Reserva de Sierra Gorda de Querétaro (SEMARNAP, 1999) es hoy en día obsoleto y no se han producido programas específicos para la atención de esta especie.
2. Únicamente existe un plan o instrumento específico de manejo que se le refiere (INE-SEMARNAP, 2000).
3. Se encuentra referida en dos Unidades de Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMA), cuyos pormenores de manejo se desconocen:
    a. El Palmillar-Xahualapa (SEMARNAT-UMA-IN-0140-SLP).
    b. Xochipilli (DGVS-UMA-IN-1750-VER/15).
4. No está referida en ningún Predio e Instalación de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (PIMVS).

Manejo de la especie

No existen casos de manejo para esta especie ni siquiera en términos de formas de manejo tradicional.

Reproducción artificial

A partir de la consulta con viveros internacionales (Apartado 7 de este informe), se obtuvieron los siguientes pormenores acerca del manejo de la especie para su propagación:

The Cycad Jungle (Tom Broome, EUA)

Propaga sexualmente, produciendo y germinando semillas. El porcentaje de germinación que obtiene se sitúa entre 50 y 60%, mientras que la sobrevivencia por lote germinado está alrededor del 95%.

Las plantas cultivadas crecen una pulgada (2.54 cm) por año, hasta alcanzar 6 pulgadas (15.24 cm), lo cual es el máximo diámetro que una planta de esta especie puede lograr.

Este vivero descarta el uso de cualquier otro método de propagación asexual por su inviabilidad o ineficiencia.

Jones Landscaping Nursery (Malcolm Jones, EUA)

Durante la primavera, se obtienen semillas a partir de polinización manual, a razón de 30 a 70 por cono. Cuando las semillas tienen 6 meses de madurez, se germinan en un medio estéril. Se estima la viabilidad de las semillas en 60%, la germinación por lote en 60%, y la sobrevivencia por lote germinado, en 95%. Las plantas madre se mantienen en contenedores de 25 galones.

No se emplea la propagación asexual.

Capítulo 8. Conservación de la especie

Conservación en jardines botánicos del mundo y de México

Objetivo

Determinar los jardines botánicos de México y del mundo que mantienen ejemplares de *C. hildae* en sus colecciones, reuniendo en su caso información complementaria útil para la conservación de esta Zamiaceae.

Metodología

1. Se realizó una consulta al banco de información "PlantSearch"[6] de Botanic Gardens Conservation International (BGCI), para conocer el número de jardines botánicos que han declarado mantener en sus colecciones algún espécimen de *C. hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson.
2. Mediante la propia plataforma de PlantSearch, se solicitó a dichos jardines botánicos que compartieran la siguiente información de sus registros:
    i. Nombre de la institución.
    ii. Número de ingresos (accesiones) y/o número de ejemplares conservados *ex situ*.
    iii. Origen del material.
    iv. Existencia de procesos de propagación.
    v. Comentarios.

Resultados

Las respuestas fueron pocas y heterogéneas, pese a haber incluso entablado correspondencia con algunas de las instituciones que contestaron.

I. Información extraída de la consulta a base de datos PlantSearch (BGCI)

Nombre de la planta: *Ceratozamia hildae*.
Estatus del nombre: Aceptado.
IUCN Red List: Endangered.
IUCN Red List 1997: Endangered.
CITES Appendix: I.
Número de sitios *ex situ* en el mundo: 51.
URL:
https://tools.bgci.org/plant_search.php?action=Find&lang=eng&ftrGenus=Ceratozamia&ftrSpecies=hildae&ftrEpithet=&ftrRedList=&ftrCWR=&ftrRedList1997=&x=32&y=9#results

[6] Esta base de datos contiene 1, 474,893 registros, representando 581,477 *taxa,* resguardados en 1,153 instituciones (jardines botánicos). BGCI no proporciona directamente la información de los jardines botánicos en los que se mantiene la especie; este es un acto voluntario de aquellos registrados en PlantSearch.

II. Información obtenida de jardines botánicos específicos, en México y el mundo

La consulta a PlantSearch permitió establecer comunicación con los siguientes 13 jardines botánicos: 4 en México, 4 en Estados Unidos, 1 en Canadá y 4 en el Reino Unido (Cuadro 19):

Cuadro 19. Jardines Botánicos de México y el mundo que facilitaron datos de conservación *ex situ* de *C. hildae*.

	i. México
1	Jardín Botánico Culiacán
2	Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero. Instituto de Ecología, A. C.
3	Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)
4	Jardín Botánico Roger Orellana (CICY)
	ii. Estados Unidos
5	Edison and Ford Winter Estates Homes, Gardens, Museum and Laboratory.
6	Montgomery Botanical Center
7	San Diego Botanic Garden
8	University of Connecticut
	iii. Canadá
9	Jardin Botanique de Montréal, Espace pur la vie
	iv. Reino Unido
10	Royal Botanic Gardens, Kew
11	Paignton Zoo Environmental Park
12	Royal Botanic Garden Edinburgh
13	Glasgow City Council Botanic Gardens

Los pormenores brindados por cada jardín botánico se presentan a continuación, en el mismo orden del cuadro.

i. Jardines Botánicos en México.

1. Jardín Botánico de Culiacán.

Ubicación: Calzada de las Américas 2131, Burócrata, 80030. Culiacán Rosales, Sinaloa.

Contacto: Luis Fernando Colín Nolasco, responsable del área de documentación (fcolin@botanicoculiacan.org).

Teléfono: 667 7150036.

Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Su base de datos registra siete individuos de *C. hildae*, cada uno con un número de accesión diferente" (0-3808*A, 0-3932*A, 0-6782*A, 0-6780*A, 0-3787*A, 0-3717*A, 0-3807*A). Carecen de datos acerca de su origen; estos ejemplares formaron parte de lo que fue la colección del Ing. Carlos Murillo Depraect, fundador de este jardín botánico.

ii. No reproducen la especie.

iii. No han hecho depósitos en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) o algún otro reservorio de propágulos.

2. Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero. Instituto de Ecología, A. C.

Ubicación: Carretera antigua a Coatepec 351, Colonia el Haya, 91070, Xalapa, Veracruz

Contacto: Víctor Elías Luna Monterrojo (victor.luna@inecol.mx)

Telefóno: 228 8421800
URL: www.inecol.mx
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae*:

i. Cuenta con 83 ejemplares, 20 colectados en campo en 4 localidades.
ii. Cuenta con 63 plantas propagadas.
iii. No realiza depósitos en bancos de germoplasma.

3. Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Ubicación: Avenida San Claudio sin número, Ciudad Universitaria, 72570, Puebla, Puebla
Contacto: Allen Coombes, curador y taxónomo (allen.coombes@hotmail.com)
Teléfono: 222 229 5500
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Cuenta con 5 ejemplares, provenientes de una donación del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero (INECOL, Xalapa, Veracruz).
ii. No reproducen la especie.
iii. No han hecho depósitos de germoplasma en banco alguno.

4. Jardín Botánico Roger Orellana.

Ubicación: Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)
Calle 43 130, Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán
Contacto: Lilia Emma Carillo Sánchez, Responsable de colecciones (coloppy@cicy.mx)
Teléfono: 999 9428330 ext. 452
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Mantienen una accesión con un individuo (número de acceso 1988.036), que procede del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), de un decomiso hecho en 1986. La planta está en la colección del jardín didáctico, en el área "Plantas del pasado".
ii. No reproducen la especie.
iii. No han hecho depósitos en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG).

ii. Jardines Botánicos en Estados Unidos.

5. Edison and Ford Winter Estates Homes, Gardens, Museum and Laboratory.

Ubicación: 2350 McGregor Blvd. Fort Myers, Florida, USA, 33901
Contacto: Britta Soderquist, Plant (bsoderq@edisonford.org)
Teléfono: 239 334 7419
URL: www.edisonfordwinterestates.org
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. La colección incluye un solo ejemplar de la especie. No cuentan información acerca de su origen.

6. Montgomery Botanical Center.

Ubicación: 11901 Old Cutler Road, Coral Gables, Florida 33156-4242

Contacto: Joanna M. Tucker Lima, Ph. D. Living Collections Manager (joannat@montgomerybotanical.org)
URL (botanical center): https://www.montgomerybotanical.org/
Teléfono: 305 667 3800 ext. 102
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

ii. Mantienen 18 plantas de la especie.

Información adicional (Correos electrónicos de otros funcionarios de la institución):

iii. Michel Calonje, biólogo de la institución, especialista en cícadas. - Desde su punto de vista, la especie es relativamente común en condiciones de cultivo en los invernaderos del mundo (*sic*); y proporcionó la referencia de Tom Broome, propagador privado (http://cycadjungle.mysite.com/) como alguien que realizaba polinización manual y distribuía semillas en grandes cantidades. Mencionó también un informe global que hace un recuento del número de cícadas, referidas en la CITES, exportadas (Review of Significant Trade, Cycads, November, 2003; PC14 Doc. 9.2.2 Annex I), que lamentablemente es genérico y no puntualiza cuántas plantas de *C. hildae* se exportaban. Sostuvo también que el comercio actual implica principalmente plantas hortícolas, y no afecta a las poblaciones naturales.

iv. Dr. Patrick Griffith, Director Ejecutivo del Montgomery Botanical Center. – Manifestó su disposición para fortalecer la conservación *in situ* de este taxón, en sus poblaciones silvestres.

7. San Diego Botanic Garden.

Ubicación: 230 Quail Gardens Drive, Encinitas, California, USA, 92014
Contacto: Jeremy Bugarchich, Curator jbugarchich@sdbgarden.org
Teléfono: +1 760 436 3036
Datos acerca de la conservación *ex situ* de *C. hildae*:

i. Cuenta con 6 especímenes, de los cuales solamente uno se encuentra exhibido en las zonas paisajísticas; los restantes están sembrados en macetas en un área separada de invernadero. Uno proviene del Montgomery Botanical Center en Florida, con progenitores conservados ahí mismo, y fue designado con la accesión 2018.0260P. Los otros 5 individuos son donaciones de particulares.

ii. Algunas de sus plantas han producido cono, pero no mantienen un sistema de marcado de los sexos y no polinizan sus plantas.

iii. Recientemente recibieron 200 semillas de John Allen, aficionado que sí efectúa la polinización rutinariamente en su grupo de plantas adquiridas en el vivero Montecitos, California, hace 20 años.

iv. Se manifestó dispuesto a proporcionar más información, y en una segunda comunicación, remitió información adicional de las 6 plantas preservadas.

8. University of Connecticut.

Ubicación: Storrs, Connecticut, USA. 06269-3043
Department of Ecology and Evolutionary Biology, 75 North Eagleville Rd, Unit 3043
Contacto: Clinton Morse, Living Plant Collection Manager (clinton.morse@unconn.edu)

URL: http://florawww.eeb.uconn.edu/
Teléfonos: 860 486 8941, 860 993 006
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Cuenta con un acceso (1 planta), recientemente adquirida (29 de marzo, 2019) como donación de un anterior miembro del cuerpo de estudiantes, Justine Lawrence. No cuentan con información adicional acerca del origen del espécimen. La información de dicho ejemplar puede consultarse en: http://florawww.eeb.uconn.edu/201900034.html

iii. Jardines Botánicos en Canadá.

9. Jardin botanique de Montréal, Espace pur la vie.

Ubicación: 4101, rue Sherbrooke Est, Montréal, QC H1X2B2
Contacto: Stéphane M. Bailleul, Botaniste (stephane_bailleul@ville.montreal.qc.ca)
Division recherché et développement scientifique
Teléfono: 514 872 1438
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Cuenta con el registro (accesión) 1805-1967 *C. hildae*, ingresada como planta en el año 1967, proveniente del vivero Albert & Merckel Bros. Inc., Boynton Beach, Florida, USA. Este vivero cerró en los años 2005-2006. La planta ha sido sexada como un ejemplar macho.

iii. Jardines Botánicos en el Reino Unido.

10. Royal Botanic Gardens, Kew.

Ubicación: Richmond TW9 3AB (Kew, Richmond upon Thames)
Contacto: La información de este importante jardín botánico se obtuvo directamente de la página electrónica de la institución, dado que nadie respondió a la solicitud vía la plataforma PlantSearch.
URL:
http://epic.kew.org/searchepic/detailquery.do?requiredPage=1&scientificName=Ceratozamia+hildae&datasources=herbcat&datasources=ecbot&datasources=livcoll&categories=colln&detailDatasource=livcoll
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Se trata de 6 plantas en la colección viva catalogadas con los siguientes números de acceso (más datos complementarios):

1978-1827 *Ceratozamia hildae* G. P .Landry & M.C. Wilson ( ) Fully verified Collected by: BEYE 210 Kew (Glasshouses).

1969-3703 *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M.C. Wilson ( ) Donated by: BIRD Kew (Glasshouses).

1969-3704 *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M.C. Wilson ( ) Partially verified Donated by: BIRD Kew (Glasshouses).

1995-2378 *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M.C. Wilson ( ) Partially verified Donated by: BIRD Kew (Glasshouses).

1995-2379 *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M.C. Wilson ( ) Partially verified Donated by: BIRD Kew (Glasshouses).

2004-367 *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M.C. Wilson ( ) Donated by: HMKN Kew (Glasshouses).

11. Paignton Zoo Environmental Park.

Ubicación: Totnes Road, Paignton, Devon, TQ4 7EU, Reino Unido
Contacto: Dave Lewis, Senior Gardener (Dave.Lewis@wildplanettrust.org.uk)
Teléfonos: 01 803 69 7500, 01 803 697529
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Cuenta con 8 plantas registradas como una sola accesión; provienen de una donación hecha por Royal Botanic Gardens, Kew en 2004. La donación original contaba con 9 plantas, con número de acceso de Kew 1969-3703; una murió en 2018.
ii. Algunas de las plantas han sido empleadas como componente escenográfico para los animales del zoológico, aunque la mayoría está emplazada en una pequeña colección de cícadas.
iii. Durante el invierno las plantas se colocan en un conservatorio (invernadero) y se trasladan al exterior en los meses de verano. Dave Lewis comenta que esto ayuda a mantener más sanos a los especímenes, mismos que en general se encuentran bien y producen conos anualmente, desde 2012.

12. Royal Botanic Garden Edinburgh.

Ubicación: Arboretum PI, Edinburgh EH3 5NZ, Reino Unido.
Contacto: Rob Cubey, Plant Records Office (RCubey@rbge.org.uk).
Teléfono: 44 131 248 2909.
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Recibió una accesión con 4 plantas, Royal Botanic Gardens Kew, en 1969 (Kew Accession 1969.3707), por medio de Material Transfer Agreement (MTA, KL_MSA2/1998 RBGE # 18524 & image # 52619). Tres de las plantas ingresaron en la colección en la accesión (linaje) 20042006; las plantas A (G35 2017 2017 1 good VL3 grid: 1190) y C (G35 2017 2017 1 good VL3 grid: 1195) permanecen vivas, en buena condición; la planta etiquetada como B (GP1 2008 2009 1 removed), murió en el año 2009. Ninguno de los anteriores materiales se considera de origen silvestre.
ii. Se ha realizado propagación originando el linaje (accesión) 20141612*A (planta madre 20042006*C con polen de la planta 20042006*A). Se produjeron 6 plántulas que se encuentran en buen estado (A P16 2017 2017 6 good).

Información adicional:

i. Las plantas A y C de la accesión original han sido taxonómicamente verificadas, como apegada al tipo de la especie, por James Clugston, quien proveyó la siguiente descripción

(*sic*): *Verification based on vegetative and sexual characters. Cordex subterranean. Leaves: Dark green, pinnate and petiolate. Leaflets: placed sub oppositely along rhachis, lanceolate, glabrus and in clusters of 2-3 leaflets at one base. Rhachis petiolate has small spines running in spiral. Microstrobilus: one per stem, bulla of the microsporophyll has two distinct pungent tipped horns and is 22 cm in length. "*

13. Glasgow City Council Botanic Gardens.

Ubicación: 730 Great Western Road, Glasgow G12 0UE.
Contacto: Andrew Sinclair, Curator (Andrew.sinclair@glasgow.gov.uk).
Teléfono: 01 41 276 1614, 0746 940 0190.
URL: www.glasgow.gov.mx
Datos acerca de conservación *ex situ* de *C. hildae:*

i. Mantiene 3 plantas de dos accesiones: 1 GBG 001-019-96*A, *C. hildae* recibida de Royal Botanic Gardens Kew en 1996, con número de acceso de Kew 1969-3704; 2 GBG 001-085-13*A y * B, *C. hildae* recibida del ahora cerrado Moorbank Botanic Garden en New Castle (U.K.), en 2014 sin número de registro. Ambos registros están referidos como originados en jardín botánico (Garden origin).

Conclusiones

- 25% de los 51 jardines botánicos registrados en la base de datos PlantSearch (BGCI) respondieron a la solicitud de información específica. Considerando que la búsqueda es "ciega", -el solicitante no conoce los nombres de los jardines botánicos que tienen a la especie de interés-, es difícil profundizar más en este hecho.
- El número total de efectivos en las colecciones *ex situ* (metacolección) es alarmantemente bajo, pues se limita a 150 plantas (incluyendo 69 propagadas). El número de accesiones es todavía menor por lo que la base genética disponible es reducida.
- 96 plantas se encuentran en cuatro jardines botánicos mexicanos. El resto, extantes en nueve jardines botánicos de Europa, Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica.
- En general, los jardines botánicos que respondieron a la solicitud de información no realizan labores de reproducción controlada de la especie; más bien se trata de repropagaciones hechas para incrementar sus colecciones, reponer individuos o incluso propagación circunstancial, cuando eventualmente se dispone de semilla. Los jardines botánicos que expresaron haber propagado la planta son: el Real Jardín Botánico de Edimburgo y el Jardín Botánico de San Diego. En México, la actividad del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero es notable: cuenta con 63 especímenes reproducidos, amén de varios otros que ha distribuido en varios jardines botánicos de México, desde la época del extinto Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB).
- El origen del material presente en los jardines botánicos es fundamentalmente de fuentes secundarias.
- Es común que el material provenga de una fuente indeterminada. Únicamente el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero (INECOL), autentifica a 20 ejemplares con procedencia silvestre (campo) colectados en 4 localidades (sic).

