



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**TAXONOMIA, DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICO-AMBIENTAL Y  
CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE LA SECCIÓN SAMAROIDES  
(*DIOSCOREA*-*DIOSCORACEAE*) DE MÉXICO.**

**Tesis**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO

PRESENTA:

**JORGE AGNES SIGÜENZA PACHECO**

DIRECTOR DE TESIS

**Dr. Oswaldo Téllez Valdés**

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

**Patricia Dolores Davila Aranda**

**Raymundo Montoya Ayala**

**Rafael Lira Saade**

**Maya Mónica Hernández Moreno**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

<b>1.</b>	Introducción.....	3
<b>2.</b>	Objetivos.....	6
<b>3.</b>	Materiales y método.....	7
<b>3.1</b>	Revisión de datos e información pertinente.....	7
<b>3.2</b>	Revisión bibliográfica.....	7
<b>3.3</b>	Integración de base de datos.....	8
<b>3.4</b>	Trabajo de campo.....	8
<b>3.5</b>	Análisis filogenético.....	8
<b>3.6</b>	Perfil bioclimático.....	9
<b>3.7</b>	Distribución potencial.....	10
<b>3.8</b>	Análisis de los patrones geográficos y conservación.....	11
<b>4.</b>	Resultados.....	13
<b>4.1</b>	Matriz de caracteres morfológicos.....	13
<b>4.2</b>	Tratamiento taxonómico.....	15
<b>4.3</b>	Clave artificial para la determinación de especies.....	16
<b>4.4</b>	Perfiles bioclimáticos.....	22
<b>4.5</b>	Distribución potencial.....	25
<b>4.6</b>	Análisis de los patrones geográficos y evaluación del estado de conservación.....	27
<b>4.7</b>	Discusión y Conclusiones.....	32

## INTRODUCCIÓN

El género *Dioscorea* L. es considerado el grupo más diverso dentro de la familia Dioscoreaceae; se han reportado alrededor de 650-800 especies para él. Se distribuye principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo; África, América, Asia y Oceanía las cuales albergan condiciones idóneas para su distribución, por ello se les encuentra con mayor frecuencia, aunque también se distribuye en Europa, en un intervalo más restringido debido a las condiciones climatológicas (Mignouna *et al.*, 2009). En México habitan aproximadamente 80 especies de este género, 48 de las cuales se consideran endémicas al país (Téllez & Schubert, 1996).

Los estudios moleculares han permitido definir la monofilia del género (Caddick *et al.*, 2000; Walls, 2009; Viruel *et al.*, 2016), sin embargo, la definición a nivel infragenérico no está resuelta aún genéticamente, lo cual permitiría agrupar a las especies correspondientes en una categoría infragenérica (posiblemente en secciones), como ha sido propuesto ya por Uline (1850) y Knuth (1924). Tradicionalmente, las especies del género *Dioscorea* habían estado agrupadas en 4 subgéneros y 70-75 secciones con base en diversos estudios basados en la morfología (Uline, 1805; Kunth, 1850; Knuth, 1924; Téllez & Geeta, 2007). De acuerdo con Knuth (1924), 45-50 secciones pertenecen al subgénero *Dioscorea*, 20-30 pertenecen al subgénero *Helmia* y prácticamente el 98% de las especies presentes en América son endémicas al continente. Sin embargo, debido a la carencia de estudios detallados sobre la estructura infragenérica, existe ambigüedad a este nivel, que quizá se refleje en la delimitación seccional; como consecuencia de ello, varias especies de *Dioscorea* posiblemente se encuentran en secciones diferentes a las que en realidad deberían de pertenecer (Knuth, 1924; Caddick *et al.*, 2002).

Existen pocos estudios detallados de la nomenclatura y distribución general de las especies de *Dioscorea* que contribuyan a resolver la controversia acerca de la ubicación

taxonómica de este género, pues la falta de estudios sobre el tema son insuficientes para su solución. Un antecedente relevante, lo representa el estudio de Téllez & Geeta (2007) quienes realizaron la revisión taxonómica de la sección *Apodostemon*, con base en información morfológica, ecológica y de sus relaciones filogenéticas (Walls, 2009), reconociendo 18 especies: 11 mexicano-centroamericanas y 7 sudamericanas. De ellas, 7 que tradicionalmente se encontraban incluidas en esta sección fueron excluidas.

En México, las especies se encuentran ampliamente distribuidas en la mayor parte del país; la mayor riqueza se presenta en la parte suroeste y occidente de México; Oaxaca (26 especies), Chiapas (23), Guerrero (21) y Michoacán (20), son los estados con mayor número de especies del género. En contraste, en los estados del norte incluyendo Coahuila, Nuevo León y la península de Baja California prácticamente estas especies están ausentes (Matuda, 1953). Sudamérica se considera particularmente rica en Dioscóreas, con alrededor de 250 especies. En su mayoría, las especies de este género habitan regiones de clima cálido o templado-cálido (Knuth, 1924; Barroso *et al.*, 1974; Al-Shehbaz & Schubert, 1987).

En general, un gran número de especies de *Dioscorea* poseen semillas aladas periféricamente, un menor número presenta el ala reducida y ubicada hacia un extremo, y un número reducido de especies, tiene semillas que carecen de esta ala. En particular, un pequeño grupo de tres especies ha sufrido modificaciones morfológicas dramáticas, ya que dos de las tres cavidades de la característica cápsula del género *Dioscorea* se han reducido hasta dejar de ser funcionales, la última de ellas convirtiéndose en una especie de ala, y la semilla prescindiendo de esta ya que se ha reducido (Burkill, 1967; Knuth, 1924; Téllez & Schubert, 1994).

La dispersión de la semilla es anemócora; alrededor del 95% de las especies de *Dioscorea* poseen semillas aladas periféricas, situadas posterior o anteriormente. El restante 5% presenta importantes modificaciones en este carácter. Es decir, el ala se encuentra en

diversos estados de reducción hasta desaparecer totalmente. De hecho, existen casos extremos como los de *D. matudae* O. Téllez & B.G. Schub., *D. tacanensis* Lundell y *D. cyphocarpa* B.L. Rob., en las cuales sus frutos están sumamente modificados careciendo del ala y de dos de las cavidades de la cápsula, de manera que adquieren la apariencia de un fruto samaroide, con semillas planas y carentes del ala, las cuales se asemejan a aquellas pertenecientes al cercano género *Rajania* del Caribe (Walls, 2009; Sigüenza *et al.*, 2018), ahora *Dioscorea* basado en estudios moleculares (Viiruel *et al.*, 2017)

El fruto samaroide es un carácter distintivo de *Dioscorea matudae*, *D. tacanensis* y *D. cyphocarpa*. Estas especies se distinguen principalmente por esta característica, las cuales parecen conformar un grupo monofilético. De hecho, con base en estudios y análisis filogenéticos con el uso de marcadores moleculares (Walls, 2009; Viruel *et al.*, 2016) y morfológicos (Sigüenza *et al.*, 2018), estas especies forman un clado.

A partir de la información generada de los estudios de Walls (2009), Viruel *et al.* (2017 y Couto (2018), se definió que estas tres especies podría conformar un grupo monofilético, por lo que se propone la descripción de una nueva sección “Samaroides” para incluir a las tres especies, con el fin de ayudar a esclarecer a nivel seccional la estructura infragenérica de *Dioscorea*, ya que estas especies ahora están ubicadas en una sección a la que no pertenecen o no están asignadas a una en particular (Knuth, 1924; Caddick *et al.*, 2002).