- Exceptuando a la relación entre el Real Jardín Botánico de Edimburgo (receptor) y los Reales Jardines Botánicos en Kew, Londres (donador), no es posible discernir si los jardines botánicos siguen algún lineamiento como The International Plant Exchange Network (IPEN) u otro homólogo que garantice la trazabilidad de los materiales biológicos y, en su caso, genéticos.
- No existe material genético depositado en bancos de germoplasma. En México, la actividad no parece ser un proceso sistemático para el resguardo de semillas en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG).
- La identidad taxonómica de los ejemplares de las colecciones no ha sido en todos los casos verificada por un taxónomo especialista, lo que añade incertidumbre a la raíz de cualquier estrategia de conservación basada en las plantas preservadas fuera de su hábitat.
- La conservación *ex situ* de *C. hildae* no parece ser suficientemente abundante en los jardines botánicos; sería esencial la conformación de una metacolección que sume, además de las plantas, la experiencia y recursos de los especialistas y curadores.

Resolución 9.24: Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES

Especie de interés: *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson
Institución promovente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.
Propuesta: Se propone mantener a *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson en el Apéndice I de la Convención sobre el comercio internacional de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES).
Autor de la propuesta: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) con la participación del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, a través del Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Querétaro, México.
Justificación: Teniendo como base el Anexo I de la resolución Conf. 9.24 (Rev.CoP) que indica los criterios biológicos para la inclusión de especies en el Apéndice I y considerando los estudios llevados a cabo hasta el momento a través del proyecto XA012 "Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies enlistadas en los Apéndices de la CITES (CONABIO)", se considera que *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson es una especie en peligro de extinción. Las características que justifican su inclusión en dicho apéndice son: 1) cada una de sus poblaciones es muy pequeña; 2) se encuentra en escasas áreas con distribución restringida y 3) es posible identificar los siguientes factores de riesgo para la disminución de la presencia de la especie: disminución de la superficie y calidad de su hábitat, elevada vulnerabilidad a factores intrínsecos o extrínsecos y disminución del reclutamiento.

1. Taxonomía

   Reino: Plantae
   División: Cycadophyta
   Clase: Cycadopsida
   Orden: Cycadales
   Familia: Zamiaceae
   Género: Ceratozamia
   Especie: hildae
   Autor: G. P. Landry & M. C. Wilson
   Año: 1979

   Sinónimos: No tiene.

   Nombres comunes: Cícada bambú, chamalillo, pata de gallo, palma cícada de la Sierra Gorda, bamboo cycad (inglés).

   (Landry y Wilson, 1979; Vovides y Rees, 1980; Vovides, 1999; The Plant List, 2013; IPNI, 2018; CONABIO, 2019).

Número de Código: (pendiente).

2. Visión general

La Resolución Conf. 14.8 (Rev. CoP17) "Examen periódico de especies incluidas en los Apéndices I y II", establece que, los Comités Científicos de Flora y Fauna, deberán evaluar el estado de las especies incluidas en los Apéndices de la Convención sobre el comercio Internacional de especies de Flora y Fauna Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) después de 10 años, para en su caso, sugerir el mantener, modificar o eliminar de los Apéndices a las especies revisadas.

En la 23ª reunión del Comité de Flora (PC23, 2017), se seleccionaron siete especies como candidatas a realizar su examen en el marco de la Resolución 14.8 (Rev. CoP17). Se acordó que este examen se realizaría durante los dos próximos períodos intersesionales entre la CoP17 (2016) y la CoP19 (2022). Una de las especies seleccionadas fue *Ceratozamia hildae*, y México, al ser el único país de distribución natural de la especie, ofreció realizar dicho examen.

Para dar cumplimiento a dicho compromiso, la Autoridad Científica CITES de México (CONABIO) financió el proyecto "Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES", coordinado de manera conjunta por la Dra. María del Carmen Mandujano Sánchez de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y el Ing. Emiliano Sánchez Martínez, del Jardín Botánico Regional de Cadereyta (CONCYTEQ), para evaluar el estado de conservación, uso, gestión, amenazas y comercio de *C. hildae*, cuyas conclusiones principales fueron:

- *Ceratozamia hildae* es endémica a México y pertenece a la familia Zamiaceae. Esta familia está incluida en el Apéndice II de la CITES desde 1975. Después de la CoP5 (Buenos Aires, 1985), se incluyó el género *Ceratozamia* al Apéndice I, a petición de Estados Unidos, quienes argumentaron que las plantas de este género son muy apreciadas por los coleccionistas.
- A través del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) (Vovides, 2001), *Ceratozamia hildae* está actualmente catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2019 como "Amenazada" (A).
- Se distribuye en la Sierra Madre Oriental entre los estados de Querétaro y San Luis Potosí, principalmente dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda. Se encuentra en Bosques de Encino, donde se establece en las zonas más escarpadas con formaciones rocosas, en las partes más sombreadas.
- De las 14 poblaciones que se han registrado, sólo se ha comprobado su presencia en diez.
- Las poblaciones estudiadas para este proyecto son pequeñas (de no más de 60 individuos) y su área de ocupación no es mayor a una hectárea. Su estructura poblacional refleja que casi no hay reclutamiento de plantas, la mayoría de los individuos encontrados fueron adultos.
- Una de las principales amenazas que presenta la especie es la reducción del hábitat por la deforestación y la conversión de bosques a pastizales para ganado.
- De acuerdo con los resultados de las consultas realizadas a las autoridades acerca del comercio a nivel nacional, a pesar de que hay dos UMA intensivas registradas ("El Palmillar-Xahualapa" en S. L. P. y "Xochipilli" en Veracruz), no existen registros de comercio. Y el poco que existe a nivel

internacional proviene de plantas reproducidas artificialmente en otros países. Por lo que no hay impacto en las poblaciones silvestres.

- Aun así, es necesario regularizar los viveros que comercian la especie, ya que ninguno está registrado ante las CITES para el intercambio de plantas enlistadas en el Apéndice I de acuerdo con la información de CITES en el Registro de Viveros que reproducen artificialmente especímenes de especies de flora incluidas en el Apéndice I con fines de exportación[7], y en apego a la Resolución 9.19 (Rev. CoP15) sobre "Registro de viveros que reproducen artificialmente especímenes de especies de flora incluidas en el Apéndice I con fines de exportación".
- A nivel nacional, a pesar de encontrarse en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, no existe ningún esfuerzo de conservación ni de manejo.
- La información para esta especie es escasa y el alcance del proyecto realizado no permitió dar seguimiento a las poblaciones, ni conocer otros aspectos como la herbivoría o los usos a nivel local. Por lo que se recomienda realizar estudios adicionales.

Con base en el análisis de la especie a la luz los criterios de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17), es posible concluir lo siguiente:

Ceratozamia hildae cumple con los siguientes "Criterios biológicos para la inclusión de especies en el Apéndice I":

A. La población silvestre es pequeña y presenta al menos una de las características siguientes: **ii) cada una de sus subpoblaciones es muy pequeña.**
B. La población silvestre tiene un área de distribución restringida y presenta al menos una de las características siguientes: **i) una fragmentación o se encuentra en muy pocos lugares.**
C. Una disminución acentuada del tamaño de la población en la naturaleza, que se haya bien sea: **ii) deducido o previsto, atendiendo a alguno de los aspectos siguientes (texto subrayado):**
   – una disminución de la superficie del hábitat; o
   – una disminución de la calidad del hábitat; o
   – los niveles o los tipos de explotación; o
   – una alta vulnerabilidad bien sea a los factores intrínsecos o extrínsecos; o
   – una disminución del reclutamiento.

3. Características de la especie

3.1 Distribución

Ceratozamia hildae G. P. Landry & M. C. Wilson, "cícada bambú", es una especie endémica de México, con distribución conocida en el área limítrofe entre los estados de San Luis Potosí y Querétaro, en la Sierra Madre Oriental. La mayoría de las localidades que se han registrado se distribuyen dentro de la Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda (RBSG), en el estado de Querétaro.

Se obtuvieron 14 registros de presencia de *C. hildae* de las siguientes fuentes: herbario del Instituto de Ecología (XAL), Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, bases de datos de CONANP y colectas a lo largo del sur de San Luis Potosí y norte de Querétaro. De estos registros, en la salida de campo se

[7] http://cites.org/esp/common/reg/s_nu.html

corroboró la presencia de la especie en seis localidades. En la **Figura 1** se observa el mapa de distribución potencial para la especie.

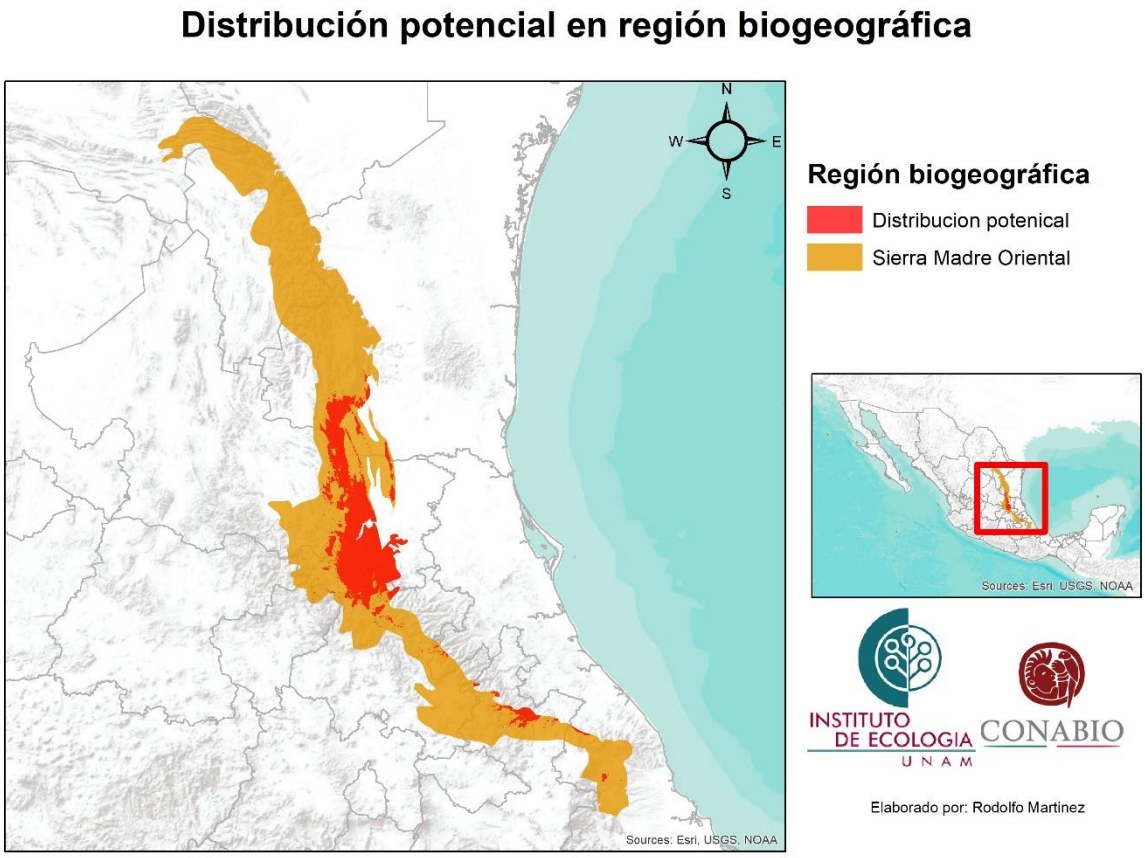


Figura 1. Mapa de distribución potencial de *C. hildae*, restringida a la Sierra Madre Oriental.

3.2 Hábitat

El género *Ceratozamia* ocupa diversos tipos de hábitats como: bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña y bosque de encino (*sensu* Rzedowski, 1978); habitan en sitios con pendientes pronunciadas y acantilados, generalmente en sombra densa y crecen en suelos ricos en materia orgánica. Sus hábitats generalmente cuentan con humedad proveniente de arroyos, niebla o lluvia. En estos sitios no sólo se produce la humedad que requieren estas plantas, sino que el dosel también las protege del daño del viento a sus hojas quebradizas (Whitelock, 2002).

En términos generales, se reconocen tres regiones biogeográficas del país con alta riqueza y diversidad del género: 1) Sierra Madre Oriental (SMO), 2) Soconusco y 3) Altos de Chiapas. El grupo de especies que se distribuyen en la SMO, representan aproximadamente el 45 % del total del género, lo cual resalta la importancia de esta región biogeográfica (Martínez-Domínguez, 2018).

Ceratozamia hildae se asocia a los bosques de la franja de neblinas, entre 850 y 1300 msnm, con dominancia de encinos (como *Quercus reticulata* Bonpl.) y presencia de otras especies dominantes como *Brahea dulcis* Mart., *Brahea* sp., *Dioon edule* Lindl. y *Zamia fischeri* Miq. La especie se establece en

terrenos empinados con suelos arcillosos de origen calizo, de tipo Rendzina, como en los anticlinales de la Sierra Gorda de Querétaro (Landry y Wilson, 1979; Vovides y Rees, 1980).
Durante la salida de campo, pudo reconocerse que *C. hildae* se encuentra en Bosques de Encino, donde se establece en las zonas más escarpadas con formaciones rocosas, en las partes aún más sombreadas. Es en este mismo hábitat donde se encuentran con frecuencia serpientes nauyacas (*Bothrops*) y metapilas o "mano de metate" (*Atropoides*) entre otras. Se piensa que esta especie está asociada a la región de la Huasteca Potosina, en torno al río Santa María, limítrofe entre Querétaro y San Luis Potosí, aunque recientes exploraciones han determinado su presencia más al sur, en bosque mesófilo perturbado.

3.3 Características biológicas.

En la mayoría de las especies del género *Ceratozamia,* la transferencia del polen es entomófila (es decir, está mediada por vectores animales, por ejemplo, curculiónidos). Stevenson *et al*. (2003) sugieren que el ciclo generacional de *C. hildae es* de 45 años, y asocian su polinización a insectos coleópteros de la familia Languriidae (Erotylidae), mediante un proceso simbiótico. Los insectos pasan la mayor parte de su vida en el interior de los conos masculinos (microstróbilos), donde desarrollan distintas etapas de su ciclo de vida y entran en diapausa al final de la vida útil de los conos; sin embargo, durante los períodos de receptividad de una planta femenina, son atraídos por el cambio de la temperatura en el cono (megastróbilo), en un proceso conocido como termogénesis, que conlleva a la emanación de fragancias (Terry *et al.*, 2007).
De acuerdo con Nicolalde-Morejón y colaboradores (2014), en las cícadas la polinización y fertilización son procesos que ocurren de forma bien definida y entre dichos procesos transcurren entre 3 y 7 meses. También mencionan que presentan espermatozoides móviles, lo cual es una característica apomórfica de este grupo de plantas. Estos gametos se producen en el tubo polínico después de la germinación post-polinización.
Landry (1990) menciona que la polinización puede ocurrir entre mediados de abril y a principios de junio, y que las semillas resultantes requieren varios meses para su maduración, por lo que los conos que fueron polinizados entre abril y mayo se desintegran y presentan semillas maduras entre noviembre y diciembre. Sin embargo, Pérez-Farrera y Vovides (1997) mencionan que el periodo de maduración de las semillas de las cícadas puede tardar entre 12 y 24 meses. Particularmente para el género *Ceratozamia*, el desarrollo de la semilla se completa en 24 meses, desde la polinización hasta el desarrollo completo del embrión. La megasporogénesis y la megagametofitogénesis ocurren durante los primeros tres meses. La germinación tarda aproximadamente 12 meses, por lo tanto, a esta fase se la llama "latencia" pre-germinativa (Pérez-Farrera y Vovides1997; Sánchez-Tinoco *et al*., 2000). Las semillas nuevas están cubiertas de una pulpa color amarillo claro. Las observaciones que han realizado expertos en campo, indican que la sarcotesta no se desprende fácilmente.
Las semillas germinan dentro de los siguientes 90 días después de haber caído al suelo (Landry, 1990).

3.4 Características morfológicas.

Ceratozamia hildae es una especie de cícada diferente a todas las de su género. Es una planta pequeña cuya disposición de las hojas y textura es lo que la hace tan llamativa.
Cada hoja tiene foliolos que están agrupados en nodos a lo largo del raquis (3 a 12 foliolos por nodo), esto es lo que le confiere a esta especie su apariencia única.

Sus hojas miden un poco más de 1.5 m de longitud, los foliolos son delgados y poseen una textura de papel, a diferencia del resto de las cícadas que tienen hojas más gruesas y coriáceas.
Ceratozamia hildae tiene un tronco parcialmente subterráneo (semiepígeo) y erecto, este tallo eventualmente llega a medir una altura y diámetro de más de 30 cm (Landry, 1990).
Sus conos son producidos entre febrero y abril; el microstróbilo es cilíndrico a cónico, de 9 a 15 cm de largo, de 0.9 a 1.4 cm de diámetro, verde en la juventud, volviéndose café claro a café oscuro al madurar. El megastróbilo es cilíndrico, verde a verde oscuro, de 4 a 10 cm de largo, de 3 a 4 cm de diámetro. Sus semillas son ovadas y miden entre 1.3 a 1.9 cm de largo y de 1.1 a 1.4 cm de diámetro. (Vovides, 1999).
Las hojas de las plántulas de *C. hildae* tienen de 1 a 3 pares de foliolos opuestos, parecidos a otras especies de cícadas, como *C. latifolia*, sin embargo, conforme va madurando cambia la disposición de los foliolos y no es sino, hasta que se produce la tercera hoja que aparecen los foliolos agrupados alrededor del raquis (Landry, 1990) (Figura 2).

Figura 2. *Ceratozamia hildae* G. P. Landry y M. C. Wilson. Espécimen en el medio silvestre. El Pocito, Jalpan de Serra, Querétaro. (Fotografía: Beatriz Maruri Aguilar, 2020).

3.5 Función de la especie en el ecosistema.

Durante la salida de campo que se realizó para propósitos del proyecto "Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES", se registró la presencia de huevos, orugas, crisálidas y adultos de *Eumaeus toxea* (Lycaenidae) en los foliolos de *C. hildae* (Figura 4). Además, en varias de esas plantas se observó una gran proporción de hojas defoliadas. En este sentido, consideramos que el análisis del efecto de esta defoliación es fundamental para el entendimiento de la demografía de esta especie y poder hacer estimaciones de su crecimiento poblacional con mayor precisión.
Para las cícadas en general, se ha documentado que algunos dípteros, como *Trigona* sp. y algunos coleópteros como *Rhopalotria* sp. actúan como polinizadores (Norstog y Stevenson, 1980). También se

ha documentado que algunos marsupiales y murciélagos consumen sus semillas, no obstante, se desconoce si al mismo tiempo actúan como sus dispersores ya que se desconoce el mecanismo de dispersión de las cícadas (De-Vries, 1983), aunque Whitelock (2002) menciona que las aves son el único agente dispersor biológico conocido para *Ceratozamia*.

Otro aspecto relevante de las cícadas en sus ecosistemas es el hecho de que desarrollan raíces suculentas y tuberosas, que forman masas en la superficie del suelo, donde entran en acción simbiótica con especies de bacterias fijadoras de nitrógeno, proceso de gran relevancia, especialmente después de un incendio (Norstog y Nicholls, 1997). Otro tipo de asociaciones reportadas en la familia son las micorrízicas arbusculares, que contribuyen a la captura de agua y nutrientes en suelos pobres (Vovides, 1991).

En síntesis, el papel que juega *C. hildae* en el ecosistema está poco documentado. Aunque se han mencionado varios aspectos de las cícadas, *C. hildae* es una especie rara para la que no se han realizado investigaciones dirigidas a identificar sus interacciones con otras especies.

(a)

(b)

(c)

Figura 3. *Eumaeus toxea* sobre y en el área de distribución de *C. hildae.*

(a) Huevos y orugas sobre foliolos de *Ceratozamia hildae* (b) Crisálidas, (c) Adultos.
(Fotografías: Emiliano Navarrete Sauza, 2020).

4. Estado y tendencias

4.1 Tendencias del hábitat

En 1997, la SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), consideraba que, dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro se perdían alrededor de 550 ha en promedio por año (De la Llata et al. 2006). Entre los años 2005 a 2010 se estima que los cambios en la reserva fueron principalmente debido a la conversión a pastizales con 2,193 hectáreas y las áreas agrícolas con 549 hectáreas, donde los tipos de vegetación principalmente afectados fueron: la selva baja caducifolia, el bosque mixto y el bosque de encino (Ríos Saís, 2015), este último es donde habita *C. hildae*.

4.2 Tamaño de la población

Hasta el momento se han registrado 14 localidades con presencia de *C. hildae*, de las cuales en 10 se ha comprobado su presencia en campo, las otras cuatro corresponden a registros de herbarios. Además de esta información, no existe ningún estudio poblacional previo de *C. hildae.*

Como parte de los resultados obtenidos en el proyecto "Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES", se comprobó la presencia de la especie en 6 sitios (de los 14 mencionados anteriormente), sin embargo, en uno de ellos únicamente se encontraron 4 individuos. En los 5 sitios restantes, se realizó un conteo de los individuos que ahí se encontraron. Para cada uno de los sitios se consideró un área de muestreo diferente, ya que las condiciones del hábitat donde se distribuye esta especie y su extensión variaban en cada sitio, siendo algunos más extensos, mientras que otros eran sólo pequeños manchones (Cuadro 1). Del total de plantas encontradas en cada localidad se estimó el número de individuos que podríamos encontrar en una hectárea, tomando en cuenta que la extensión de la distribución de cada una de las poblaciones no rebasa dicha extensión, por lo que es probable que al extrapolar a una hectárea se esté sobreestimando el tamaño de las poblaciones; aun así, el número de individuos va entre los 100 y 450 (Cuadro 1), con un total de 1204 plantas distribuidas en 50,000 m^2. Si tomamos en cuenta los resultados de la distribución potencial, el área que, en teoría, podría ocupar *C. hildae* es de 7,475.61 km^2, sin embargo, el área estimada no considera la distribución espacial de la especie, la cual no es un continuo, sino que son pequeños parches con un hábitat muy particular. Si *C. hildae* estuviera presente en toda su área de distribución potencial, su población sería de 56,254 individuos. Es importante reiterar que esta estimación del tamaño de la población es hipotética y sobreestima por mucho su tamaño real.

Cuadro 1. Estimación de la densidad de *Ceratozamia hildae* en cada una de las poblaciones localizadas.

Población	*No. Ind*	*Área muestreada (m^2)*	*ind/área (m^2)*	*ind/ha*
Yerbabuena	61	2500	0.0244	244
Chijol	54	2500	0.0216	216
Rancho Nuevo	97	5000	0.0194	194
San Francisco Arenitas	50	5000	0.01	100
Lindero QRO-SLP	45	1000	0.045	450

TOTAL	307	16000	0.1204	1204

Si tomamos en cuenta que en total se registraron 307 plantas, 7 conos masculinos y 1 cono femenino, podría considerarse que se encuentran en un escenario crítico. Únicamente en tres poblaciones se encontraron conos masculinos y en una de ellas, un cono femenino. La escasa presencia de estructuras reproductivas determina una menor descendencia. Esto se vio reflejado en la proporción de plántulas con respecto al total de la población (17.5%), los juveniles representaron el 28.6% y los adultos, 53.7%.

4.3 Estructura de la población

De las 5 poblaciones observadas, 4 de ellas presentaron una estructura que corresponde a una distribución de tipo *J* invertida (Leak, 1965), donde la etapa de adulto está mejor representada que las etapas de plántulas y juveniles (**Figura 4**), estas poblaciones fueron San Francisco Arenitas, Rancho Nuevo, el Lindero Qro/SLP y Rancho Chijol. Mientras que para La Yerbabuena se observó una mayor cantidad de individuos juveniles, no obstante, se encontró un escaso número de plántulas.

Lo anterior denota que la regeneración de las poblaciones, por medio del reclutamiento de plántulas, no es un evento frecuente, ya sea por exigua reproducción, por depredación de semillas o por escaso establecimiento de plántulas.

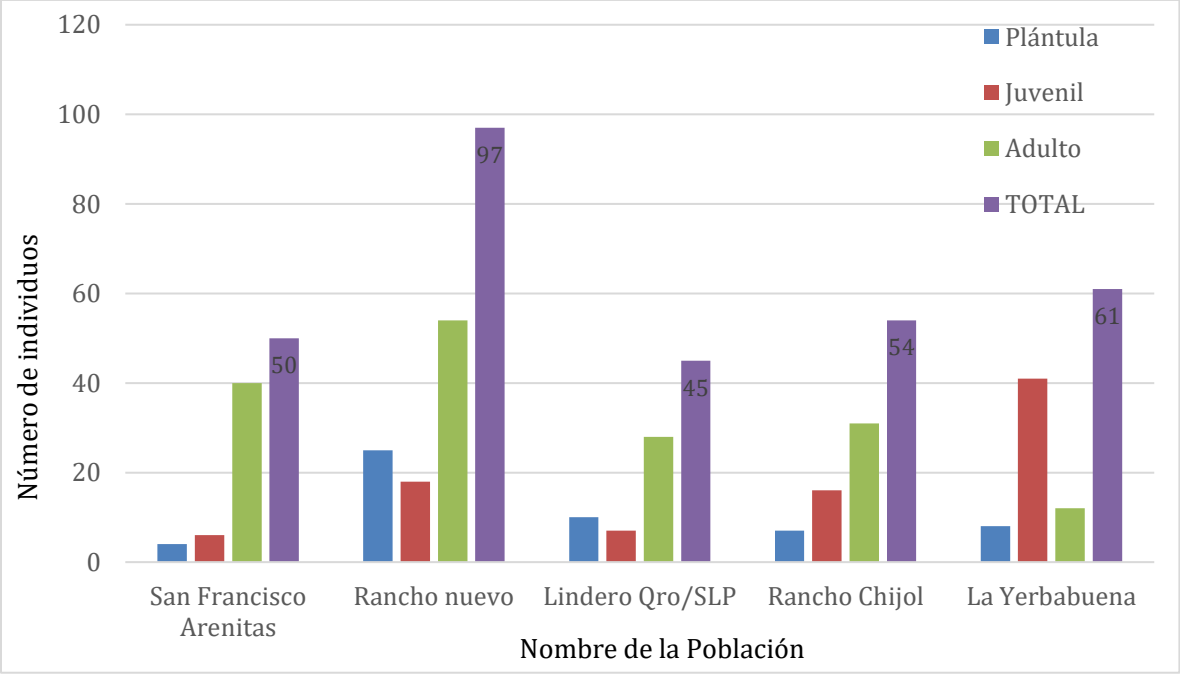


Figura 4. Frecuencias de individuos de *Ceratozamia hildae* con diferentes estados de desarrollo, en las 5 poblaciones localizadas: San Francisco Arenitas, Rancho Nuevo, Lindero Qro/SLP, Rancho Chijol y La Yerbabuena (16 a 22 de marzo de 2020).

4.4 Tendencia de la población

Las poblaciones de *C. hildae* en la RBSG son escasas, demográficamente pequeñas (menos de 60 individuos en la mayoría de las que fueron censadas directamente en campo), localmente escasas (cada

una cubre una superficie menor a una hectárea) y su estructura poblacional es predominantemente de tipo J invertida, lo cual denota una escasa regeneración en las mismas. Aunado a esto, durante el muestreo realizado para este estudio únicamente se registraron 7 conos masculinos y uno femenino.

Debido a la duración del proyecto no fue posible dar seguimiento a la población y no existen estudios previos sobre la dinámica poblacional de la especie, por lo que sugerimos que se realice un proyecto cuyo objetivo sea determinar la dinámica de las poblaciones registradas, que permita conocer de manera precisa la tendencia de cada población y de este modo poder estimar su tasa de crecimiento poblacional, y su viabilidad en el tiempo.

4.5 Tendencias geográficas

No existe información precisa sobre la tendencia geográfica temporal de *C. hildae*.

5. Amenazas

Entre las décadas de 1960 y 1970, *C. hildae* fue sobrecolectada de su medio silvestre, y miles de plantas fueron exportadas a Estados Unidos y a otros países; esta colecta intensiva tuvo como consecuencia la extinción de varias poblaciones silvestres o la drástica disminución de individuos; muchas poblaciones han tardado mucho tiempo en recuperarse y existe la posibilidad de que algunas quizá no lleguen a hacerlo (Landry, 1990).

Aunque después de que *C. hildae* fue incluida en el Apéndice I de la CITES y su comercio internacional fue regulado, sus poblaciones silvestres enfrentaron otro tipo de problemas como distribuirse en un hábitat precario y encontrarse en una zona altamente deforestada, en donde la destrucción del hábitat para incrementar la superficie ganadera y la deforestación de árboles maderables, representan las amenazas más fuertes para la especie (Vovides 2001).

Debido a lo anterior, en una de las poblaciones registradas (Rancho Chijol) se evaluó el disturbio antropogénico del medio a través de la métrica propuesta por Martorell y Peters (2003; 2005; 2008), diseñada para cuantificar cómo es que los agentes perturbadores antropogénicos inciden en un área determinada, mediante el desarrollo de índices multimétricos para disturbio crónico. Para esto se midieron 14 indicadores de disturbio que componen los tres grupos considerados “agentes de disturbio crónico”: cría de ganado, actividades humanas y degradación del suelo (Martorell y Peters, 2005; Martorell y Peters, 2008). A partir de los resultados obtenidos se estimó el porcentaje de contribución de cada agente al índice de disturbio (Cuadro 2), en donde fue evidente que las Actividades Humanas son el agente que contribuye en un mayor porcentaje (61.2%), seguida de la Ganadería (36.32%).

Cuadro 2. Porcentaje de contribución de cada agente al índice de disturbio.

Agente de disturbio	*Porcentaje de contribución*
Ganadería	36.32
Actividades humanas	61.2
Deterioro	2.47

En general, los sitios donde se encontraron las poblaciones de *C. hildae* se observaron relativamente conservados. En Rancho Chijol, donde se evaluaron los agentes de disturbio, se obtuvo un índice de

disturbio muy bajo (8.08), como si se tratara de un sitio prístino, sin embargo, en campo fue evidente que la ganadería es una de las principales amenazas que enfrentan las poblaciones de *C. hildae* en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Querétaro, debido al desmonte de la cubierta vegetal para el establecimiento de pastizales para el ganado, principalmente vacuno y al libre pastoreo de animales.
La presencia de caminos para el paso de personas y de ganado permite la entrada de los animales a las zonas más sombreadas y esto tiene como consecuencia que el suelo se vaya compactando. Aun así, una de las ventajas de la especie es que habita sitios escarpados y sombreados que resultan inaccesibles, lo que le confiere cierta protección contra la deforestación y el paso de ganado.

6. Utilización y comercio

6.3 Utilización Nacional

El conocimiento más detallado sobre el uso de las cícadas proviene de los Xi'uy (pames del sur) de San Luis Potosí y Querétaro, así como los mestizos de la Sierra Gorda y sus descendientes; a lo largo de la región, las cícadas son comúnmente conceptualizadas como "tipos de maíz", "amigos del maíz" o "ancestros del maíz", llegando a tener un vínculo estrecho que se identifica en la presencia de años buenos para el maíz y malos paras cícadas, y viceversa (Bonta *et al.*, 2019).
Las semillas de los conos femeninos de las cícadas contienen carbohidratos ricos en almidón y se ha documentado para *Ceratozamia* el uso de los conos para producir diferentes comidas; el nixtamal y la harina seca de cícada que se emplea para la elaboración de tortillas, tamales y atoles; los tamales tienen un papel relevante en las ofrendas Xi'uy de Día de Muertos, en el que también se emplean las hojas para decorar el altar (Bonta *et al.*, 2019).
A pesar de que el género *Ceratozamia* representa una gran importancia cultural, religiosa y económica en la amplia región de la Sierra Madre Oriental donde se distribuye, es evidente la falta de información para *Ceratozamia hildae*, con respecto a su aspecto etnobotánico.

6.2 Comercio lícito

Con el fin de obtener información sobre el comercio internacional lícito de *C. hildae* se analizaron bases de datos y se realizaron consultas a las Autoridades Científicas CITES de países que han comerciado la especie:
1. Bases de datos consultadas:

i. The United States Department of Agriculture (Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection Quarantine).
ii. EU-TWIX (European Union, Trade in Wildlife Information Exchange)
iii. CITES Trade Database (United Nations Environmental Program, World Conservation Monitoring Center, UNEP-WCMC).

2. Envío de correos electrónicos a autoridades CITES de Australia, Estados Unidos de Norteamérica y Sudáfrica, por tratarse de los principales países que registran movimientos de exportación en los últimos 5 años (2014-2018), de acuerdo con las bases de UNEP-WCMC.
De las bases de datos consultadas, The United States Department of Agriculture (Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection Quarantine), únicamente registró una única exportación (2017) con fines comerciales (como plantas del Apéndice II de la CITES, por tratarse de especímenes reproducidos

artificialmente, de acuerdo con el Artículo VII, párrafo 4, sobre el código de origen D), de 25 plantas vivas de la empresa Plant Creations, enviadas a la República Gabonesa, según el informe entregado por el U. S. Fish and Wildlife Service de los Estados Unidos de Norteamérica.

En la base de datos de UNEP-WCMC, se observan registros comerciales de *C, hildae* a partir de 1980, cuando aún se encontraba en el Apéndice II. Entre 1980 y 1985 se registró un mayor número de especímenes en el comercio internacional. Principalmente se importaron plantas vivas (5,420) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número y tipo de partes de *C. hildae* importadas o exportadas en el mundo, por periodos de tiempo.

Periodo	1975-1985	1986-2013	2014-2018
Importaciones			
Plantas vivas	5420	135	93
Semillas		106	365
Exportaciones			
Plantas vivas	208	303	144
Semillas		1221	665
Conos		6	
Hojas		6	

En la Figura 5 se observa el comportamiento del comercio de *C. hildae* durante el periodo más reciente (2014-2018), en donde se aprecia el número de transacciones comerciales tanto en exportaciones e importaciones, los exportadores e importadores y el porcentaje de partes y derivados dentro del comercio.

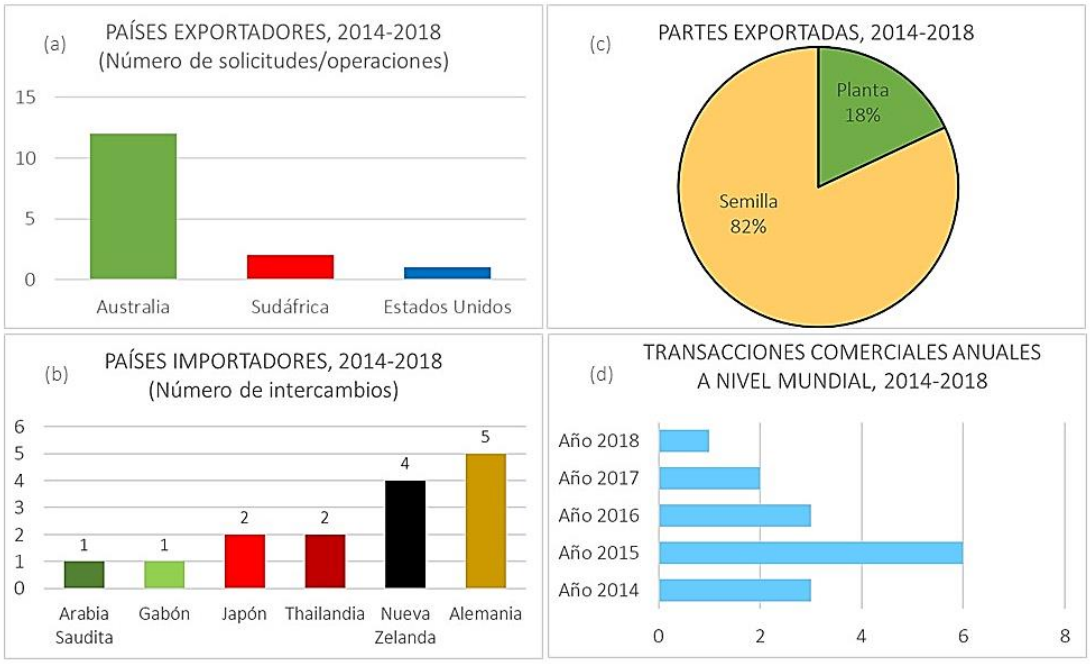


Figura 5. Cifras del comercio internacional de *C. hildae* entre 2014 y 2018. (a) Países exportadores, (b) Países importadores, (c) Partes exportadas y (d) Número de transacciones comerciales internacionales.
Elaborado con datos de CITES Trade Database.