Se han detectado diversas tendencias evolutivas en *Dioscorea*, la mayor parte están claramente representadas en la organografía del grupo, sin embargo, algunas más están relacionadas con su comportamiento ecológico y geográfico. El análisis de los elementos provistos por los datos geológicos de diversas zonas de trabajo en Mesoamérica, las características morfológicas del grupo y su distribución geográfica y ecológica, han

permitido concluir que regiones específicas situadas en Mesoamérica actúan como centros de diversificación del género (Halffter, 1978; Toledo, 1982).

Por lo tanto, y con base en los antecedentes, el marco teórico del presente estudio, tiene el propósito de definir la monofilia y resolución taxonómica del grupo y contribuir al conocimiento de la distribución geográfica-ambiental de las especies mexicanas con fruto samaroide del género *Dioscorea*. De manera específica, se pretende identificar sus patrones de distribución y endemismo, y la relación existente entre el clima y su distribución, todo ello también para definir una categoría de riesgo para su conservación, puesto que se considera que las especies de este grupo se encuentran en peligro de extinción.

## **OBJETIVOS**

- Objetivo general

Elaborar el tratamiento taxonómico de las especies de la nueva sección Samaroides, así como conocer su distribución geográfico-ambiental y su estado de conservación, basado en la categoría de riesgo actual.

- Objetivos particulares

Estructurar una base de datos de herbario de las especies con fruto samaroide de *Dioscorea*.

Construir y analizar una matriz de caracteres morfológicos y sus estados.

Elaborar el tratamiento taxonómico de las especies con fruto samaroide.

Generar los perfiles bioclimáticos de las especies registradas en la base de datos y compararlos para relacionar sus valores de tolerancia climática.

Proyectar la distribución potencial de las especies estudiadas para conocer las posibles zonas donde puedan habitar de manera óptima.

Analizar los patrones de distribución geográfica de cada especie para asignar su correspondiente categoría de riesgo.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Revisión de datos e información pertinente**

Se consultaron datos florísticos de las especies de la familia Dioscoraceae en México, a partir del estudio de especímenes depositados en el herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología, UNAM, así como de una intensa búsqueda de información en la literatura y en diferentes bases de datos en línea; como la del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad de la CONABIO y la BDs del Dr. Oswaldo Téllez Valdés, especialista en *Dioscorea*.

### **Revisión de bibliografía**

El marco teórico se apoyó en la recopilación de información del género, en los antecedentes enfocados en la investigación de las especies y en las descripciones de las mismas (el



tratamiento está sustentado en la información adquirida de las bases de datos de diferentes colecciones nacionales e internacionales, así como en la revisión bibliográfica taxonómica, filogenética, florística, ambiental y biología de la conservación del género).

### **Integración de base de datos.**

El estudio se basó en el análisis de los caracteres y sus estados de las tres especies del género *Dioscorea* con fruto samaroide, *D. matudae* O. Téllez & B.G. Schub., *D. tacanensis* Lundell y *Dioscorea cyphocarpa* B.L. Rob. La base de datos incluyó: nombre de la especie, coordenadas geográficas (longitud, latitud), localidad, fecha de la colecta y el hábitat donde se localizó la especie registrada. También se incorporarán los datos para determinar la distribución geográfica y estado de conservación de cada una de las especies.

### **Trabajo de campo**

Se programaron una salida a las grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, con el fin de recolectar muestras de las tres especies. La única especie que no pudo ser recolectada fue *Dioscorea tacanensis* Lundell, en la localidad del mismo nombre, y no se colectaron en consecuencia sus tubérculos. Desafortunadamente, las expediciones no se llevaron a cabo por la pandemia de Covid19.

### **Análisis filogenético**

Se estructuró un cuadro comparativo incluyendo distintos caracteres morfológicos iniciando en función de la estructura del fruto de cada especie, con el fin de determinar la monofilia del género. El programa que se utilizó fue Winclada ver. 0.9.9 + (BETA). Se analizaron las nueve especies incluidas en la sección *Polyneuron* Uline y las especies

relacionadas con las especies con frutos samaroides en las distintas filogenias consultadas, así en total se analizaron *Dioscorea cyphocarpa*, *D. matudae* y *D. tacanensis* las cuales comparten los frutos samaroides, y se contrastaron con las características morfológicas de otras especies también ubicadas en la sección *Polyneuron*, las cuales son *Dioscorea minima*, *D. multinervis*, *D. orizabensis*, *D. platicolpota* y *D. pringlei* y con *D. bartlettii* C.V. Morton, por ser una especie cercana desde el punto de vista genético de acuerdo con Walls (2009).

### **Perfil bioclimático**

El perfil bioclimático se obtuvo con el programa BIOCLIM 6.1 (Xu & Hutchinson, 2011), el cual correlaciona los puntos en los que se encuentra distribuida la especie (coordenadas) y la elevación del lugar en donde fue colectada con relación a un juego de capas ambientales, lo que permitió generar un perfil que muestra las condiciones climáticas de dicho lugar (Nix, 1986; Linder Mayer *et al.*, 1991; Villaseñor & Téllez-Valdés, 2004). Para la elaboración de los modelos bioclimáticos se requirió de un conjunto de capas climáticas que representan 19 parámetros (Cuervo-Robayo *et al.*, 2013) (Cuadro 1).

### **Cuadro 1. Parámetros climáticos**

1. Temperatura media anual
2. Oscilación diurna de la temperatura (°C)
3. Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y 7)
4. Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación en %)
5. Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C)

6. Temperatura mínima promedio del periodo más frío
7. Oscilación anual de la temperatura (°C)
8. Temperatura promedio del trimestre más lluvioso (°C)
9. Temperatura promedio del trimestre más seco (°C)
10. Temperatura promedio del trimestre más cálido (°C)
11. Temperatura promedio del trimestre más frío (°C)
12. Precipitación anual (mm)
13. Precipitación del mes más lluvioso (mm)
14. Precipitación del mes más seco (mm)
15. Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación en %)
16. Precipitación del trimestre más lluvioso (mm)
17. Precipitación del trimestre más seco (mm)
18. Precipitación del trimestre más cálido (mm)
19. Precipitación del trimestre más frío (mm)

### **Distribución potencial**

Una herramienta conceptual importante, es el modelado del nicho ecológico, la cual permite predecir con base en la relación entre puntos coordinados conocidos y una serie de capas ambientales (principalmente climáticos) la posible distribución de una especie (Hijmans *et al.*, 2006). Es así que se generaron modelos de distribución potencial con el programa MaxEnt 3.4.1. (Maximum Entropy species distribution modeling; Phillips *et al.*, 2015). El análisis de los datos geográficos con MaxEnt funciona bajo el principio probabilístico de máxima entropía, lo cual significa que el modelo generado tiende a aproximarse a la uniformidad (Phillips *et al.*, 2004). En la calibración de los modelos se utilizó el 80% de los registros para la generación del modelo y el 20% restante como datos

de prueba. Otras opciones se utilizaron por omisión de acuerdo con las recomendaciones de Hijmans *et al.* (2006) y otros autores como Nix, 1986; Lindenmayer , 1991; Phillips *et al.*, 2004; Villaseñor & Téllez, 2004; Phillips *et al.*, 2006.