De las consultas que se realizaron a las Autoridades Científicas, las respuestas fueron compiladas en el Anexo 1 de este documento. No se recibió respuesta de Sudáfrica.
Adicionalmente, se conformó un listado de viveros y/o invernaderos, nacionales y extranjeros, que comercializan *C. hildae,* a través de búsquedas en internet sobre la venta o reproducción de *C. hildae.*
En el Anexo 2, se encuentra el listado de sitios que se identificaron que comercian la especie.
Debido a que es una especie que se encuentra en Apéndice I, los viveros que exporten esta especie deben de estar registrados en la CITES, sin embargo, en la consulta de "Viveros autorizados para especies Apéndice I" en la página de la CITES, realizada el 30 de noviembre de 2020, se encontró que, de los países identificados en los sitios de internet, únicamente Sudáfrica y Alemania tienen viveros registrados, pero ninguno para el intercambio de ejemplares de *C. hildae*.
Finalmente, se realizó una consulta a las Autoridades nacionales, para conocer, de acuerdo con la competencia de cada institución, sobre la presencia de *C. hildae* en el comercio o uso nacional, en el tráfico de especies, o su preservación, conservación, manejo y presencia de la especie.
Las entidades consultadas y sus respectivas respuestas fueron las siguientes:

VII. Dirección General de Vida Silvestre (DGVS): No hubo respuesta.

VIII. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente: informaron que no se encontró información respecto a la especie *Ceratozamia hilade* (sic)".

IX. Centro Nacional de Recursos Genéticos: No hubo respuesta.

X. Representación Querétaro de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Indicaron que no se tiene registro de la especie para el manejo, conservación ni aprovechamiento sustentable.

XI. Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda Queretana: Respondieron que desconocen la presencia de la planta en el polígono de la reserva, su ubicación en alguna zona núcleo, ni ningún otro aspecto en el tema del saqueo o uso de cualquier tipo.

XII. Grupo Ecológico Sierra Gorda, I. A. P. Roberto Pedraza Ruiz confirmó la presencia de *C. hildae* en diversos predios propiedad del grupo en el propio perímetro de la reserva.

6.3 Partes y derivados en el comercio

Con base en las consultas descritas en la Sección 7.2., se sabe que los principales especímenes en comercio son las plantas completas y las semillas, esporádicamente se han registrado conos y hojas.

6.4 Comercio ilícito

De las consultas realizadas a nivel internacional y nacional, en la actualidad no hay evidencia de comercio ilícito. Sin embargo, entre las décadas de los 60 y 70 fue sobre colectada y miles de plantas fueron exportadas a Estados Unidos y a otras partes del mundo. Muchas de las poblaciones de *C. hildae* desaparecieron (Landry, 1990), esto ocurrió a raíz de que el viverista y coleccionista de plantas Luciano Guerra inició a exportar esta especie tras su descubrimiento.

6.5 Efectos reales o potenciales del comercio

A nivel nacional, la especie no presenta ningún tipo de aprovechamiento y a nivel internacional, únicamente hay un registro incongruente en el 2009, en el que México exportó 3 plantas con fines comerciales y de origen W (medio silvestre). Debido a que se trata de una especie del Apéndice I, esta transacción no podría ser legal; pero se registra como tal en la base de datos de WCMC.
El resto de las transacciones son de especímenes que provienen de viveros (reproducidas artificialmente) por lo que, hasta el momento y con la información recopilada, no es posible determinar que existe un impacto en las poblaciones silvestres.

7. Instrumentos jurídicos

7.1 Nacional

C. hildae se encuentra incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada (A), por lo que su manejo se encuentra regulado por la Ley General de Vida Silvestre.
Del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) de México*, C. hildae* se encuentra registrada únicamente en la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda de Querétaro. Cabe mencionar que el Plan de Manejo de la Reserva de Sierra Gorda de Querétaro (SEMARNAP, 1999) es hoy en día obsoleto y no se han producido programas específicos para la atención de esta especie.

7.2 Internacional

El comercio internacional de la especie se encuentra regulado por las disposiciones del Apéndice I de la CITES desde 1985.

8. Ordenación de la especie

8.1 Medidas de gestión

C. hildae al estar enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría amenazada (A), su conservación y aprovechamiento deberá realizarse a través del esquema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) y en congruencia con lo dispuesto por la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), el manejo y aprovechamiento de esta especie será regulado por la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS-SEMARNAT).

8.2 Supervisión de la población

En sentido estricto, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) es la institución encargada de llevar a cabo las labores de inspección y vigilancia de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con el párrafo I del Artículo 38 de la Ley General de Vida Silvestre, sin embargo, no existe ninguna actividad reportada relacionada con esta especie.

8.3 Medidas de control

8.3.1 Internacional

No existen instrumentos en vigor, además de la CITES, que regulen el movimiento transfronterizo de especímenes de *C. hildae.*

8.3.2 Nacional

Al ser una especie incluida en la NOM-059, la SEMARNAT y la PROFEPA deben de garantizar su manejo adecuado y velar por la conservación de la especie.

Debido a que se encuentra incluida en los Apéndices de la CITES, la PROFEPA aplica programas anuales y operativos especiales de control de tráfico ilegal de vida silvestre en los principales centros de distribución y venta en el país. No obstante, en la PROFEPA no existe ningún registro o información relativa a *C. hildae*.

8.4 Reproducción artificial

De acuerdo con la información obtenida, en 2018 hay dos Unidades de Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silveste (UMA) en las que *C. hildae* está referida:

1. El Palmillar-Xahualapa (SEMARNAT-UMA-IN-0140-SLP) de Juan Eliseo Guerra Vargas, en S. L. P.
2. Xochipilli (DGVS-UMA-IN-1750-VER/15) de Carlos Saúl Álvarez Islas, en Veracruz.

Sin embargo, no existe información adicional que indique movimientos en la UMA con respecto a *C. hildae*, como pudiesen ser solicitudes de tasa de aprovechamiento. Por lo que, hasta el momento no existen casos documentados de manejo de esta especie.

Para fines el proyecto, se realizó una consulta a los viveros internacionales que fueros previamente identificados. A continuación, se incluyen las respuestas que proporcionaron acerca del manejo de la especie para su propagación

a) The Cycad Jungle (Tom Broome, EUA)

Propaga sexualmente, produciendo y germinando semillas. El porcentaje de germinación que obtiene se sitúa entre 50 y 60%, mientras que la sobrevivencia por lote germinado está alrededor del 95%.

Las plantas cultivadas crecen una pulgada (2.54 cm) por año, hasta alcanzar 6 pulgadas (15.24 cm), lo cual es el máximo diámetro que una planta de esta especie puede lograr.

Este vivero descarta el uso de cualquier otro método de propagación asexual por su inviabilidad o ineficiencia.

b) Jones Landscaping Nursery (Malcolm Jones, EUA)

Durante la primavera, se obtienen semillas a partir de polinización manual, a razón de 30 a 70 por cono. Cuando las semillas tienen 6 meses de madurez, se germinan en un medio estéril. Se estima la viabilidad de las semillas en 60%, la germinación por lote en 60%, y la sobrevivencia por lote germinado, en 95%. Las plantas madre se mantienen en contenedores de 25 galones.

No se emplea la propagación asexual.

8.5 Conservación del hábitat

Todas las poblaciones que se registraron durante la salida de campo se encuentras distribuidas dentro de la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda de Querétaro, sin embargo, no existen programas para la conservación de *C. hildae.*

Por su parte Grupo Ecológico Sierra Gorda, I. A. P. (GESG) a través de la adquisición de predios, ha logrado conservar los bosques y evitar la deforestación en tales áreas. En algunos de esos predios que pertenecen a GESG y que se encuentran bien conservados se encuentran poblaciones de *C. hildae.*

9. Información sobre especies similares

Se han realizado diferentes trabajos filogenéticos del género *Ceratozamia* (González y Vovides (2002), Martínez-Domínguez (2018) y Medina-Villarreal (2019). A partir de estos trabajos, se observa que las especies con las que presenta una mayor cercanía son: *C. latifolia* Miq., *C. kuesteriana* Regel., *C. sabatoi* Vovides & al., y *C. zaragozae* Medellín-Leal, *C. fuscoviridis* W. y *C. huastecorum* Avendaño, Vovides & Cast.-Campos.

La morfología de *Ceratozamia hildae*, en su etapa adulta, es única dentro del género, dado el arreglo de sus foliolos en fascículos, con una distancia amplia entre los mismos (Figura 7). La etapa de plántula es aquella que pudiese ofrecer una confusión con *Ceratozamia latifolia.*

Figura 6. *C. hildae:* foliolos dispuestos en fascículos (Fotografía: Beatriz Maruri Aguilar, 2020).

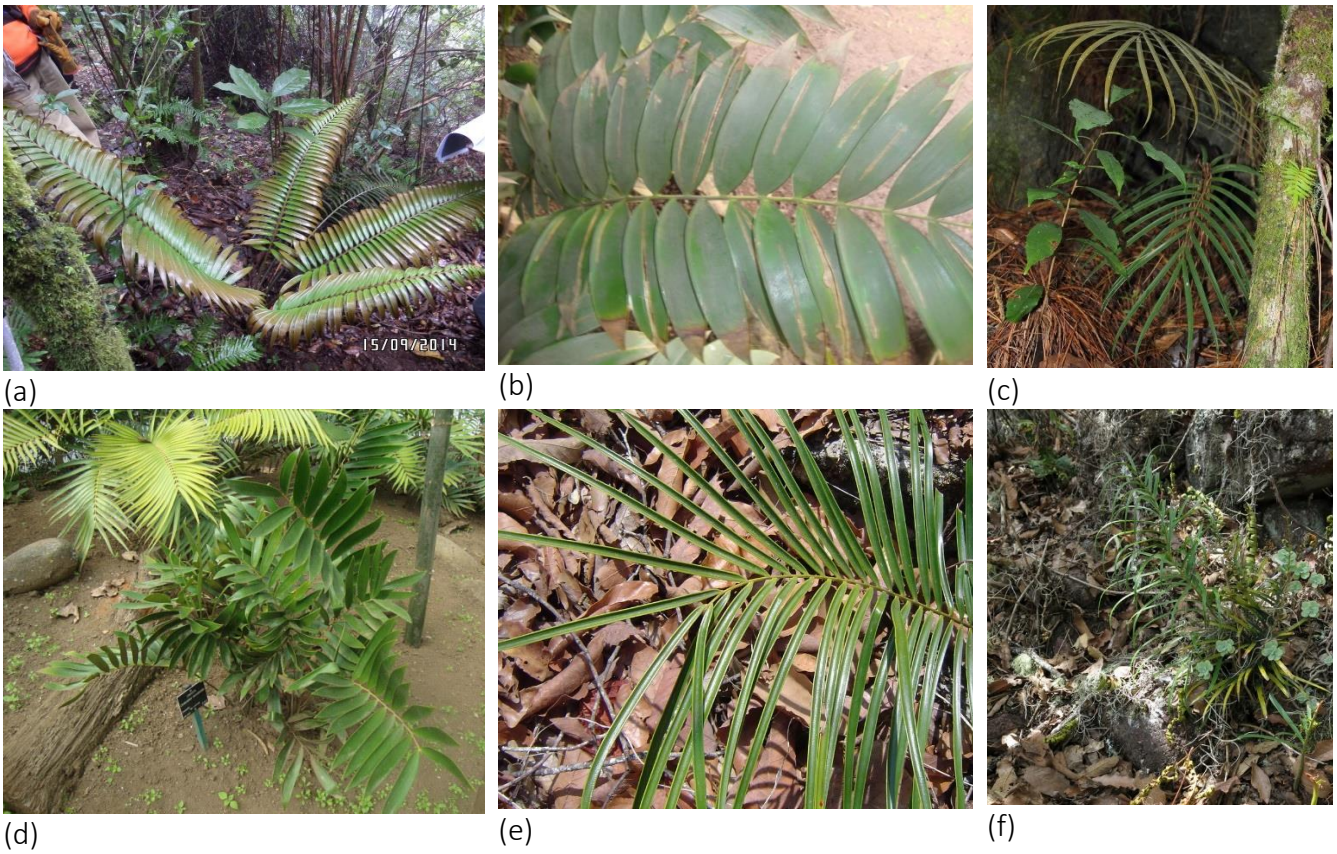


Figura 7. Foliolos opuestos y sub-opuestos en las especies cercanas filogenéticamente a *C. hildae.* Fotografías obtenidas de NaturaLista: (a) *C. fuscoviridis* (Alain Tobon), (b) *C. huastecorum* (Juan Carlos López Domínguez), (c) *C. kuesteriana* (Juan Cruzado Cortés), (d) *C. latifolia* (Juan Carlos López Domínguez), (e) *C. sabatoi* (Mané Salinas Rodríguez), (f) *C. zaragozae* (José Arturo de Nova Vázquez).

Se presenta en el cuadro siguiente (**Cuadro 4**) un concentrado de rasgos de la especie y de aquellos *taxa* que filogenéticamente son cercanos a ella, de acuerdo con los parámetros combinados de Martínez-Domínguez (2018) (*C. kuesteriana* Regel, *C. latifolia* Miq., *C. sabatoi* Vovides & al., y *C. zaragozae* Medellín); y de Medina Villarreal *et al*. (2019) (*Ceratozamia huastecorum* [*Ceratozamia chamberlainii sensu* Martínez-Domínguez *et al*. (2017a)], *C. latifolia* Miq., *C. sabatoi* Vovides & al., y *Ceratozamia fuscoviridis* S.Moore [syn. *Ceratozamia mexicana* Brongn.]) (**Figuras 8**).

Cuadro 4. Concentrado de características morfológicas de *Ceratozamia hildae* y sus especies relacionadas filogenéticamente.

ESPECIE	*Ceratozamia hildae*	*Ceratozamia fuscoviridis*	*Ceratozamia huastecorum*	*Ceratozamia kuesteriana*	*Ceratozamia latifolia*	*Ceratozamia sabatoi*	*Ceratozamia zaragozae*
Tipo de tallo	Semiepigeo	Epigeo	Semihipogeo	Semihipogeo	Semihipogeo	Epigeo	Epigeo
Hábito del tallo	Erecto	Erecto y decumbente	Erecto	Erecto	Erecto	Erecto y decumbente	Erecto y decumbente
Aguijones sobre el raquis	Ocasionalmente	Presentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Ausentes

ESPECIE	*Ceratozamia hildae*	*Ceratozamia fuscoviridis*	*Ceratozamia huastecorum*	*Ceratozamia kuesteriana*	*Ceratozamia latifolia*	*Ceratozamia sabatoi*	*Ceratozamia zaragozae*
Arreglo de foliolos en el raquis	**Fascículos**	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos	Opuestos a subopuestos
Forma del foliolo	Lanceolado	Lanceolado	Oblanceolado	Basalmente falcado	Oblongo	Lanceolado a angostamente obovado	Linear-lanceolado
Textura del foliolo	Membranoso	Papiráceo	Coriáceo	Papiráceo	Papiráceo	Papiráceo	Membranoso
Color del estróbilo polinífero	Café a café rojizo	Café amarillento en emergencia, café verdoso con pubescencia café rojizo en la madurez	Verde claro	Verde amarillento con pubescencias café en emergencia, Café amarillento con pubescencia café rojizo en la madurez	Verde amarillento con pubescencias rojizas en la emergencia, Café rojizo en la madurez	Verde amarillento en emergencia, amarillo verdoso con pubescencia negra en la madurez	Verdoso con pubescencia café rojizo en emergencia, café rojizo en la madurez
Ángulo de los cuernos de la megasporófila	Recto	Obtuso		Obtuso	Obtuso	Recto	Obtuso
Distancia entre foliolos medios	6-15 cm	0.6-2 cm		0.3-2.5 cm	1-7-12.5 cm	0.5-1.5 cm	0.8-2.3 cm
Largo del estróbilo polinífero	9 a 15 cm	26.5-28 cm		11-15 cm	10.5-20 cm	11-18 cm	15-19 cm
Diámetro del estróbilo polinífero	0.9 a 1.4 cm	5-8 cm	3 cm	2.2-3 cm	2.1-2.5 cm	3.5-4.8 cm	2-3.5 cm
Fuentes	Martínez-Domínguez, 2018, y Vovides, 1999.	Martínez-Domínguez, 2018 y Osborne *et al*., 2006.	Avendaño *et al.*, 2003	Martínez-Domínguez, 2018	Martínez-Domínguez, 2018	Martínez-Domínguez, 2018, y Vovides, 1999.	Martínez-Domínguez, 2018 y Vovides y Nicolalde Morejón 2010

Literatura citada

Bonta M., Pulido-Silva M. T., Diego-Vargas T., Vite-Reyes A., Vovides A. P. & Cibrián-Jaramillo, A. 2019. Ethnobotany of Mexican and northern Central American cycads (Zamiaceae). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 15:4 https://doi.org/10.1186/s12002-018-0282-z

De la Llata, R., Rivera, E., Valtierra, G., Martínez, W., & Montoya, A. 2006. Caracterización de los ecosistemas, cambios en los usos de suelo y unidades paisajísticas, en la Reserva de la Biósfera "Sierra Gorda" de Querétaro. CONCYTEQ. Querétaro, México.

De Vries, P.J. 1983. *Zamia skinneri* and *Z. fairchildiana* (Zamiaceae) "Palmera siempre verde" cycad. En: Janzen ed. *Costa Rican Natural History*. The University of Chicago Press.

González, D. y Vovides, A. 2002. Low Intralineage Divergence in *Ceratozamia* (Zamiaceae) Detected with Nuclear Ribosomal DNA ITS and Chloroplast trnL-F Non-coding Region. *Systematic Botany* 27(4):654-661.

International Plant Name Index. Publicada en internet: https://www.ipni.org/ (Última consulta: 27 de julio de 2018).

Landry, G. 1990. Portrait of a species: *Ceratozamia hildae* the bamboo cycad. *Cycad Newsletter* 13(1):3-7.

Landry, G. and M. C. Wilson. 1979. A new species of *Ceratozamia* (Cycadaceae) form San Luis Potosí. *Brittonia* 31(3):422-424.

Leak, W. B. 1965. The J-shaped probability distribution. *Forest Science* 11:405–409.

Martínez-Domínguez, L. 2018. Taxonomía y evolución de *Ceratozamia* (Zamiaceae) en la Sierra Madre Oriental, México: un enfoque para su conservación. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.

Martínez-Domínguez, L., Nicolalde Morejón, F., Vergara-Silva, F. & Stevenson, D. W. 2018. Taxonomic review of *Ceratozamia* (Zamiaceae) in the Sierra Madre Oriental, Mexico. *PhytoKeys* 100:91-124. doi:10.3897/phytokeys.100.23152

Martínez-Domínguez, L., Nicolalde-Morejón, F. & Stevenson, D.W. 2017. Qualitative and quantitative morphological evidence for recognition of a new species within *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Mexico. *Phytotaxa* 317, 17–28.