### **Análisis de los patrones geográficos y conservación**

Las especies de este estudio, no sólo son endémicas restringidas a México o a los estados donde se distribuyen, sino a pequeñas áreas dentro de estos por lo que se consideró pertinente aplicar una evaluación para identificar su estado de conservación, esto de acuerdo con los criterios del MER (Tambuti *et al.*, 2011) de la IUCN (Viers *et al.*, 2018), aplicando el algoritmo de Moat *et al.* (2017), que incorpora los elementos de estas dos normas para hacerlo con ayuda del sistema de Información geográfica ArcView 3.3 (ESRI, 2006). Con los resultados producto de la base de datos, el perfil bioclimático y la distribución actual y potencial, se calculó la “Extensión del área de la posible ocurrencia de la especie” (Extent of occurrence - EOO por sus siglas en Inglés) y el “Área real de ocupación de la especie” (Area of occupancy, AOO).

La extensión del área de la posible presencia de la especie, es el área que incluye todos los sitios de ocurrencia de una especie.

- La extensión de ocurrencia se puede calcular en un SIG por medio de:
  1. Importando datos georreferenciados.
  2. Trazando un mapa de distribución de puntos
  3. Generando un polígono que encierra los puntos.
  4. Calculando el área de la forma

El área real de ocupación de la especie es definida por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), como aquella que se encuentra dentro de la extensión de la posible área de ocurrencia y en la cual se ha registrado previamente a la especie.

Para asignar una categoría de riesgo a una especie, se definen 4 principios basados en los “Criterios del MER” (Tambutti *et al.*, 2001; Semarnat, 2002). Este método indica los grados ascendentes del riesgo de amenaza con base en una escala de 3 a 4 valores.

A. Amplitud de la distribución del taxón en México.

- I) Muy restringida = 4
- II) Restringida = 3
- III) Medianamente restringida o amplia = 2
- IV) Ampliamente distribuida o muy amplia = 1

B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

- I) Hostil o muy limitante = 3
- II) Intermedio o limitante = 2
- III) Propicio o poco limitante = 1

C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.

- I) Vulnerabilidad amplia = 3
- II) Vulnerabilidad media = 2
- III) Vulnerabilidad baja = 1

D. impacto de la actividad humana sobre el taxón.

- I) Alto impacto = 4
- II) Impacto medio = 3

III) Bajo Impacto = 2

Una vez aplicados los criterios del MER, se procederá a la suma del puntaje obtenido en cada criterio y se la categoría de riesgo a la que va a pertenecer:

Taxón con suma de:  $12 - 14 =$  Peligro de Extinción (Pr).

Taxón con suma de:  $10 - 11 =$  Amenazado (A).

## RESULTADOS

### Matriz de caracteres morfológicos

El análisis filogenético entre las especies, el cual se basó en la comparación de los principales cambios en los caracteres morfológicos y sus estados. Se polarizó con una especie hipotética que fuera completamente contrastante (Cuadro 2). A partir de este análisis se obtuvo un cladograma (Fig. 5) que refleja las relaciones filogenéticas con base en el contraste de los caracteres y estados de carácter morfológicos, con un Ci (índice de consistencia) de 74 y un Ri (índice de retención) de 75. En el cladograma se observan diferentes puntos entre cada nudo: los círculos negros representan caracteres homólogos mientras que los círculos blancos representan caracteres homoplásicos.

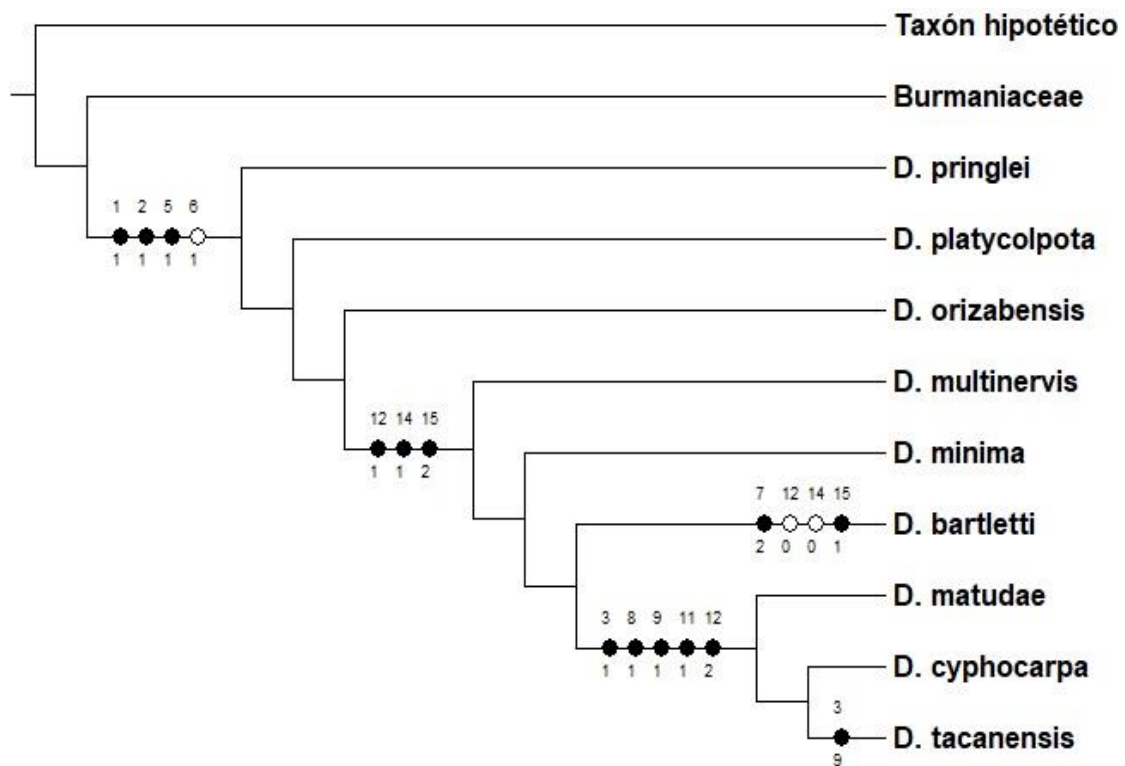
- Homología: estructuras o características que se encuentran en dos o más especies diferentes heredadas de un ancestro en común.
- Homoplasia: estructuras o características compartidas por dos o más especies diferentes y que no se encuentran presentes en su ancestro en común.

Los caracteres morfológicos y sus estados considerados en los análisis fueron:

- 1-Sexo: 0 – hermafrodita; 1 – dioica.  
 2-Compatibilidad: 0 – sí; 1 – no  
 3-Órganos de almacenamiento: 0 - rizomas; 1 tubérculos – 9 sin dato  
 4-Tallo: 0 – trepador; 1 - postrado  
 5-Hojas sésiles: 0 – sésiles; 1 pediceladas  
 6-Estambres: 0-6; 1 – 3  
 7-Anteras: 0 – introrsas; 1 – extrorsas; 2 - antrorsas  
 8-Pedúnculo: 0 - 2-3 mm de corto; 1 - 10 mm de largo  
 9-Pedúnculo: 0 – 1-2 mm grueso; 1 – 0.5 mm delgado  
 10-Fruto: 0 – seco; 1 – succulento  
 11-Fruto: 0 - cápsulas; 1 – sámara  
 12-Fruto: 0 – oblongo; 1 – esférico; 2 - semicircular  
 13-Semillas: 0 - planas; 1 - globosas  
 14-Semillas: 0 - aladas; 1- no aladas  
 15-Semillas: 0 - ala periférica; 1 ala lateral; 2 reducida

**Cuadro 2.** Matriz de los caracteres y sus estados usados en el análisis cladístico.

Especies/ caracteres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Burmaniaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. matudae</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	2	0	1	2
<i>D. tacanensis</i>	1	1	9	0	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1	2
<i>D. cyphocarpa</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	2	0	1	2
<i>D. bartletti</i>	1	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>D. multinervis</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	2
<i>D. minima</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	2
<i>D. platycalpota</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. pringlei</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. orizabensis</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Figura 3.** Cladograma del análisis filogenético en el que se muestran las sinapomorfias.