Martorell, C. & Peters, E. 2003. Disturbiómetro. Taller sobre cactáceas mexicanas en el Apéndice I de CITES. Oaxaca, México.

Martorell, C. & E. Peters. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation* 124:199-207.

Martorell, C. & Peters, E. 2008. Disturbance-Response Analysis: A Method for Rapid Assessment of the Threat to Species in Disturbed Areas. *Conservation Biology* 23(2):377-387.

Medina-Villarreal, A., González-Astorga, J. & Espinosa de los Monteros, A. 2019. Evolution of *Ceratozamia cycads*: A proximate-ultimate approach. Molecular *Phylogenetics and Evolution* 139. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106530

Nicolalde-Morejón F., González-Astorga, J., Vergara-Silva F., Stevenson D.W., Rojas-Soto O. & Medina-Villareal A. 2014. Biodiversidad de Zamiaceae en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl*. 85: 114-125.

Norstog, K. J. & Nicholls, T. J. 1997. The biology of the cycads, Cornell University Press, Ithaca.

Norstog, K.J. & Stevenson, D.W. 1980. Wind? or insects? The pollination of cycads. *Fairchild Trop. Garden Bull.* 35:28-30.

Pérez-Farrera, M.A. & Vovides, A.P. 1997. Manual para el cultivo y propagación de cycadas. Instituto Nacional de Ecología. México.

Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17) Criterios para enmendar los Apéndices I y II https://cites.org/sites/default/files/document/S-Res-09-24-R17_0.pdf

Ríos Saís, G.A. 2015. Estudio de la Tasa de Cambio de las Cubiertas del Suelo para la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (Querétaro). SEMARNAT, CONANP, GIZ, KFW. México. Con insumos del proyecto MAD-Mex. Informe Final.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F.

Sánchez-Tinoco, M.Y., Engleman E. M. & Vovides, A.P. 2000. Cronología reproductiva de *Ceratozamia mexicana* (Cycadales). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66:15-23.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1999. Programa de Manejo. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. SEMARNAP y Unidad de Participación Social, Enlace y Comunicación del Instituto Nacional de Ecología, México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Diario Oficial de la Federación (DOF), miércoles 6 de marzo de 2002.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 14 de noviembre de 2019.

Stevenson, W. W., A. Vovides & Chemnick, J. 2003. Regional overview: New World. In: Donaldson, J. (ed.) *Cycads Status Survey and Conservation Action Plan*. pp. 31-38. IUCN. Gland, Switzerland.

Terry, I., Walter, G. H., Moore, C., Roemer, R. & Hull, C. 2007. Odor-Mediated push-pull pollination cycads. *Science* 318: 70.

The Plant List. 2013. Version 1.1. Publicada en internet: http://www.theplantlist.org/ (Última consulta: 27 de julio de 2018)

Vovides, A. 2001 Anexo II de la NOM-059-SEMARNAT-2001, Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Plantas en México) para *Ceratozamia hildae*.

Vovides, A. P. 1999. Familia Zamiaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes, Fascículo 71. Instituto de Ecología A. C.

Vovides, A. P. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales) in its natural habitat in central Veracruz, Mexico. *Brenesia* 35: 97-103.

Vovides, A. P. & Nicolalde-Morejón, F. 2010. Ficha técnica de *Ceratozamia zaragozae*. En: Vovides, A. P. (compilador). *Base de datos de la cícadas mexicanas*. Instituto de Ecología A.C., INECOL. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. DK008. México, D.F.

Vovides, A. & Rees, J.1980. Datos adicionales sobre *Ceratozamia hildae* Landry et Wilson. *Bioética del INIREB* 5(1):1-4.

Whitelock, L. M. 2002. The cycads. Chapter 8, *Ceratozamia*. Timber Press Portland, Oregon. pp. 57-59.

Anexo 1

RESPUESTAS A LA CONSULTA CON AUTORIDADES CITES

1. Australia.

Contacto: Ros Wilkins, Senior Wildlife Office, Wildlife Trade Assessments
CITES Scientific Authority of Australia, Environment Approvals and Wildlife Trade
Department of the Environment and Energy
John Gorton Building, GPO Box 787, Canberra Act 2601.
Teléfono: 02 6274 1918
cites.scienceau@environment.gov.au

Respuesta: El funcionario confirmó que existen compañías que mantienen programas de reproducción artificial de *C. hildae* en Australia y proporcionó la siguiente lista:

e. Mr. Josef Perner, vivero Cycad International, Katherine Northern Territory.
f. Mr. Peter Heibloem, vivero Eudlo Cycad Gardens, Nambour, Queensland.
g. Mr. Stanley Walkley, vivero Plantation 2000/Cycads Connections, Burpengary, Queensland.
h. Mr. Maurice Spina, vivero Tropical Coast Palms, Innisfail, Queensland. Sobre esto, puntualizó que ha tenido un programa de reproducción artificial que expiró y cuyos responsables no han solicitado renovación (información al 17 de octubre, 2019).

Los detalles de la oferta de estos se presentan en la sección sobre viveros internacionales.

2. Estados Unidos de Norteamérica.

Contacto: Dra. Rosemarie Gnam, Chief of Division of Scientific Authority, International Affairs
U. S. Fish and Wildlife Service
5275 Leesburg Pike, Falls Church, Virginia, USA, 22041-3803
Teléfono: 703 358 2497. Fax: 703 358 2276
rosemarie_ganm@fws.gov

Respuesta[8]: La funcionaria hizo llegar el documento que se transcribe a continuación.

---

[8] *Original. -* ***Review of trade of Ceratozamia hildae in the United States***
United States CITES Scientific Authority
U.S. Fish & Wildlife Service – Division of Scientific Authority
November 13, 2019
Introduction. Plants of this species were in great demand (sold as C. hildae*) in the United States in the late 1960s following its discovery in Mexico in the early 1960s, as "thousands" of plants were exported to the United States (Landry 1990; Whitelock 2002). However, the species remained undescribed for 18 years before it was described as a new species,* C. hildae*, in 1979 (Landry & Wilson 1979; Whitelock 2002). It is reported to be one of the most easily grown and adaptable cycads in cultivation and can tolerate a wide range of climate and light conditions (Whitelock 2002). In cultivation, hand-pollinated plants produce seeds, however, the viability of seeds is unpredictable, and fertility is low (Whitelock 2002; pers. comm. J. Spark, Montgomery Botanical Center 2019). Although this species continues to be extremely popular with cycad enthusiasts and highly sought after by plant collectors, it appears to be uncommon in U.S. nurseries (based on our Internet search). This may be due to a lack of commercially available seed for growers.*
U.S. Exports. The United States CITES Scientific Authority and Management Authority have approved one commercial grower for the export of artificially propagated plants of C. hildae*. This CITES permittee, Plant Creations, located in Homestead, Florida, has been approved to export artificially propagated (i.e., asexual propagation) plants of* C. hildae *since 2011. In 2017, the permittee exported 25 live artificially propagated plants of* C. hildae *to Gabon, CITES Purpose Code T and Source Code D, and the export is reported in the CITES trade database. We found no other U.S. exports of specimens of* C. hildae *in our records.*
The United States Department of Agriculture-Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection Quarantine conducted a database search from 2008 to 2019, for U.S. exports and imports of C. hildae*. The results of the search show only the above export of the 25 live plants of* C. hildae *to Gabon in 2017.*

Revisión del comercio de C. hildae *en los Estados Unidos*
Autoridad Científica CITES de los Estados Unidos
Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos - División de Autoridades Científicas
Trece de noviembre, 2019

Introducción. Las plantas de esta especie (vendidas como C. hildae*) tuvieron gran demanda en los Estados Unidos, al final de la década de 1960, tras haber sido descubiertas en México en los inicios de la misma; y "miles" de plantas fueron exportadas a los Estados Unidos (Landry, 1990, Whitelock, 2002). Sin embargo, la especie permaneció sin describir durante 18 años, hasta que fue nombrada como especie nueva con el nombre* C. hildae*, en 1979 (Landry y Wilson 1979; Whitelock 2002). Se ha reportado como una cícada adaptable y de fácil crecimiento bajo cultivo, y puede tolerar un amplio rango de climas y condiciones lumínicas (Whitelock 2002). Bajo cultivo, las plantas polinizadas manualmente producen semillas; no obstante, la viabilidad de las semillas es impredecible y la fertilidad es baja (Whitelock 2002; J. Spark, Montgomery Botanical Garden com. pers., 2019). Aunque esta especie sigue siendo muy popular con los entusiastas de las cícadas y buscada por los coleccionistas de plantas, no es común en viveros de los EU (a partir de nuestra búsqueda en internet). Esto podría deberse a la falta de semillas disponibles para comercialización, para los cultivadores.*

Exportaciones desde los Estados Unidos. La Autoridad Científica y la Autoridad de Manejo CITES de Estados Unidos ha autorizado a un cultivador comercial para la exportación[9] de plantas de C. hildae *propagadas de manera artificial. Se trata de Plant Creations, en Homestead, Florida, que está autorizado a exportar plantas de* C. hildae *propagadas artificialmente (i. e., propagación asexual) desde 2011. En 2017, exportó 25 plantas vivas, propagadas artificialmente, a Gabón, bajo el Código de Propósito T y el Código de Origen D, y el exportador está consignado en la base de CITES sobre comercio. No tenemos registros adicionales de especímenes de* C. hildae.

La Cuarentena Vegetal del Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, realizó una búsqueda en bases de datos desde 2008 a 2019, para importaciones y exportaciones de C. hildae *de este país. Los resultados de la búsqueda muestran solamente la exportación a Gabón, ya mencionada.*

U.S. Imports. In 2000, the U. S. CITES Scientific Authority issued a positive import finding for the import of 6 live wild plants and 10 wild seeds of C. hildae *from the Jardín Botánico Clavijero, in Veracruz, Mexico, to the Montgomery Botanical Center, located in Florida. The import of the specimens is reported in the CITES trade database, as follows: in 2000, the U.S. imported 6 flowers and 10 seeds of* C. hildae *from Mexico, reported as Purpose Code S and Source Code W.*

The CITES trade database also shows that in 2000, the U.S. imported 14 live specimens of C. hildae *from Australia, reported as Purpose Code T and Source Code A.*

U.S. Internet search. The U. S. CITES Scientific Authority conducted an Internet search for nurseries in the United States that offer plants/seeds of C. hildae*. The table below includes the U.S.-based businesses found on the Internet.*

References cited:

Landry, G. P. & M. C. Wilson. 1979. A new species of Ceratozamia *(Cycadaceae) from San Luis Potosi.* Brittonia *31(3), p.p. 422-424. New York Botanical Garden, Bronx, New York. On-line at: https://www.jstor.org/stable/2806139?seq=1#metadata_info_tab_contents. Accessed: November 1, 2019.*

Landry, G. P. 1990. Portrait of a species Ceratozamia hildae *the bamboo cycad. On-line at: http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-May-1990-Ceratozamia-hildae.pdf. Accessed: November 1, 2019.*

Whitelock, L. M. 2002. The Cycads. Timber Press. Portland, Oregon.

[9] El cultivador mencionado no se encuentra en la base de datos de CITES (Consulta efectuada el 28 de noviembre de 2020)

Importaciones a los Estados Unidos. En el año 2000, la Autoridad Científica CITES dio a conocer un hallazgo positivo, que consiste en la importación de 6 plantas silvestres vivas, y 10 semillas silvestres de C. hildae *del Jardín Botánico Clavijero en Veracruz, México, al Montgomery Botanical Center, en Florida. La importación de los especímenes se reportó en la base de datos de comercio de CITES, como sigue: en el año 2000, Estados Unidos importó 6 conos y 10 semillas de* C. hildae *desde México, reportadas como Código de Propósito S y Código de Origen W.*

La base de datos sobre comercio de CITES muestra también que, en 2000, Estados Unidos importó 14 especímenes vivos de C. hildae *desde Australia, reportados con Código de Propósito T y Código de Origen A.*

Búsqueda en Internet. La Autoridad Científica CITES de Estados Unidos llevó a cabo una búsqueda en Internet para localizar viveros en el país, que ofrezcan plantas/semillas de C. hildae. *El siguiente cuadro (13) incluye los establecimientos que operan en los Estados Unidos, hallados en internet.*

Referencias.

Landry, G. P. & M. C. Wilson. 1979. A new species of Ceratozamia (Cycadaceae) from San Luis Potosi. Brittonia 31(3), p.p. 422-424. New York Botanical Garden, Bronx, New York. On-line at: https://www.jstor.org/stable/2806139?seq=1#metadata_info_tab_contents. Accessed: November 1, 2019.

Landry, G. P. 1990. Portrait of a species Ceratozamia hildae the bamboo cycad. On-line at: http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-May-1990-Ceratozamia-hildae.pdf. Accessed: November 1, 2019.

Whitelock, L. M. 2002. The Cycads. Timber Press. Portland, Oregon.

Viveros de Estados Unidos que ofrecen plantas o semillas de *C. hildae*. Datos proporcionados por la Autoridad Científica CITES de Estados Unidos.

Nombre del vivero	*Ubicación*	*Especímenes*	*Dirección en internet*	*Comentarios*
Plant Creations	*Homestead, FL*	*Varios tamaños de contenedores*	*https://www.plantcreations.com/*	*Con permiso CITES*
The Cycad Jungle	*Lakeland, FL*	*Varios tamaños de contenedores*	*http://cycadjungle.mysite.com/index.html*	
Jungle Music Palms & Cycads	*San Diego, CA*	*Varios tamaños de contenedores*	*http://www.junglemusic.net/*	*Ofrece también un híbrido de C. hildae x C. norstogii (conocida como C. plumose en el comercio en viveros)*
Botanic Wonders	*Vista, CA*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.botanicwonders.com/index.html*	
Indian Rock Cycads and Palms	*Escondido, CA*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.indianrockcycadsandpalms.com*	
San Marcos Growers	*Santa Barbara, CA*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.smgrowers.com/index.asp*	
Jurassic Garden A&A Cycads	*Chatsworth, CA*	*Provee plantas cultivadas en EU para clientes de EU*	*http://www.cycadpalm.com*	
Redland Nursery	*Homestead, FL*	*Sin disponibilidad por el momento*	*http://www.redlandnursery.com/*	
Plant Delights Nursery	*Raleigh, NC*	*Sin disponibilidad por el momento*	*https://www.plantdelights.com/*	

Sitios de internet de interés para *C. hildae*. Datos proporcionados por la Autoridad Científica CITES de Estados Unidos.

Nombre del Sitio	*Página específica*	*Dirección en internet*
Palm and Cycad Societies of Australia	*Ceratozamia hildae*	*http://www.pacsoa.org.au/wiki/Ceratozamia_hildae*
The Cycad Newsletter	*Ceratozamia hildae Bamboo Cycad*	*http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-June-2003-Ceratozamia-hildae.pdf*
Cycad	*Ceratozamia hildae* *The Bamboo Cycad by Garrie Landry*	*http://www.cycad.org/documents/TCN-Focus-May-1990-Ceratozamia-hildae.pdf*
Dave's Garden	*Ceratozamia hildae,* *Bamboo Cycad*	*https://davesgarden.com/guides/pf/go/58816/*
The World List of Cycads A Comprehensive Taxonomic Reference	*Ceratozamia hildae*	*https://cycadlist.org/taxon.php?Taxon_ID=24*
University of Florida Gardening Solutions	*Bamboo Cycad*	*http://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/plants/trees-and-shrubs/palms-and-cycads/bamboo-cycad.html*
Gardening in the Coastal Southeast	*The Genus Ceratozamia*	*http://southeastgarden.com/ceratozamia.html*
National Center for Biotechnology Information	*Taxonomic review of Ceratozamia (Zamiaceae) in the Sierra Madre Oriental, Mexico*	*https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6023955/*
Agaveville *Xeric Plant Enthusiast Forum*	*Ceratozamia hildae*	*https://www.agaveville.org/viewtopic.php?f=42&t=1550*
The Encyclopedia of Palms & Cycads	*Ceratozamia hildae*	*http://www.llifle.com/Encyclopedia/PALMS_AND_CYCADS/Family/Zamiaceae/31989/Ceratozamia_hildae*
Botanic Garden Conservation International	*BGCI, Plant Search*	*C. hildae is found in 50 botanic gardens worldwide, URL: https://www.bgci.org/resources/bgci-databases/plantsearch/* *Additional information about ex-situ collections can be requested from BGCI –* *URL: https://tools.bgci.org/plant-search.php*

3 Sudáfrica.

El mensaje electrónico dirigido a la Autoridad Científica CITES de Sudáfrica (j.donalson@sanbi.org.za), no recibió respuesta.

Anexo 2

Lista de viveros con actividad comprobada o relacionada de comercialización de *C. hildae*.

CONTINENTE	PAÍS	NOMBRE DEL VIVERO
i. Viveros que ofrecen actualmente venta de *C. hildae*		
	América	
1	Estados Unidos	Indian Rock Cycads and Palms (California, EU).
2		Jungle Music, Palms & Cycads
3		Palm Cycad Exchange
4		The Cycad Jungle
	Europa	
5	Alemania	Exclusive Cycads
	Oceanía	
6	Australia	Palms for Brisbane
ii. Viveros que en el pasado han ofrecido venta de *C. hildae*, y/o que actualmente ofrecen especies de Zamiaceae		
	América	
7	Estados Unidos	Albert and Merkel Bros
8		Botanic Wonders
9		Jones Landscaping Nursery
10		Jurassic Garden A&A Cycads
11		Plant Creations
12		Plant Delights
13		Redland Nursery
14		San Marcos Growers
	Europa	
15	Alemania	EuroCycas
16		Rare Palm Seeds
17		Thrinax
18	Francia	A l'ombre des figuiers
19	Reino Unido	Minor Garden Plants
20		The Palm Centre
21		Treebrown Nurseries
	Oceanía	
22	Australia	Cycad Gardens of Eudlo
23		Cycad International
24		Plantation 2000
25		Tropical Coast Palms
iii. Sitios de interés dada la información que contienen sobre comercialización de *C. hildae* o Zamiaceae		
	América	
26	Estados Unidos	Agaveville, Xeric Plant Enthusiast Forum
27		Gardening in the Coastal Southeast.
28		The Evolution of Plants
	África	
30	República de Sudáfrica	CYCADfriends (Conservation through propagation)

Método de Evaluación del Riesgo de extinción de plantas en México (MER, Anexo Normativo II)

Este anexo es exclusivo para plantas
Se evalúa la situación de *Ceratozamia hildae*, una cícada endémica de la región biogeográfica de la Sierra Madre Oriental (SMO), México.