### Tratamiento taxonómico

*Dioscorea* sección *Samaroides* Sigüenza, Dávila, Lira & O. Téllez, Sect. Nova

Tuberculi albus; hypogeous. Herbacea volubile, caules sinistrorsum volubile; flori staminata solitari vel cymulosi; flori pistilata solitari. Fructus samaroideus, inaquilaterales lobulis, ovari 2 sterelibus, ala tertia accrescente; semina planae vel oblonga, non alata.

Especie tipo: *Dioscorea cyphocarpa* Rob.



Tuberculos con peridermis y parénquima blanco. Herbácea trepadora, tallos levovolubles; flores etaminadas solitarias o en cimulas; flores pistiladas una por nodo. Fruto samaroide, con dos de las cavidades abortadas, la tercera desarrollada como un ala; semillas planas, semi-circulares a oblongas, sin ala. Especie tipo: *Dioscorea cyphocarpa* Rob.

**Clave artificial para la determinación de especies.**

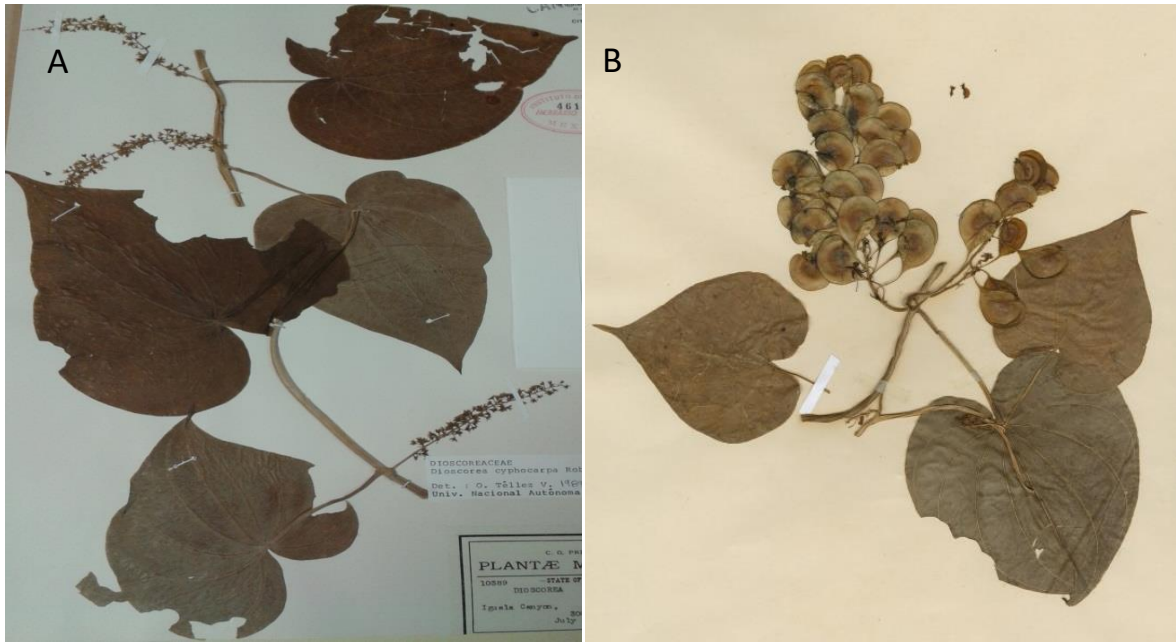
- 1. Plantas postradas.....2
  - 2. Plantas con 1-2 hojas; flores blancas.....*D. minima*
  - 2. Plantas con 1-3(-7) hojas; flores verdes.....*D. multinervis*
- 1. Plantas trepadoras.....3
  - 3. Fruto una cápsula; semillas aladas periféricamente; plantas con rizomas.
    - 4. Rizoma epigeo; hojas coriáceas; flores estaminadas y pistiladas púrpura; semillas aladas lateralmente .....*D. bartlettii*
    - 4. Rizoma hipogeo; hojas membranáceas; flores estaminadas y pistiladas verde amarillentas a blancas; semillas aladas periféricamente.
      - 5. Flores de 4-5 mm de largo; inflorescencias densas.....*D. platycolpota*
      - 5. Flores de 2-3 mm de largo; inflorescencias laxas.
        - 6. Pedicelos de 2-3 mm de largo..... *D. orizabensis*
        - 6. Pedicelos de 0.5-1.2 mm de largo.....*D. pringlei*
  - 3. Fruto samaroide; semillas no aladas; plantas con tubérculos..
    - 7. Flores estaminadas solitarias; Chiapas.....*D. tacanensis*
    - 7. Flores estaminadas en címulas.
      - 8. Estambres 3, localizados en el centro del receptáculo; Guerrero.....*D. cyphocarpa*
      - 8. Estambres 6, insertos en la base de los tépalos; Querétaro.....*D. matudae*

*Dioscorea cyphocarpa* B.L. Rob. ex R. Knuth, Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem 7: 209. 1917. Tipo; México. Guerrero: Iguala Canyon, alt. 900 m, C.G. Pringle. 10339 (holotipo, MEXU; isotipos, A, ENCB, F, MEXU, MO, XAL).

Trepadora, tallos dextrorsos, 3-4 mm de grueso, conspicuamente ranurado. Hojas 12-16 cm de largo, 6-14 cm de ancho, glabrescentes, papiráceo-membranácea, ápice acuminado, base profundamente cordada. 11-13 nervias. Pecíolo 10 cm de largo. Inflorescencias estaminadas, racimos de címulas. Pedicelo 3-4 mm de largo. Perianto 3-4 mm de diámetro, campanulado; segmentos lanceolados. Estambres 3, de 1-2 mm de largo, anteras extrorsas, insertos en el centro del receptáculo. Inflorescencias pistiladas de 6-10 cm de largo; flores solitarias, una por nodo, de 3-4 mm de largo. Estilo rudimentario nulo. Pedúnculo de 1 cm de largo. Fruto samaroide, 2 cm de largo, 1.5 cm de ancho, 2 de las cavidades abortivas, la 3ª desarrollada a manera de un ala acrescente-creciente. Semillas 7-8 mm de largo, 5 mm de ancho, planas, no aladas.

**Ejemplares examinados.** México: Guerrero; Iguala Canyon, -99 31 48 longitud W, 18 20 24 latitud N, bosque tropical caducifolio, altitud 743 m, 29 de Julio de 1907, C.G. Pringle 10389 (MEXU). México: Guerrero; Municipio de Quechultenango, Juxtlahuaca, -99 08 99.6 longitud W, 17 26 20 latitud N, selva baja caducifolia, altitud 834 m, 16 de Noviembre del 2018, Arturo Hernández (MEXU). México: Guerrero; 4 km a W de la desviación a Chichicualco, la desviación está a 1.5 km al N de Chilpancingo, -99 32 53.53 longitud W, 17 35 55.38 latitud N, selva baja caducifolia alterada, altitud 1390 m, 24 de Agosto de

1982, *R. Torres. C. 1212* (MEXU). México: Oaxaca; San Juan Mixtepec, La Batea, -97 51 00 longitud W, 17 22 00 latitud N, bosque de pino y encino, altitud 1748 m, 26 de Agosto de 1988, *Jerónimo R.S. & R.S. Francisco 485* (MEXU). México: Oaxaca; Santiago Yosondúa, Vergel, -97 34 00 longitud W, 16 48 00 latitud N, bosque de pino encino, altitud 1050 m, 16 de Julio del 2013, *Sandoval, D., P. Juvenal y M. López 956* (MEXU).