Clasificación
Clase: Cycadopsida
Orden: Cycadales
Familia: Zamiaceae
Género. *Ceratozamia*

Nombre científico: ***Ceratozamia hildae*** G. P. Landry & M. C. Wilson 1979
Nombres comunes: Chamalillo, Pata de gallo, cícada bambú
El método de evaluación para especies en riesgo de extinción de plantas en México (MER) considera cuatro criterios:

A) Características de la distribución geográfica
B) Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón
C) Vulnerabilidad biológica intrínseca
D) Impacto de la actividad humana

Distribución Geográfica (Criterio A).

Las poblaciones de esta especie se encuentran distribuidas en una pequeña porción de los estados de Querétaro y San Luis Potosí. Hasta el momento no se tienen registros bibliográficos, ni de herbario que hagan referencia de la presencia de esta especie en otros estados, por lo tanto, la distribución de *C. hildae*, se ajusta a lo que en la NOM-ECOL-059-SEMARNAT-2010 se reconoce como microendémica. En Querétaro, las poblaciones se ubican solamente en la porción noreste del estado, en la zona de la Sierra Gorda; en San Luis Potosí se ubican en una pequeña zona de la huasteca en el sureste del estado, se asocia a los bosques de la franja de neblinas, entre 850 y 1300 msnm, con dominancia de encinos (como *Quercus reticulat*a Bonpl.). Las poblaciones que se registraron directamente en campo, para efectos de esta evaluación, se encontraron exclusivamente en Bosque de encino con algunos elementos tropicales con alta humedad, de forma particular en sitios escarpados con sustratos rocosos, densamente sombreados.

1) Extensión de la distribución.

El área de distribución de esta especie es mayor a 1 km^2, pero menor al 1% del territorio nacional. De acuerdo con el cálculo realizado con el SIG, la distribución potencial de las poblaciones de *C. hildae*, que es un equivalente del área de ocupación propuesta por el MER, abarca 7 475.61 km^2, lo cual representa aproximadamente el 0.004% del territorio nacional (Figura. 1). Por este motivo, decidimos que le corresponde el inciso b) y le asignamos un **valor de 3.**

2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes

El número de localidades registradas se basa en tres fuentes: 1) registros de herbarios, 2) información georreferenciada proporcionada por informantes y 3) registros realizados directamente en campo. Con

lo cual obtuvimos 14 registros en total. Sin embargo, se debe destacar que las cinco poblaciones que censamos en este proyecto mostraron el mismo patrón, son poblaciones pequeñas, de menos de 60 individuos, disyuntas y que ocupan cada una un área menor a una hectárea. Considerando lo anterior, corresponde con el inciso c) de 9 a 25 poblaciones y le asignamos un valor de 1.

3) Número de provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) en las que se encuentra el taxón

Las poblaciones de *C. hildae* se ubican exclusivamente en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental (SMO) (Figura 2) por lo que le corresponde el inciso a) con un valor de 3.

4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano

Como ya se mencionó, las poblaciones se distribuyen solamente en los estados de Querétaro y San Luis Potosí, luego entonces, presentan una distribución no periférica o extralimital, por lo tanto, le corresponde el inciso b) y le asignamos un valor de 0.

Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido 7/ 11= 0.64

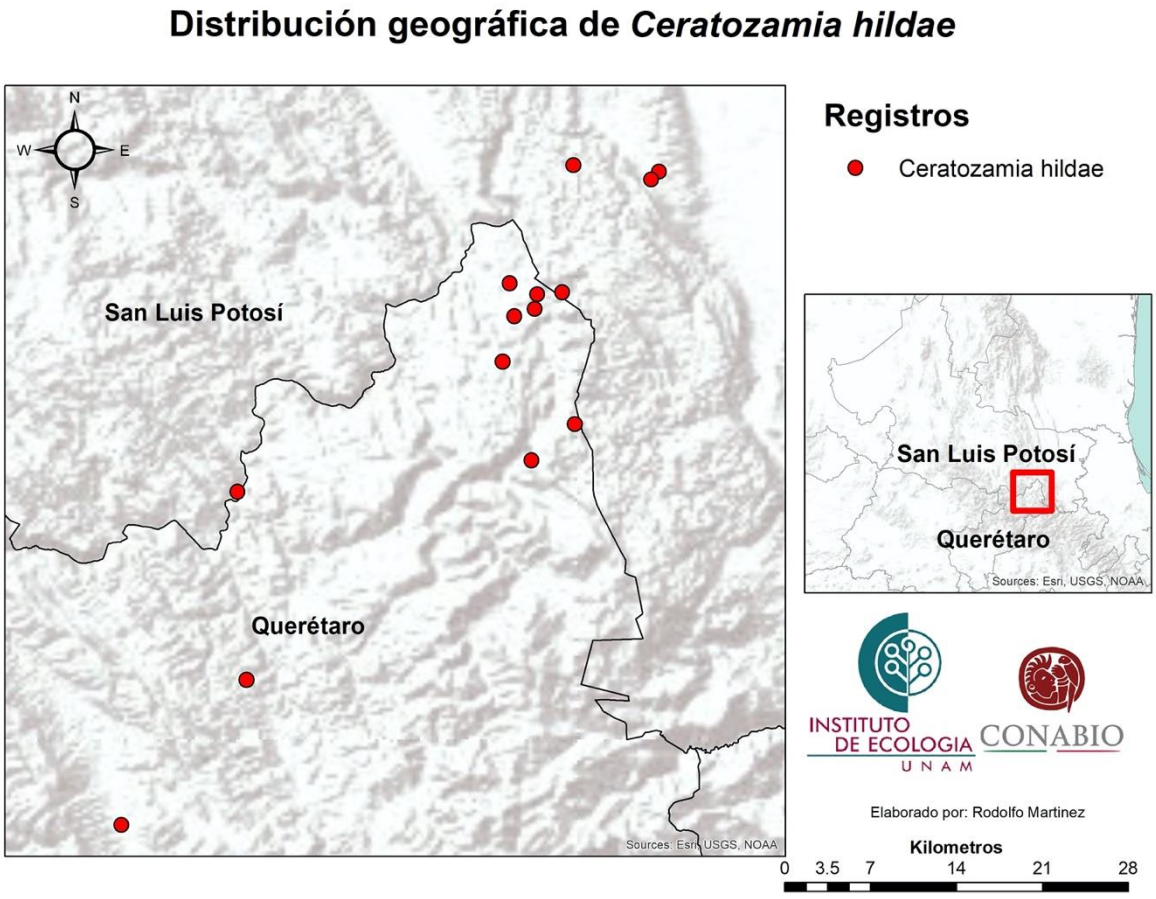


Figura 1. Distribución geográfica de 14 poblaciones con registros conocidos de *C. hildae*.

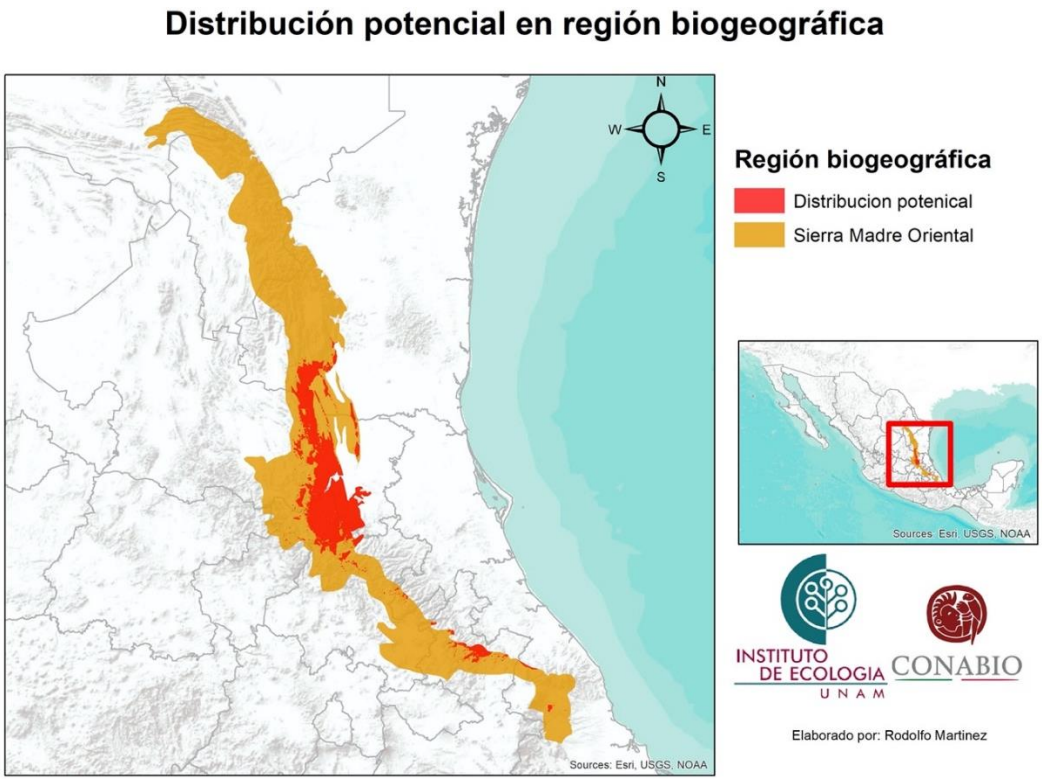


Figura 2. Distribución potencial *C. hildae* de acuerdo con el algoritmo de máxima entropía (MAXENT).

Condición del Hábitat (Criterio B).

El hábitat donde se encuentran las poblaciones de *C. hildae*, es frágil. Si bien algunas poblaciones se encuentran en lugares un poco alejados de caminos de terracería para autos y relativamente alejadas de la acción del ganado bovino, otras poblaciones se ubican cerca de caminos de terracería y de la actividad ganadera (El Chijol) o incluso a un lado de la carretera (Límite Qro/SLP). Además, es evidente que existe una fuerte presión por el cambio de uso del suelo en la región de la Sierra Gorda de Querétaro. La tendencia general es que se desmonte el bosque para dar lugar a la ganadería. Por lo cual, las poblaciones de *C. hildae* que aún se encuentran en zonas inaccesibles y escarpadas puedan ser las que contengan las poblaciones mejor conservadas.

1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta?

Las poblaciones de *C. hildae* registradas hasta el momento se distribuyen en Bosque de encino en transición con selva baja caducifolia, luego entonces, de acuerdo con lo especificado en el MER, le corresponde el inciso a) y le asignamos el valor de 3

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado?

No, le corresponde inciso b), valor de 0

3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario?

Si. Aún una localidad situada al lado de la carretera, en los límites de Querétaro con S.L.P., presenta disturbio. Este sitio, se encuentra en un manchón de bosque relativamente conservado, por lo tanto, consideramos que concuerda con el inciso a), con un valor de 1

4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias e la sucesión

No. *C. hildae* crece en zonas bien conservadas, inciso b), valor 0

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón

Las poblaciones de *C. hildae* registradas directamente en campo se ubican en una pequeña franja de altitud del bosque de encino que abarca desde 756 m snm hasta 993 m snm, lo que da como resultado una diferencia 237 metros en el gradiente altitudinal (Cuadro 1). Aunque es posible que poblaciones de *C. hildae* también se ubiquen en regiones un poco más elevadas 1 200 m snm y conservadas, de acuerdo con el testimonio de Roberto Pedraza del Grupo Ecológico Sierra Gorda (GESG), no se tiene registro directo de las mismas. En dado caso, si se llega a comprobar la existencia de dichas poblaciones, el intervalo altitudinal del inciso b) no se altera (200m > 500m), por lo tanto, le asignamos un valor de 2

Cuadro 1. Datos de registro de *Ceratozamia hildae* obtenidos durante la salida a campo, Sierra Gorda de Querétaro, México.

ID	UBICACIÓN	X	Y	MSNM	LATN	LONW
1	El Pocito (Conteo)	479767	2384829	993	21°33'58.4"	99°11'43.6"
2	San Francisco-Arenitas (GESG)	480670	2388479	987	21°35'57.2"	99°11'12.3"
3	Rancho Nuevo (GESG)	482214	2389062	881	21°36'16.2"	99°10'18.6"
4	Rancho El Chijol (Conteo)	480317	2391148	756	21°37'24.0"	99°11'24.7"
5	Camino a Rancho El Chijol	482402	2390246	809	21°36'54.7"	99°10'12.1"
6	Limite estatal QRO-SLP	484306	2390419	923	21°37'00.4"	99°09'05.9"

Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido 6/ 9= 0.66

Vulnerabilidad Biológica Intrínseca (Criterio C)

C-1. Demografía.

1) Número total de individuos (si no se tienen estimaciones asignar un valor de 0).

Los individuos registrados en cinco poblaciones en la Sierra Gorda de Querétaro, durante la salida de campo realizada de 16 al 22 de marzo del 2020, fueron 307 en total. Todas las poblaciones mostraron un patrón recurrente: menos de 60 individuos por población y cada población ocupaba un área pequeña menor de una hectárea. Por otro lado, la especialista del grupo Lilli Martínez, estudiosa del género *Ceratozamia,* ha realizado excursiones en otras poblaciones del género, particularmente con las especies que se localizan en la SMO, nos comunicó de un panorama muy similar para las poblaciones registradas en su investigación. Por lo tanto, es muy probable que las características demográficas de la especie sean un fenómeno recurrente en el tamaño demográfico y en el espacio que ocupan. Por lo anterior, nosotros colegimos que no hay muchas poblaciones más del género y es muy probable que las que faltan por registrar presenten el mismo patrón demográfico. Además, se debe considerar que el área de distribución geográfica de la especie es limitada, por lo que, muy probablemente, su tamaño demográfico no supera los 5 000 individuos; considerando lo anterior, consideramos que le corresponde el inciso b), de 500 a 5000 individuos en las poblaciones silvestres, alcanzando el valor de 2

2) Reclutamiento (si no existe información, asignar un valor de 0). Se refiere al fenómeno en el que nuevos individuos se unen a la población, y muchas veces hace referencia a los individuos derivados de un proceso de reproducción sexual.

Es importante resaltar que, si bien todas las poblaciones registradas en campo presentan reclutamiento, el número de plántulas en la mayoría es muy bajo, por lo tanto, suponemos que hay un escaso reclutamiento. Dadas las frecuencias tan bajas de adultos en todas las poblaciones, además de que su naturaleza dioica, es muy probable que las plántulas sean propágulos de la misma planta madre y se presenten altos niveles de endogamia en esta fase del ciclo de vida. Sin embargo, siguiendo las reglas propuestas por el MER, corresponde con el inciso a) y un valor de 0

3) Atributos demográficos (si no existe información, asignar un valor de 0).

a) ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción?

No hay evidencia de densodependencia, pero, como ya se mencionó, las plantas crecen en un área muy pequeña y para que la reproducción sea exitosa, las plantas masculinas deben estar cerca de las femeninas, lo cual sucede en todas las poblaciones. Se desconoce la razón sexual de las poblaciones y si la fecundidad se da en un vecindario pequeño de pocos metros de acción. Falta conocimiento de la razón sexual (Numero de plantas masculinas/ número de plantas femeninas) para tener una idea si la polinización tiene algún efecto densodependiente. Por el momento, asumimos que no hay un efecto, valor 0

b) ¿Hay clonalidad (capacidad de generar nuevos individuos independientes por medio de reproducción asexual)?

No, valor = 1

c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país?

Los datos históricos del saqueo de las poblaciones son fidedignos, además de la evidente reducción del hábitat en el sitio donde crecen. Sí, valor = 1

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad? En algunas especies los individuos reproductivos muy grandes contribuyen desproporcionadamente a la fecundidad de la población.

No se tiene esta información disponible, sin embargo, es seguro que las plantas femeninas son pocas en cada una de las poblaciones y que la producción de semillas es baja. Por falta de evidencia asignamos el valor de 0

e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles?

Sí, valor 1

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?

Ceratozamia hildae, es una gimnosperma, por lo que no produce flores. Sus conos tanto masculinos (microestróbilos), como femeninos (megaestróbilos), deben ser sincrónicos para que haya fecundación. De acuerdo con un informante local, Francisco Bolaños, al menos en la población de El Pocito, la producción de conos se da a finales de marzo y durante el mes de abril. Sí = 1

g) ¿El taxón produce pocos propágulos (en comparación con otros miembros de su linaje)?

Esta cuestión es difícil de contestar porque dentro del género *Ceratozamia*, hay una amplia variación en la producción de propágulos, semillas y plántulas. Por ejemplo *C. fuscoviridis* produce bastantes semillas (Pulido *et al*. 2015); por el contrario, *C. zaragozae*, dado su bajo número de individuos adultos y su baja producción de megaestróbilos, exhibe una baja producción de propágulos (Castillo-Lara et al. 2018). Sin embargo, considerando lo que se sabe del género hasta el momento, *C. hildae* es una especie que, en promedio, produce pocos propágulos, La situación se acentúa si comparamos con los datos que se

conocen de otras cícadas, por ejemplo, el género *Dioon*, donde la producción de propágulos es considerablemente mayor. Por lo anterior consideramos que a *C. hildae* le corresponde el valor de 1

C-2. Genética (donde no se tiene información asignar el valor de 0)
No se tiene información, por lo tanto, 0

C-3 Interacciones bióticas especializadas. ¿Se ha observado (o inferido) la presencia de las siguientes interacciones bióticas en el taxón? (si no existe información, asignar un valor de 0).

1) ¿El taxón requiere una "nodriza" para su establecimiento?

C. hildae no está asociada a ninguna nodriza, es una planta del sotobosque y por lo tanto requiere de la sombra que proporcionan los árboles. Sin embargo, no depende de ninguna especie particular que le proporcione sombra o cobertizo, por lo tanto, el valor asignado es 0

2) ¿El taxón depende de un forofito específico?

No, crece en el suelo, valor 0

3) ¿El taxón requiere de un polinizador específico?