**Figura 1.** Ejemplares revisados en las colecciones del herbario. **A-B** *Dioscorea cyphocarpa* B.L. Rob. Tipo; México. Guerrero; Iguala Canyon *Pringle*. 10339 (holotipo, MEXU).

*Dioscorea matudae* O. Téllez & B.G. Schub, *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74(3): 539. 1987. Tipo; México. Querétaro: 4 km al E del poblado Arroyo Seco, carretera a Jalpan, alt. 840 m, selva baja caducifolia, 20 Oct. 1982, *P. Tenorio L. & C. Romero de T. 2265* (holotipo, MEXU; isotipos, A, ENCB, F, MEXU, MO, XAL).

Tallo sinistrorso 1-1.5 mm, ligeramente angulado a lineado. Hojas (2.7-) 3.5-5.8 cm de largo, (1.5-)2-4.3 cm de ancho, alternas, ovadas, la base cordada, el ápice agudo a larga y abruptamente acuminado; 7-nervias, prominentes en el envés, ocasionalmente escasa y cortamente serruladas, las más externas bifurcadas; pecíolo (0.7-)1-2 cm de largo, ligeramente angulado, cortamente serrulado. Inflorescencia estminada 1 ó 2 racimos de cimmas o panículas de cimmas de 4-12 cm de largo por axila; raquis angulado y conspicuamente serrulado; flores 2-4(-6) por cima; pedicelo ca. 1mm de largo. Perianto 1-1.5 mm, verdoso a amarillento; tépalos 1-1.3 mm de largo, 0.5 mm de ancho, oblongos a elípticos; estambres 6, 1 mm de largo, insertados en la base de los tépalos. Inflorescencia pistilada 1 racimo de 2.4-11 cm de largo por axila; raquis angulado, conspicuamente serrulado; flores solitarias; pedicelo 1-2 (-3) mm de largo, 0.5-1 mm de ancho, ovado-lanceolado, acuminada. Cápsulas 9-12 mm de largo y ancho, con dos de los lóculos abortados, en algunos casos incompletamente y no se producen semillas (con los dos lóculos completamente abortados 7-8 x 2.5 mm, ó con los lóculos desarrollados 9-12 x 6-9 mm), suborbiculares o orbiculares, membranosas; pedicelo acrescente en el fruto 4-6 mm de largo, cortamente serrulado; semilla 4 mm de largo, 3 mm de ancho, suborbicular, parda, solo una semillas en el lóculo desarrollado, el ala casi completamente abortada u ocasionalmente presente como vestigios cerca al hilo.

**Ejemplares examinados.** México: Querétaro; Municipio de Jalpan; 7 km al SE de Tancoyol, -99 18 59.75 longitud W, 21 20 59.22 latitud N, bosque tropical caducifolio, altitud 750 m, 9 diciembre 1993, *R. Fernández N. 3676* (MEXU). México: Querétaro: Municipio de Landa; 2 km al S del Rincón de Piedra Blanca, -99 7 15.21 longitud W, 21 10 47.99 latitud N, bosque de encino, altitud 750 m, 25 septiembre 1989, *Erasmus Gonzales. 1049* (MEXU). México:

Querétaro: Municipio de Landa; 11 km al SW de Agua Zarca, río Moctezuma, -99 10 52.07 longitud W, 21 9 13.89 latitud N, bosque de *Bursera* y *Cedrela*, ladera de cerro, orilla de arroyo, cañada, altitud 450 m, 23 de Noviembre de 1989, *Miram Rubio. 1366* (MEXU).  
México: Querétaro: Municipio de Jalpan; 4 km al E de Arroyo Seco, carr. a Jalpan, -99 40 12 longitud W, 21 30 36 latitud N, selva baja caducifolia, altitud 850 m, 20 de Octubre de 1982, *P. Tenorio L. 2265* (MEXU).



**Figura 2.** Ejemplares revisados en las colecciones del herbario. **C-D** *Dioscorea matudae* O. Téllez & B.G. Schub. **C:** *D. matudae*. Tipo; México. Querétaro; Municipio de Jalpan. *P. Tenorio L. & C. Romero de T. 2265* (holotipo, MEXU). **D:** *D. matudae*. México: Querétaro; Municipio de Landa. *Miram Rubio. 1366* (MEXU).

*Dioscorea tacanensis* Lundell, *Lloydia* 2(2): 78–79. 1939. Tipo. México: Chiapas; collected on Mt. Tacaná, Chiquihuites, a la orilla de bosque mixto, altitud. 1000-1200 m, Aug 1938, *Eizi Matuda 2416* (holótipo, MICH).

Tallos levovolubles, escasa y esparcidamente puberulentos a glabrescentes. Hojas 7-9 cm de largo, 5-10 cm de ancho, peciolados, alternos, glabrescentes, membranáceos, ampliamente ovados. 11-15-nervias, la base profundamente cordada, el ápice abruptamente caudado-acuminado, el haz y el envés glabros; pecíolos 7.5 cm, esparcidamente puberulentos a glabrescentes. Inflorescencias racimosas. Inflorescencias pistiladas con 1-2 racimos de 11-15 cm por axila; raquis glandular-puberulento; flores solitarias; pedicelos c. 1 mm; perianto 1.5-2 mm, verde; tépalos c. 1.5 mm, lanceolados a elípticos, puberulentos; estaminodios 3, insertados en la base de la columna estilar; columna estilar c. 0.8 mm, estilos simples, delgados, los estigmas 3; pedicelo en el fruto 7-10 mm, acrescente. Fruto samaroides, 14 mm de largo, 11 mm de ancho, con 2 lóculos abortados, el tercero acrescente, membranáceas, pardo claro, oblongas a suborbiculares. Semillas 7 mm de largo, 5 mm de ancho, oblongas a reniformes, 1 por lóculo, pardo claro, lisas, no aladas.

**Ejemplares examinados.** México: Chiapas; Chiquihuite, Volcán Tacaná, -92 06 1.54 longitud W, 15 05 36.93 latitud N, bosque mesófilo de montaña, altitud 1500 m, 1939. *Lloydia. 2416* (MEXU). México: Chiapas; Municipio de Villacorzo; cerro La Peña, al O del ejido Sierra Morena, -93 36 08 longitud W, 16 09 51 latitud N, selva mediana perennifolia, altitud 1450 m, 19 de Octubre del 2002, *Leonardo Alvarado. 568* (MEXU). México: Guerrero; Municipio de Villacorzo; cerro La Bola, al W del ejido Sierra Morena, -93 36 39

longitud W, 16 08 17 latitud N, bosque mesófilo de montaña, altitud 1750 m, 3 de Agosto del 2002, *Reyes García con Leonardo Alvarado*. 5205 (MEXU)



**Figura 3.** Ejemplares revisados en las colecciones del herbario. **E-F** *Dioscorea tacanensis* Lundell. Tipo. México: Chiapas; Volcán Tacaná. *Eizi Matuda* 2416 (holótipo, MICH).

Conservación de las especies de frutos samaroides

### Perfiles bioclimáticos

Se estimaron los valores promedio mensuales de 19 parámetros climáticos para cada especie. Estos valores son importantes, desde el punto de vista biológico, pues son útiles para describir las condiciones óptimas en las que las especies se pueden encontrar o aquellas que influyen de manera directa en la distribución de las mismas. Por ejemplo, la temperatura promedio

anual describe los valores de temperatura que están relacionados con el aporte de agua y nutrientes para la planta (Woodward, 1987). Los perfiles de las tres especies de este estudio se muestran en los cuadros 3, 4 y 5.