Un fenómeno recurrente en todas las cícadas, es que son polinizadas por una o muy pocas especies de animales. Para el caso particular de las cícadas está muy bien registrado que los escarabajos curculiónidos están asociados a gran cantidad de especies y que esta interacción es sumamente específica (Oberprieler, 2004). El caso más connotado para una cícada mexicana es el de *Zamia furfuracea*, con la que una especie de curculiónido, *Rhopalotria mollis,* mantiene una interacción muy estrecha, ya que todo su ciclo de vida transcurre en la planta, y sus larvas se desarrollan en el interior del microestróbilo. No hay ningún motivo para pensar que *C. hildae* sea la excepción de un fenómeno ampliamente registrado en todo el grupo de cicadales. Aunque aún no se conoce cuál es el polinizador, es casi un hecho que es un escarabajo, curculiónido o langúrido y que la interacción para la polinización es muy específica. y que la interacción para la polinización es muy específica, por lo tanto, le asignamos el valor de 1

4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?

La dispersión en cícadas está escasamente estudiada, pero se conoce que requieren que sea desprendida la sarcotesta para que puedan germinar. En el género *Dioon,* algunas semillas son removidas por mamíferos de pequeño tamaño, los cuales dejan rastros de sus incisivos sobre la esclerotesta de las semillas (Flores-Vázquez 2012). Sin embargo, para el género *Ceratozamia*, no se tiene información fidedigna al respecto. Por el tamaño de las semillas de *C. hildae*, 1.3 a 1.9 cm de largo (Vovides 1999) es probable que puedan ser dispersadas por aves o por mamíferos pequeños, por lo que asignamos el valor de 0

5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada? No, valor 0
6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza? No, valor 0
7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos (incluyendo competencia muy intensa con especies alóctonas o invasoras)

Sí. En la salida de campo pudimos comprobar que un alto porcentaje del follaje en todas las poblaciones, y de todos los estados de desarrollo, plántulas juveniles y adultas, son afectados por la acción de las larvas de una mariposa de género *Eumaeus*. No se estimó sistemáticamente el porcentaje de afectación, pero calculamos que entre el 50 al 60% del follaje en todas las poblaciones es afectado. Es importante tomar en cuenta que esta relación de herbivoría es sumamente específica y es necesario medir su efecto para la adecuación de las poblaciones *de C. hildae*, a corto y mediano plazo. Valor 1.

Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido/ 23; valor =0.39

Impacto de la actividad humana (Criterio D)

1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat? Está especie crece en sitios específicos y es muy sensible al disturbio. Sus hojas son pocas, delgadas y suaves comparadas con las de otras cícadas, su hábitat es el bosque de encino bien conservado y es evidente que su hábitat está disminuyendo en la zona de la Sierra Gorda de Querétaro, el panorama en las poblaciones de San Luis Potosí parece incluso más severo, es por este motivo que asignamos el valor de 1
2) ¿Cuál es el nivel del impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón (impacto igual a fragmentación, modificación, destrucción, urbanización, pastoreo o contaminación del hábitat y se refiere tanto a la intensidad como a la extensión)? Las poblaciones de *C*. *hildae* son muy frágiles al disturbio y requieren de la buena conservación del bosque para su subsistencia, porque son muy sensibles a la cantidad de irradiación solar ya que se establecen en sitios muy sombreados y de alta humedad. La apertura de caminos y el cambio de uso de suelo para establecer potreros promueven un ambiente más seco, así como condiciones adversas para los individuos de esta especie; también la presencia de ganado bovino tiene un efecto negativo muy evidente; en el muestreo que realizamos en la salida de campo, de cinco poblaciones que censamos , dos de ellas (El Chijol y límite Qro-SLP) presentaban efectos de las actividades humanas, mientras que otras tres estaban relativamente alejadas de comunidades humanas y tienen un mejor estado de conservación. En una de las poblaciones registradas (Rancho Chijol) se evaluó la perturbación antropogénica del medio a través de la métrica propuesta por Martorell y Peters (2008), a partir del índice de disturbio obtenido se estimó la contribución de los agentes perturbadores antropogénicos a este índice, siendo las Actividades Humanas el agente que contribuye en un mayor porcentaje (61.2%), seguida de la Ganadería (36.32%). Esta evaluación sólo pudo realizarse en una de las poblaciones que se encontró en campo. Por lo anterior, nuestro estudio concluye que, de manera general, que el impacto es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones, inciso c) de la evaluación en este rubro, por lo que asignamos un valor de 2
3) Existe evidencia (mediciones, modelos o predicciones) que indiquen un deterioro en la calidad extensión del hábitat como efectos de cambio globales (e. g. sensibilidad a cambio climático o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo. Debido a las preferencias de uso de suelo, se prevé un cambio drástico del uso de suelo, gran parte de los pueblos de la región, como Valle Verde, son primordialmente ganaderos y la tendencia es que esta actividad se intensifique a corto y mediano plazo. Entre los años 2005 a 2010 se estima que los cambios en la reserva fueron principalmente debido a la conversión a pastizales con 2,193 hectáreas y las áreas agrícolas con 549 hectáreas, donde los tipos de vegetación principalmente afectados fueron: la selva baja caducifolia, el bosque mixto y el bosque de encino (Ríos Saís, 2015), este último es donde habita *C. hildae*. Aunque esta tasa de cambio de uso de suelo no ha sido tan drástica en los últimos años, debido a la gestión de la RBSG, los cambios continúan y por principio precautorio es preferible asignar el valor de 1
4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón? Se refiere tanto a la intensidad como a la extensión; el uso puede implicar la extracción, la cosecha de propágulos o la remoción de parte de la biomasa de un individuo. El uso por la población humana de ciertas especies es un factor de riesgo que puede llevarlas

a la extinción, pero hay muy distintas intensidades de uso. Históricamente, las poblaciones de *C. hildae* fueron saqueadas por colectores y vendidas en muchas partes del mundo con fines ornamentales. Esto dio inicio con el "descubrimiento" de la especie por Luciano Guerra, de Mission, Texas. Guerra fue un ávido colector de cícadas mexicanas durante muchos años e identificó rápidamente a esta especie como diferente de todas las que conocía. Durante muchos años, la nueva especie conocida como "Hilda" por el nombre de pila de una de las hijas de Guerra- fue importada por el orden de miles de ejemplares a los Estados Unidos, desde México (Landry, 1990). El comercio ilegal de ejemplares completos y/o semillas ha disminuido considerablemente. Sin embargo, el saqueo fue tan fuerte que el efecto sigue persistiendo hasta hoy día, ya que la estructura de las poblaciones denota pocos individuos adultos y una escasa regeneración de plántulas en todas las poblaciones muestreadas en este proyecto. Por otra parte, no se registra el uso de las de hojas en rituales religiosos como el caso de *Ceratozamia fuscoviridis* (Vite 2010), en el estado de Hidalgo, ó de *Dioon merolae* en Chiapas (Pérez-Farrera y Vovides 2006); tampoco se tiene conocimiento de la colecta y consumo de semillas para realizar diversos alimentos (tamales, atoles, etc.) Bonta *et al.* 2019. Tampoco se extraen semillas para el establecimiento de UMAs ya que en México no se tiene registro de esas unidades de manejo en viveros establecidos que comercien *C. hildae* como especie ornamental: Fue efectuada una consulta ante la Direccion General de Vida Silvestre (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT), a finales de 2019, inquiriendo específicamente acerca de la existencia de registros de este modelo de aprovechamiento. Desafortunadamente, la dependencia no contestó, por lo que se da por inexistente. Una consulta del mismo tenor se llevó a cabo ante la Representación Querétaro de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a lo que la respuesta fue: "Respecto a la solicitud de información que refiere para la especie *C. hildae*, me permito informar a Usted que, en esta oficina de representación federal de la SEMARNAT en Querétaro, no se tiene registro de la especie para el manejo, conservación ni aprovechamiento sustentable". Por lo anterior, podemos concluir que actualmente no hay un uso, ni extensivo o ni intensivo de las plantas de esta especie. Nuestra apreciación particular es que los pobladores de la región no le dan ningún tipo de importancia y no tienen conocimiento de la relevancia de la especie. Por lo anterior, consideramos que en este caso corresponde el inciso e), no hay impacto de uso significativo en ninguna población, valor 0.

5) ¿Es cultivado o propagado *ex situ*? (a nivel nacional o internacional). La propagación disminuye la presión de colecta sobre muchas especies de importancia comercial, además de que el material cultivado puede llegar a ser fuente de especímenes en programas de conservación *ex situ*. Pese a que existen registros de dos UMA en México que podrían contar con la especie, no hay evidencia de sus actividades con la misma. Es importante mencionar que no se cuenta con datos sobre la proporción sexual de las poblaciones y, por ende, no tenemos información de cuántas plantas femeninas productoras de semillas existan en la naturaleza; tampoco se tiene registro preciso de la temporada de producción de conos y cuántas semillas se producen en promedio por megaestróbilo. Dadas las características de las poblaciones, urge elaborar un plan de manejo para contemplar la posibilidad de tener un programa de conservación *ex situ;* hasta el momento, la mayor colección de ejemplares *ex situ*, se encuentra en el Jardín botánico Francisco Javier Clavijero, del INECOL en Jalapa, Veracruz con 75 ejemplares vivos. Otros jardines botánicos en México que tienen representación de la especie en sus colecciones vivas son: Jardín Botánico Culiacán, Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y el Jardín Botánico Regional "Roger Orellana" del Centro de Investigación

Científica de Yucatán, A. C., pero no existe ningún plan estatal, ni en Querétaro, ni en San Luis, Potosí, que coadyuve a la conservación de esta especie endémica. Es muy importante conocer todos los aspectos reproductivos de *C. hildae*, para tener una base firme de conocimiento para poder contemplar un escenario de conservación ex situ, que contribuya a atenuar la presión sobre las poblaciones silvestres. Desafortunadamente, no hay tal plan y a este rubro asignamos el valor 0.

Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido 4/ 10 = 0.4

Aplicando los criterios y subcriterios del Método para Evaluación de Plantas en Riesgo en México (MER) Nosotros proponemos que *Ceratozamia hildae* mantenga su estatus de especie Amenazada, aunque saca un puntaje de 2.09, lo cual corresponde a especie en Peligro de Extinción. Sin embargo, debemos ser cautelosos en nuestra propuesta ya que tenemos información confiable de la existencia de otras poblaciones de las cuales no sabemos cuál sea su estado de conservación, por otra parte, aun se tiene mucho desconocimiento de los aspectos reproductivos de la especie: 1) cuántos individuos femeninos hay en las poblaciones, 2) si la reproducción es frecuente y se da año tras año, 3) cuántas semillas viables se producen por megaestróbilo y 4) quién es el agente polinizador y que tan vulnerable es a los regímenes de disturbio actual.

Hasta que se conozca con mayor precisión los detalles de la distribución geográfica, aspectos demográficos y reproductivos, tenderemos un panorama más veraz de la situación de la especie. Por el momento, consideramos que la categoría de riesgo es amenazada, pero con una alta posibilidad de pasar, a corto plazo, a especie en peligro de extinción de mantenerse las tendencias actuales.

Categoría de riesgo	Puntaje obtenido
Amenazada (A)	2,09

Literatura Citada

Bonta M., Pulido-Silva M. T., Diego-Vargas T., Vite-Reyes A., Vovides A. P. y Cibrián-Jaramillo, A. 2019. Ethnobotany of Mexican and northern Central American cycads (Zamiaceae). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 15:4 https://doi.org/10.1186/s12002-018-0282-z

Castillo-Lara, P., P. Octavio-Aguilar y J. A. De-Nova. 2018. *Ceratozamia zaragozae* Medellín-Leal (Zamiaceae), an endangered Mexican cycad: New information on population structure and spatial distribution. *Brittonia* 70:155-165

Flores-Vázquez, J. C., Valverde, T. y Lucas, J. L. 2012. How critical are the early life-cycle stages in population ecology of cycads? A case study with Dioon merolae in Southestrarn Mexico. Memoirs of the New York Botanical Garden.

Landry, G. 1990. Portrait of a species: *Ceratozamia hildae* the bamboo cycad. *Cycad Newsletter* 13(1):3-7.

Martorell, C. y Peters, E. 2008. Disturbance-Response Analysis: A Method for Rapid Assessment of the Threat to Species in Disturbed Areas. *Conservation Biology* 23(2):377-387.

Oberprieler, R.G., 2004. ‘‘Evil weevils”—the key to cycad survival and diversification? In: Lindstrom, A. (Ed.), Proceedings of the 6thInternational Conference on Cycad Biology. Nong Nooch Tropical Garden, Chonburi, Thailand, pp. 170–194.

Pérez-Farrera, M. A. y Vovides A. P. 2006. The ceremonial use of the threatened “Espadaña” cycad (*Dioon merolae*, ZAMIACEAE) by a community of the central depression of Chiapas, Mexico. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 78:107-113.

Pulido, M. T., Vargas-Zenteno, M., Vite, A. Y Vovides, A. P. 2015. Range extension of the endangered mexican cycad *Ceratozamia fuscoviridis* Moore (teosintle): implications for conservation. *Tropical Conservation Science* 8: 778-795

Ríos Saís, G.A. 2015. Estudio de la Tasa de Cambio de las Cubiertas del Suelo para la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (Querétaro). SEMARNAT, CONANP, GIZ, KFW. México. Con insumos del proyecto MAD-Mex. Informe Final

Vite A. 2010. Etnobotánica de cícadas en Hidalgo y algunos aspectos demográficos de *Ceratozamia fuscoviridis* D. Moore. Tesis de Licenciatura: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Conclusiones

El proyecto XA012 "Evaluación del estado de conservación, aprovechamiento y amenazas de *Ceratozamia hildae* en el marco del examen de revisión periódica de especies listadas en los Apéndices de la CITES" reúne todos los datos que es posible recabar acerca de esta singular cícada, y señalar los siguientes aspectos como prioritarios para su atención, enfoque y manejo.

Dada su singular disposición de foliolos en fascículos a lo largo del raquis, la especie, en su etapa adulta, no corre riesgo de ser confundida con otro *taxon* cercano. No obstante, durante su etapa como plántula sí puede ser confundida con *Ceratozamia latifolia.* La coexistencia de ambos *taxa* en simpatría podría ocurrir en los límites de sus zonas de distribución y es un factor a tomar en cuenta para la protección de la población silvestre de *C. hildae*.

Dentro de su ecosistema, *C. hildae* es hospedero de la mariposa *Eumaeus*, en sus etapas de huevo, larva y pupa. En otras especies de la familia Zamiaceae se ha documentado el secuestro de cicasinas por parte de orugas de *Eumaeus*, para posteriormente emplearlas como defensa contra depredadores. Se trata de interacciones sumamente específicas, cuya interferencia puede repercutir en otras especies, como aquellas que son polinizadas por *Eumaeus* en su etapa adulta. Aun así, es importante reiterar que se requieren estudios particulares que amplíen y den claridad al papel que desempeña *C. hildae* dentro del ecosistema; de otra manera, su pérdida acarreará daños al ecosistema que por ahora no es posible siquiera vislumbrar. Es imprescindible seguir documentando las relaciones bióticas de esta especie, que forman parte de la información biológica patrimonial tanto para la humanidad, como para el futuro evolutivo del sistema natural.

Determinar el estado exacto de la población silvestre requiere un estudio más detallado que el que aquí se presenta. No obstante, puede declararse que, a partir de los conteos y censos efectuados, las poblaciones *in situ* de *C. hildae* son escasas, demográficamente pequeñas y cuya estructura tiene sobrerrepresentación de adultos, escasez de juveniles y sin reclutamiento evidente, lo que denota escasa regeneración. Esto debe considerarse junto con la escasa área de distribución de la especie; el género *Ceratozamia* tiene una de sus regiones de diversificación en la Sierra Madre Oriental. *C. hildae*, no obstante, presenta factores abióticos de altura y precipitación en un rango específico, que contribuye a su rareza. El área potencial es de 7,475.61 km^2, de acuerdo a modelo empleado.

Las poblaciones pequeñas de *C. hildae* se encuentran dentro de predios particulares. Aun estando situados dentro de un área natural protegida (Reserva de la Biósfera Sierra Gorda), su permanencia depende del uso que los propietarios asignen al terreno. En este escenario, por medio de métodos para evaluar el disturbio antropogénico, se identificó al cambio de uso de suelo para introducción de ganado, como el factor principal de disturbio local.

En términos comerciales, la disponibilidad de plantas de *C. hildae* en el mercado ha caído desde 1985, cuando fue incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES). Los datos del período comprendido en el lustro próximo pasado (2014 a 2018), podrían indicar la escasez de material legalmente propagado. Otra posibilidad es que en el presente tenga lugar la parte baja de un ciclo interés-desinterés por esta especie; no obstante, si los ejemplares se ofertan a bajos precios, la demanda podría aumentar y es necesario anticipar existencias producidas de manera sustentable.

Hoy día, el número de negocios que producen (o anuncian) *Ceratozamia hildae* G. P. Landry & M. C. Wilson, en el mundo, son escasos: 12 en los Estados Unidos de Norteamérica, 4 en Alemania, 3 en el Reino

Unido, 2 en Australia, 1 en Francia. Existe también un foro virtual en Sudáfrica donde la especie ha sido ofertada. En términos efectivos, solamente 6 viveros muestran tener existencias; y ninguno cuenta con registro CITES. Es recomendable que la Autoridad Científica CITES de México (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO) refuerce la comunicación estratégica con las autoridades de países como Australia, Estados Unidos de Norteamérica, Europa y Sudáfrica (donde se localizan los principales viveros productores), para mantener la compulsa sistemática de los materiales exportados e importados hasta que ajusten las cifras de uno y otro lado. También es importante que se exija la regularización de viveros autorizados por la CITES para comercializar especies del Apéndice I, ya que ninguno de los viveros encontrados en este análisis cuenta con un registro en la base de datos de la CITES.

Si bien el inventario total de plantas disponibles comercialmente no es determinable, se aprecia que las plantas son escasas. Es probable que los ejemplares de mayor tamaño, se hayan originado de colecciones particulares, en donde se desarrollaron por muchos años, por lo cual se percibe su todavía mayor "exclusividad", rareza, y escasa oferta.

En términos de acciones e instrumentos de conservación, es congruente el nivel de riesgo con el que *Ceratozamia hildae* es calificada en los instrumentos nacionales (NOM-059-SEMARNAT-2010) e internacionales (Lista Roja de la IUCN, Apéndice I de CITES). No obstante, en México la especie resulta prácticamente desconocida, dada la escasa, ambigua y en ocasiones inexistente información que acerca de ella tienen las autoridades competentes. No existe conservación documentada de la especie en Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, ni accesiones en bancos de germoplasma nacionales. A nivel mundial, la especie está presente en jardines botánicos con un número muy bajo de individuos documentados y sin labores de reproducción controlada. En México, la institución que la mantiene de manera más abundante es el INECOL (Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero).