*Dioscorea cyphocarpa* Rob.

PARÁMETROS	MÍNIMO	10%	MEDIA	90%	MÁXIMO	S.D.
1. Annual Mean Temperature	19.05	19.63	22.94	25.45	25.45	2.14
2. Mean Diurnal Range	14.01	14.09	14.60	15.66	15.66	0.66
3. Isothermality	0.63	0.63	0.66	0.72	0.72	0.03
4. Temperature Seasonality (C of V)	0.40	0.43	0.52	0.70	0.70	0.08
5. Max Temperature of Warmest Period	30.09	30.83	34.09	38.37	38.37	2.60
6. Min Temperature of Coldest Period	7.75	8.28	12.03	13.65	13.65	2.00
7. Temperature Annual Range (5-6)	20.17	20.60	22.06	24.93	24.93	1.37
8. Mean Temperature of Wettest Quarter	19.92	20.47	23.44	25.98	25.98	2.03
9. Mean Temperature of Driest Quarter	17.05	17.80	22.12	25.31	25.31	2.58
10. Mean Temperature of Warmest Quarter	20.74	21.41	24.77	28.23	28.23	2.37
11. Mean Temperature of Coldest Quarter	16.89	17.43	20.96	22.85	22.85	2.10
12. Annual Precipitation	787.45	823.54	1067.80	1589.38	1589.38	260.27
13. Precipitation of Wettest Period	42.57	44.39	57.35	83.08	83.08	13.34
14. Precipitation of Driest Period	0.00	0.16	0.61	1.73	1.73	0.53
15. Precipitation Seasonality(C of V)	94.43	95.95	105.76	111.32	111.32	5.44
16. Precipitation of Wettest Quarter	481.69	502.71	660.24	948.77	948.77	158.19
17. Precipitation of Driest Quarter	8.96	11.92	19.27	41.87	41.87	10.55
18. Precipitation of Warmest Quarter	98.67	103.59	133.28	208.12	208.12	36.70
19. Precipitation of Coldest Quarter	13.93	15.25	24.03	43.29	43.29	9.09



*Dioscorea matudae* O. Téllez & B.G. Schub.

PARÁMETROS	MÍNIMO	10%	MEDIA	90%	MÁXIMO	S.D.
1. Annual Mean Temperature	22.41	22.49	23.01	23.98	23.98	0.68
2. Mean Diurnal Range	13.14	13.18	13.47	14.06	14.06	0.41
3. Isothermality	0.53	0.53	0.55	0.56	0.56	0.01
4. Temperature Seasonality (C of V)	1.10	1.11	1.14	1.19	1.19	0.04
5. Max Temperature of Warmest Period	34.53	34.60	35.13	35.93	35.93	0.60
6. Min Temperature of Coldest Period	9.43	9.52	10.42	11.28	11.28	0.77
7. Temperature Annual Range (5-6)	23.91	24.00	24.71	25.78	25.78	0.78
8. Mean Temperature of Wettest Quarter	24.59	24.68	25.35	26.53	26.53	0.84
9. Mean Temperature of Driest Quarter	18.41	18.45	18.83	19.26	19.26	0.35
10. Mean Temperature of Warmest Quarter	26.04	26.13	26.56	27.68	27.68	0.75
11. Mean Temperature of Coldest Quarter	17.64	17.71	18.20	18.92	18.92	0.54
12. Annual Precipitation	668.61	710.92	1163.01	1514.80	1514.80	363.31
13. Precipitation of Wettest Period	45.50	47.80	72.54	91.40	91.40	19.84
14. Precipitation of Driest Period	1.83	2.04	4.50	6.16	6.16	2.01
15. Precipitation Seasonality(C of V)	83.67	84.18	88.30	93.83	93.83	4.56
16. Precipitation of Wettest Quarter	368.42	389.89	623.66	797.92	797.92	184.65
17. Precipitation of Driest Quarter	33.33	36.39	67.79	94.58	94.58	27.29
18. Precipitation of Warmest Quarter	232.25	247.82	414.00	543.67	543.67	133.91
19. Precipitation of Coldest Quarter	35.40	38.60	71.86	99.22	99.22	28.50

*Dioscorea tacanensis* Lundell

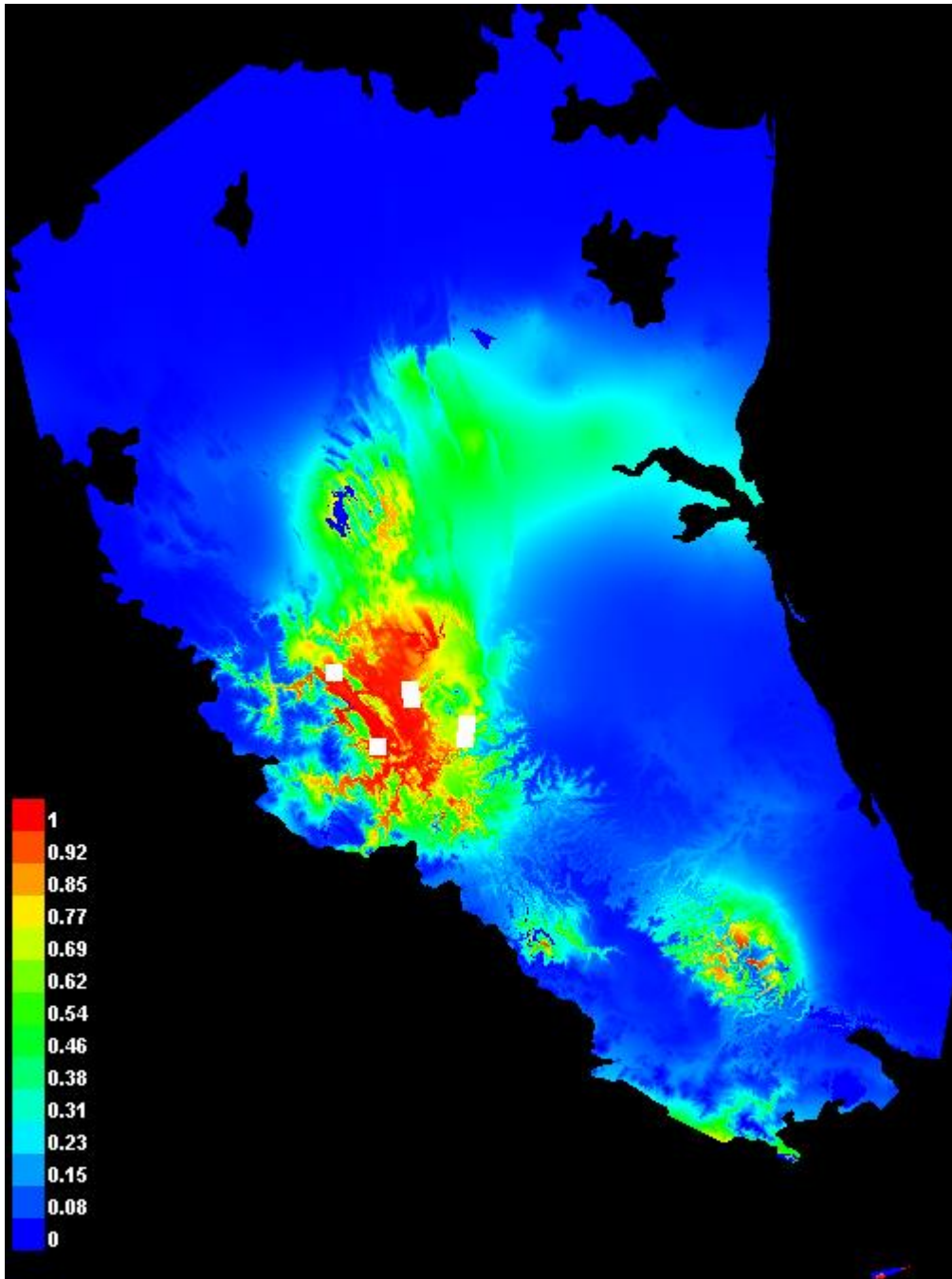
PARÁMETROS	MÍNIMO	10%	MEDIA	90%	MÁXIMO	S.D.
1. Annual Mean Temperature	18.15	18.24	19.48	20.33	20.33	1.16

2. Mean Diurnal Range	<u>11.20</u>	<u>11.25</u>	<u>11.75</u>	<u>12.28</u>	<u>12.28</u>	<u>0.54</u>
3. Isothermality	<u>0.68</u>	<u>0.68</u>	<u>0.71</u>	<u>0.77</u>	<u>0.77</u>	<u>0.05</u>
4. Temperature Seasonality (C of V)	<u>0.22</u>	<u>0.23</u>	<u>0.34</u>	<u>0.41</u>	<u>0.41</u>	<u>0.10</u>
5. Max Temperature of Warmest Period	<u>25.85</u>	<u>25.94</u>	<u>27.40</u>	<u>28.23</u>	<u>28.23</u>	<u>1.34</u>
6. Min Temperature of Coldest Period	<u>9.57</u>	<u>9.68</u>	<u>10.94</u>	<u>12.38</u>	<u>12.38</u>	<u>1.40</u>
7. Temperature Annual Range (5-6)	<u>15.85</u>	<u>15.91</u>	<u>16.46</u>	<u>17.24</u>	<u>17.24</u>	<u>0.71</u>
8. Mean Temperature of Wettest Quarter	<u>18.96</u>	<u>19.03</u>	<u>20.02</u>	<u>20.77</u>	<u>20.77</u>	<u>0.94</u>
9. Mean Temperature of Driest Quarter	<u>16.81</u>	<u>16.93</u>	<u>18.35</u>	<u>19.82</u>	<u>19.82</u>	<u>1.50</u>
10. Mean Temperature of Warmest Quarter	<u>19.18</u>	<u>19.26</u>	<u>20.45</u>	<u>21.15</u>	<u>21.15</u>	<u>1.10</u>
11. Mean Temperature of Coldest Quarter	<u>16.66</u>	<u>16.78</u>	<u>18.25</u>	<u>19.73</u>	<u>19.73</u>	<u>1.54</u>
12. Annual Precipitation	<u>1277.47</u>	<u>1325.74</u>	<u>2116.85</u>	<u>3690.80</u>	<u>3690.80</u>	<u>1364.09</u>
13. Precipitation of Wettest Period	<u>66.23</u>	<u>68.25</u>	<u>101.20</u>	<u>166.94</u>	<u>166.94</u>	<u>56.97</u>
14. Precipitation of Driest Period	<u>1.07</u>	<u>1.32</u>	<u>3.40</u>	<u>7.34</u>	<u>7.34</u>	<u>3.43</u>
15. Precipitation Seasonality(C of V)	<u>77.36</u>	<u>78.26</u>	<u>90.77</u>	<u>99.75</u>	<u>99.75</u>	<u>11.83</u>
16. Precipitation of Wettest Quarter	<u>729.01</u>	<u>748.30</u>	<u>1060.00</u>	<u>1693.60</u>	<u>1693.60</u>	<u>548.90</u>
17. Precipitation of Driest Quarter	<u>19.95</u>	<u>23.90</u>	<u>56.44</u>	<u>118.65</u>	<u>118.65</u>	<u>54.14</u>
18. Precipitation of Warmest Quarter	<u>588.62</u>	<u>592.78</u>	<u>632.39</u>	<u>692.58</u>	<u>692.58</u>	<u>53.89</u>
19. Precipitation of Coldest Quarter	<u>20.79</u>	<u>25.14</u>	<u>60.90</u>	<u>129.55</u>	<u>129.55</u>	<u>59.73</u>

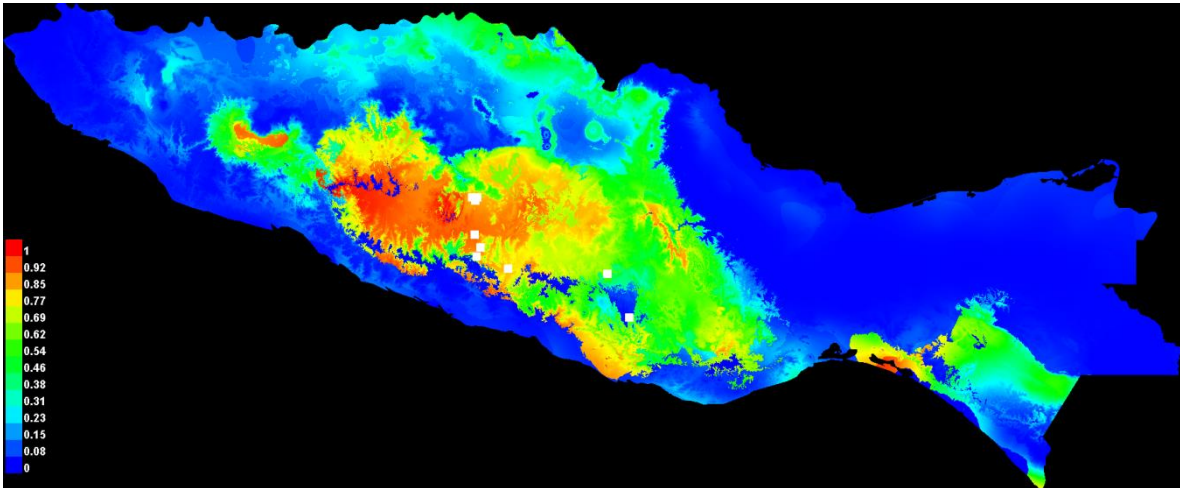
## **Distribución potencial**

La distribución potencial de *Dioscorea matudae*, *D. tacanensis* y *D. cyphocarpa*, basada en el concepto de nicho ecológico, se representa en las figuras 4-6. En ellas se puede observar el intervalo de distribución que ocupa cada una de las especies, con base en los datos de su ocurrencia conocida, la cual hace referencia a todos los sitios donde se encuentran los

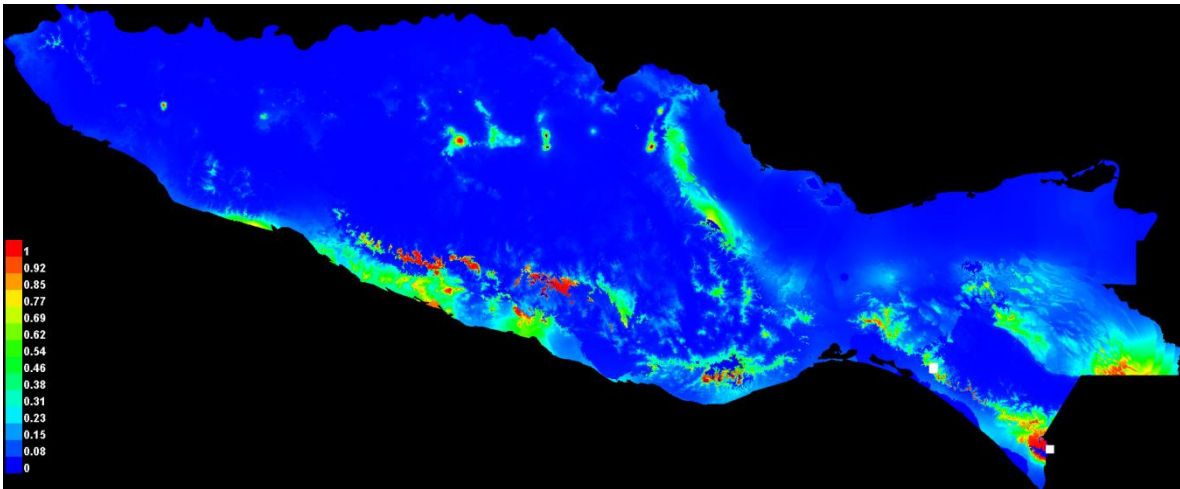
valores óptimos de las variables ambientales evaluadas. Por tanto, se refiere a los sitios donde potencialmente pudiesen encontrarse estas especies.