El plan de trabajo de la IUCN para 2021-2024 puede ser un buen referente como hoja de ruta para la recuperación de la especie, empleando el ciclo: evaluar, planear acciones, ejecutarlas, crear redes y capacidades y comunicar el valor de la especie.

A escala internacional posiblemente existe una capacidad mínima suficiente para propagar artificialmente esta especie; y, en caso necesario, satisfacer la demanda de una manera legal. Sin embargo, hay que recalcar que, si bien las semillas y los ejemplares en tamaño de plántula parecen tener potencial para reproducirse ágilmente, los especímenes de mayor tamaño, para paisajismo, parecen estar limitados. Paradójicamente, en México la especie no atrae a los productores nacionales de flora ornamental, ni genera programas regionales o locales con fines de aprovechamiento sustentable y recuperación de las poblaciones.

En este escenario, las autoridades mexicanas deben exigir una vigilancia estricta en los movimientos transfronterizos de *C. hildae*, para evitar detrimentos ocasionados por extracciones ilegales en las poblaciones naturales remanentes, especialmente teniendo en cuenta que su saqueo histórico fue masivo.

Se incluyen en este informe las evaluaciones del marco de revisión periódica de CITES (Resolución 9.24). y el Método de Evaluación de Riesgo del Anexo Normativo II (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Después de evaluarla bajo los criterios biológicos para la inclusión de especies en el Apéndice I (Resolución Conf. 9.24, Rev. CoP17), se identifica que cumple con tales, ya que es una especie endémica que se distribuye en un estrecho gradiente altitudinal con un hábitat muy particular, sus poblaciones son pequeñas, escasas y fragmentadas. Por lo tanto, es menester que *C. hildae* permanezca en el Apéndice I.

Es necesario elevar el compromiso y capacidades de las instituciones, especialmente las federales, para sentar mejores bases y avanzar con mayor certidumbre al cuidado local de esta destacada cícada, nativa de la Sierra Madre Oriental de México.

Por otra parte, al aplicar los criterios y subcriterios del Método para Evaluación de Plantas en Riesgo en México (MER), se propone que *Ceratozamia hildae* mantenga su estatus de especie Amenazada, si bien el puntaje obtenido es de 2.09, que corresponde a especie en Peligro de Extinción. Sin embargo, es preferible mantener la cautela, ya que tenemos información confiable de la existencia de otras poblaciones de las cuales se desconoce el estado de conservación, y aun se tiene mucho desconocimiento de los aspectos reproductivos de la especie. Hasta que se conozcan con mayor resolución los detalles de la distribución geográfica, aspectos demográficos y reproductivos, se contará con un panorama más veraz de la situación de la especie. Por el momento, se considera que la categoría de riesgo es amenazada, pero con una alta posibilidad de pasar, a corto plazo, a especie en peligro de extinción de mantenerse las tendencias actuales.

Referencias

Avendaño Reyes, S., y Flores Gudiño, J. S. 1999. Registro de plantas tóxicas para ganado en el estado de Veracruz, México. *Veterinaria México* 30(1):79-94.

Avendaño, S., Vovides, A., Castillo-Campos, G. 2003. A new species of *Ceratozamia* (Zamiaceae, Cycadales) from Veracruz, Mexico. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:395-398.

Bongers, F., Popma, J., Meave-Del Castillo, J., & Carabias, J. (1988). Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* 74:55-80.

Bonta M., Pulido-Silva M. T., Diego-Vargas T., Vite-Reyes A., Vovides A. P. & Cibrián-Jaramillo, A. 2019. Ethnobotany of Mexican and northern Central American cycads (Zamiaceae). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 15:4 https://doi.org/10.1186/s12002-018-0282-z

Bowers, M. D., Farley, S. 1990. The behaviour of grey jays, *Perisoreus canadensis*, towards palatable and unpalatable Lepidoptera. *Animal Behaviour* 39(4):669-705.

Calonje M., Stevenson D.W. & Osborne R. The World List of Cycads, online edition [Internet]. 2013-2020. [cited 2020 May 09]. Available from: http://www.cycadlist.org

Castillo-Guevara C, & V. Rico-Gray. 2002. Is cycasin in *Eumaeus minyas* (Lepidoptera: Lycaenidae) a predator deterrent? *Interciencia* 27:465-470.

Castillo-Guevara, C. 2008. Herbivores and chemical defense in cycads. An ecological and evolutionary approach. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 97: 87-104.

Castillo-Lara, P., P. Octavio-Aguilar y J. A. De-Nova. 2018. *Ceratozamia zaragozae* Medellín-Leal (Zamiaceae), an endangered Mexican cycad: New information on population structure and spatial distribution. *Brittonia* 70:155-165.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2019. Enciclovida. Disponible en: http://enciclovida.mx/especies/155551-ceratozamia-hildae (Última consulta: 5 de mayo de 2020).

Comstock, J.A. 1948. The larva and pupa of *Eumaeus debora* Hbn. *Bull. Soc. Calif. Acad. Sci.* 47(1):3-5.

Contreras-Medina R., Ruiz-Jiménez C. & Luna-Vega I. 2002. Caterpillars of *Eumaeus childrenae* (Lepidoptera: Lycaenidae) feeding on two species of cycads (Zamiaceae) in the Huasteca region, Mexico. *Revista de Biología Tropical* (online) 51(1):201-204. Retrieved April 13, 2020, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442003000100017&lng=en&tlng=en

De la Llata, R., Rivera, E., Valtierra, G., Martínez, W., & Montoya, A. 2006. Caracterización de los ecosistemas, cambios en los usos de suelo y unidades paisajísticas, en la Reserva de la Biósfera "Sierra Gorda" de Querétaro. CONCYTEQ. Querétaro, México.

De Vries, P.J. 1983. *Zamia skinneri* and *Z. fairchildiana* (Zamiaceae) "Palmera siempre verde" cycad. En: Janzen ed. *Costa Rican Natural History*. The University of Chicago Press.

Donaldson J.S. 2003. Cycads. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Cycad Specialist Group IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Ehrlich, P.R. & P.H. Raven. 1964. Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution* 18(4):586-608.

Eliosa-León H. R., Nieto Montes de Oca A. & Navarro Carbajal M. C. 2010. Conservadurismo filogenético del nicho ecológico: un enfoque integral de la evolución. *Ciencias* 98:64-69.

González, D. y Vovides, A. 2002. Low Intralineage Divergence in *Ceratozamia* (Zamiaceae) Detected with Nuclear Ribosomal DNA ITS and Chloroplast trnL-F Non-coding Region. *Systematic Botany* 27(4):654-661.

González-Medrano, F. 1996. Algunos aspectos de la evolución de la vegetación de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 58:129–136.

Graham, A. 1999. Studies in Neotropical paleobotany. XIII. An Oligo–Miocene palynoflora from Simojovel (Chiapas, Mexico). *American Journal of Botany* 86:17–31.

Gual, M., & Medrano, F. 2014. Los bosques mesófilos de montaña en México. En: Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). 2014. *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Hernández-Oria, J.G., Chávez, R. & Sánchez, E. 2006. Efecto del disturbio crónico en *Echinocereus schmollii* (Weing.) N. P. Taylor, una Cactácea en peligro de extinción en el Semidesierto Queretano, México. *Zonas Áridas* 10:59-73.

International Plant Name Index. Publicada en internet: https://www.ipni.org/ (Última consulta: 27 de julio de 2018).

Krebs, J.C., 1999. Ecological Methodology, second ed. Addison Wesley Educational Publishers, Menlo Park.

Landry, G. 1990. Portrait of a species: *Ceratozamia hildae* the bamboo cycad. *Cycad Newsletter* 13(1):3-7.

Landry, G. and M. C. Wilson. 1979. A new species of *Ceratozamia* (Cycadaceae) form San Luis Potosí. *Brittonia* 31(3):422-424.

Leak, W. B. 1965. The J-shaped probability distribution. *Forest Science* 11:405–409.

Little, D.P. & Stevenson, D.W. 2007. A comparison of algorithms for the identification of species using DNA barcodes: examples for gymnosperms. *Cladistics* 23, 1–21.

Marmion, M., Parviainen, M., Luoto, M., Heikkinen, R. K., & Thuiller, W. 2009. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. *Diversity and distributions* 15(1):59-69.

Martínez-Domínguez, L. 2018. Taxonomía y evolución de *Ceratozamia* (Zamiaceae) en la Sierra Madre Oriental, México: un enfoque para su conservación. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.

Martínez-Domínguez, L., Nicolalde Morejón, F., Vergara-Silva, F. & Stevenson, D. W. 2018. Taxonomic review of *Ceratozamia* (Zamiaceae) in the Sierra Madre Oriental, Mexico. *PhytoKeys* 100:91-124. doi:10.3897/phytokeys.100.23152

Martínez-Domínguez, L., Nicolalde-Morejón, F. & Stevenson, D.W. 2017. Qualitative and quantitative morphological evidence for recognition of a new species within *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Mexico. *Phytotaxa* 317, 17–28.

Martínez-Guerrero, Betel & Cervantes-Hernández, Pedro. 2012. Requerimientos técnicos para estimar la distribución potencial de máxima entropía con el programa computacional MaxEnt. *Ciencia y Mar*. 16: 63-69.

Martorell, C. & Peters, E. 2003. Disturbiómetro. Taller sobre cactáceas mexicanas en el Apéndice I de CITES. Oaxaca, México.

Martorell, C. & E. Peters. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation* 124:199-207.

Martorell, C. & Peters, E. 2008. Disturbance-Response Analysis: A Method for Rapid Assessment of the Threat to Species in Disturbed Areas. *Conservation Biology* 23(2):377-387.

Mayr, E. 1961. Cause and effect in biology. *Science* 134:1501-1506.

Medina-Villarreal, A. & González-Astorga, J. 2016. Morphometric and geographical variation in the *Ceratozamia mexicana* Brongn. (Zamiaceae) complex: evolutionary and taxonomic implications. *Biological Journal of the Linnean Society* 119:213-233.

Medina-Villarreal, A., González-Astorga, J. & Espinosa de los Monteros, A. 2019. Evolution of *Ceratozamia cycads*: A proximate-ultimate approach. Molecular *Phylogenetics and Evolution* 139. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106530

Miranda, K. 2003. Estudio etnobotánico de las comunidades pames (xi'oi): Las Nuevas Flores, Las Flores y El Rincón, del estado de Querétaro. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales.

Morales N. 2012. Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación. *Revista Conservación Ambiental* 2(1):1-3.

Nicolalde-Morejón F., González-Astorga, J., Vergara-Silva F., Stevenson D.W., Rojas-Soto O. & Medina-Villareal A. 2014. Biodiversidad de Zamiaceae en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl*. 85: 114-125.

Nicolalde-Morejón, F., Vergara-Silva, F., González-Astorga, J., Stevenson, D.W., Vovides, A.P. & Sosa V. 2011. A character-based approach in the Mexican cycads supports diverse multigene combination for DNA barcoding. *Cladistics* 27:150–164.

Norstog, K. J. & Nicholls, T. J. 1997. The biology of the cycads, Cornell University Press, Ithaca.

Norstog, K.J. & Stevenson, D.W. 1980. Wind? or insects? The pollination of cycads. *Fairchild Trop. Garden Bull.* 35:28-30.

Ornduff, R. 1987. Sex ratios and coning frequency of the cycad *Zamia pumila* L. (Zamiaceae) in the Dominican Republic. *Biotropica* 19:361-364.

Pérez-Farrera, M. A. & Vovides A. P. 2004 Spatial distribution, population structure, and fecundity of *Ceratozamia matudai* Lundell (Zamiaceae) in El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico, *Botanical Review* 70:299–311

Pérez-Farrera, M. A., Vovides A. P, Octavio-Aguilar, P. González-Astorga, J., de la Cruz-Rodríguez, J., Hernández-Jonapa, R. & Maza S. 2006. Demography of the cycad *Ceratozamia mirandae* (Zamiaceae) under disturbed and undisturbed conditions in a biosphere reserve of Mexico. *Plant Ecology* 187:97–108.

Pérez-Farrera, M.A. & Vovides, A.P. 1997. Manual para el cultivo y propagación de cycadas. Instituto Nacional de Ecología. México.

Pérez-Flores, C. & Soto, E. 2007. Neurotoxinas de cianobacterias en los alimentos. *Elementos* 66:47-50.

Phillips, S. J., Dúdik, M., & Schapire, R. E. [Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Accessed on 2020-5-13.

Prado, A., Mckenna D. D. & Windsor, D. 2012. Molecular evidence of cycad seed predation by inmature Aulacoscelidinae (Coleoptera: Orsodacnidae). *Systematic Entomology* 37:747-757.

Puig, H. 1991. Vegetación de la Huasteca México. Estudio fitogeográfico y ecológico. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM); Instituto de Ecología, A.C.; Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines (CEMCA). México, D.F., México.

Pulido, M. T., Vargas-Zenteno, M., Vite, A. Y. & Vovides, A. P. 2015. Range extension of the endangered mexican cycad *Ceratozamia fuscoviridis* Moore (teosintle): implications for conservation. *Tropical Conservation Science* 8:778-795

Ríos Saís, G.A. 2015. Estudio de la Tasa de Cambio de las Cubiertas del Suelo para la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (Querétaro). SEMARNAT, CONANP, GIZ, KFW. México. Con insumos del proyecto MAD-Mex. Informe Final.

Rivadeneyra-Domínguez, E. & Rodríguez-Landa, J. F. 2013. Las cícadas y su relación con algunas enfermedades neurodegenerativas. *Neurología* 29(9):516-522.

Rivera-Fernández, A; Octavio-Aguilar, P.; Sánchez- Coello, N. G.; Sánchez-Velásquez, L R.; Vázquez-Torres, S. M. & Iglesias-Andreu, L. 2012. Estructura poblacional y distribución espacial de *Ceratozamia mexicana* Brongn. (ZAMIACEAE) en un ambiente conservado y en uno perturbado. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15:S110-S117.

Rutherford C., Donaldson J.S., Hudson A., McGough H.N., Sajeva M., Schippmann U. & Tse-Lawrence M. 2013. CITES and Cycads a user´s guide. Kew Publishing, Royal Botanical Gardens, Kew, UK.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F.

Sánchez-Tinoco, M.Y., Engleman E. M. & Vovides, A.P. 2000. Cronología reproductiva de *Ceratozamia mexicana* (Cycadales). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66:15-23.

Sass, C., Little, D.P., Stevenson, D.W., Specht, C.D. 2007. DNA barcoding in the Cycadales: testing the potential of proposed barcoding markers for species identification of cycads. *PloS One* 11, e1154.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1999. Programa de Manejo. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. SEMARNAP y Unidad de Participación Social, Enlace y Comunicación del Instituto Nacional de Ecología, México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)/ Instituto Nacional de Ecología INE. 2000. Protección, conservación y recuperación de la familia Zamiaceae (Cycadales), México, SEMARNAP-INE, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Diario Oficial de la Federación (DOF), miércoles 6 de marzo de 2002.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Stevenson, D. W., Sábato, S. & Vázquez-Torres M. 1986. A new species of *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Veracruz, México, with comments on species relationships, habitats and vegetative morphology in *Ceratozamia. Brittonia* 38(1):17-26.

Stevenson, W. W., A. Vovides & Chemnick, J. 2003. Regional overview: New World. In: Donaldson, J. (ed.) *Cycads Status Survey and Conservation Action Plan*. pp. 31-38. IUCN. Gland, Switzerland.

Sturges, H. 1926. The choice of a class-interval. *J. Amer. Statist. Assoc.* 21:65-66.

Terry, I., Walter, G. H., Moore, C., Roemer, R. & Hull, C. 2007. Odor-Mediated push-pull pollination cycads. *Science* 318: 70.

The Plant List. 2013. Version 1.1. Publicada en internet: http://www.theplantlist.org/ (Última consulta: 27 de julio de 2018)

Vázquez, A. (Coord.). 2010. Xl'OI Los verdaderos hombres. Atlas Etnográfico. Pames de la Sierra Gorda Queretana. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Filosofía. Querétaro, México.

Vega, R. y Peters, E. 2003. Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas. En: Sánchez, O., Vega, E. y Monroy-Vilchis, O. (editores). *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. INE, México.

Vovides, A. 2001 Anexo II de la NOM-059-SEMARNAT-2001, Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Plantas en México) para *Ceratozamia hildae*.

Vovides, A. P. 1999. Familia Zamiaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes, Fascículo 71. Instituto de Ecología A. C.

Vovides, A. P. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in *Dioon edule* Lindl. (Zamiaceae, Cycadales) in its natural habitat in central Veracruz, Mexico. *Brenesia* 35: 97-103.

Vovides, A. P., González-Astorga, J. A., Pérez-Farrera, M. A. 2011. Nuestro conocimiento sobre la diversidad de las cícadas (Zamiaceae, Cycadales). En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2011. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México.

Vovides, A. P., González, D., Pérez-Farrera, M.A., Avendaño, S., & Bárcenas, C. 2004. A review of research on the cycad genus *Ceratozamia* Brongn. (Zamiaceae) in Mexico. *Taxon* 53:291–297.

Vovides, A. P. & Nicolalde-Morejón, F. 2010. Ficha técnica de *Ceratozamia zaragozae*. En: Vovides, A. P. (compilador). *Base de datos de la cícadas mexicanas*. Instituto de Ecología A.C., INECOL. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. DK008. México, D.F.

Vovides, A. & Rees, J.1980. Datos adicionales sobre *Ceratozamia hildae* Landry et Wilson. *Biotica* 5(1):1-4.

Whitaker, M. & Salzman, S. 2020. Ecology and evolution of cycad feeding lepidoptera. *Ecology Letters* doi: 10.1111/ele.13581

Whitelock, L. M. 2002. The cycads. Chapter 8, *Ceratozamia*. Timber Press Portland, Oregon. pp. 57-59.

Whitelock, L. M. 2004. Classification concepts in *Ceratozamia* (Zamiaceae). En: Walters, T., Osborne, R. (Eds.) *Cycad classification concepts and recommendations*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 95–109.

Zamudio-Ruiz, S., Rzedowski, J., Carranza, E. 1992. La vegetación de Querétaro. Panorama preliminar. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. 99 p.