**Figura 4.** Distribución potencial de *Dioscorea matudae* en México.



**Figura 5.** Distribución potencial de *Dioscorea cyphocarpa* en México.



**Figura 6.** Distribución potencial de *Dioscorea tacanensis* en México.

### **Análisis de los patrones geográficos y evaluación del estado de conservación.**

Los mapas en las figuras 7-10, muestran la distribución de las especies y de sus respectivas evaluaciones del estado de riesgo. En particular, las relacionadas con la evaluación de riesgo muestran un polígono convexo que se basa en el concepto de la extensión de ocurrencia (EOO), y las áreas reales en donde se encuentran las poblaciones representan el

área de ocurrencia (AOO), y que son las que permiten establecer las medidas que ubican a las especies en una determinada categoría de riesgo de acuerdo con los criterios de evaluación del MER (Tambutí *et al.*, 2001) o la IUCN (2019).

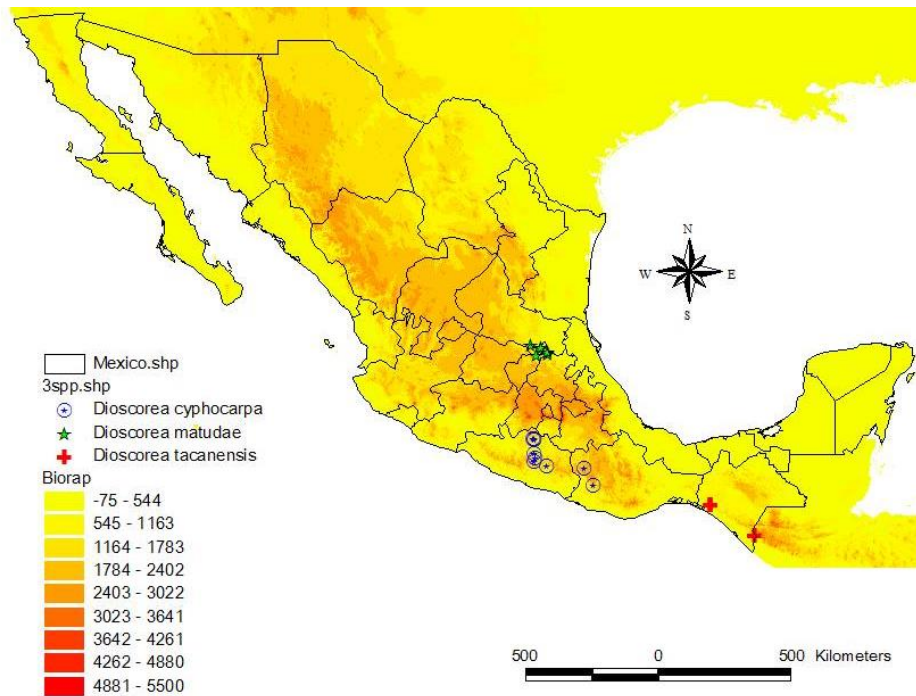


Figura 7. Distribución de las tres especies de la sección *Samaroides*.

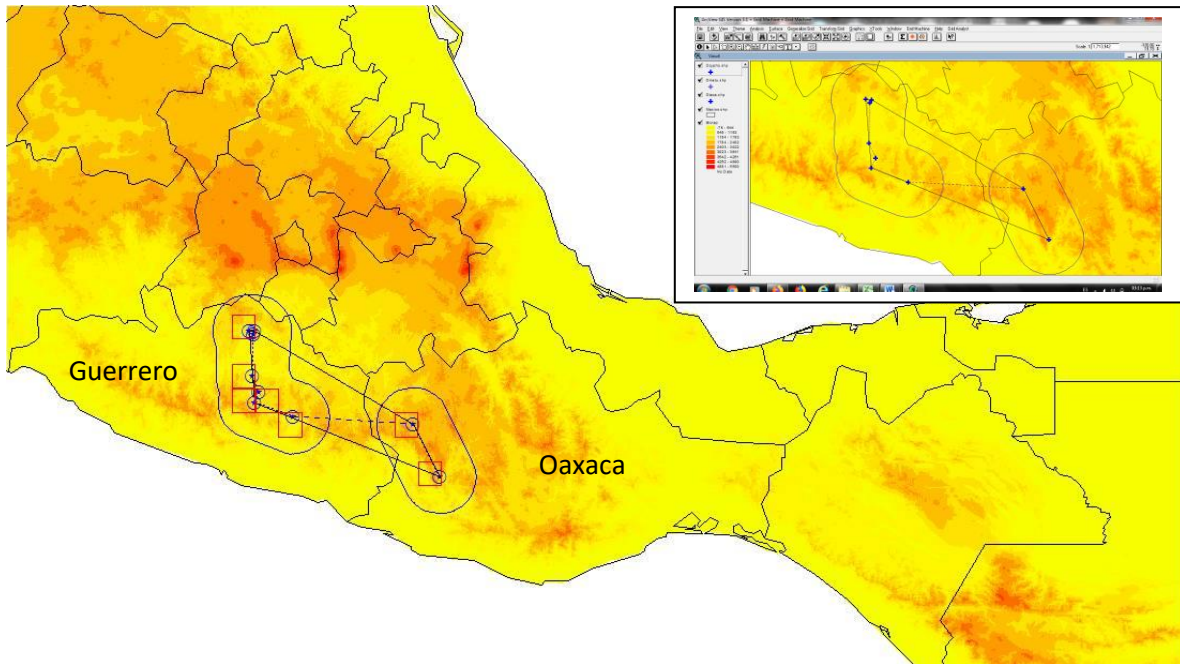


Figura 8. Mapas de la evaluación de conservación de *D. cyphocarpa* Rob.

Cuadro 6. Valores del análisis de conservación de *Dioscorea cyphocarpa* Rob., de acuerdo con Moat *et al.* (2015).

Número de colecciones usadas = 9 recolectas de 9 localidades  
 EOO: 13,196.8 km<sup>2</sup> - VULNERABLE (VU)  
 EOO: Diámetro máximo: 277.384 km  
 AOO: Tamaño de celda: 0.5 km<sup>2</sup> – Número de celdas: 9  
 AOO Área: 2.25 km<sup>2</sup> - CRITICAMENTE AMENAZADA (CR)  
 AOO: Número de subpoblaciones (Adyacencia de las celdas): 9  
 AOO: Índice de proximidad = 0.117775  
 Análisis de Rapoport: Area 28447 km<sup>2</sup>  
 Análisis de Rapoport: Número de subpoblaciones: 2

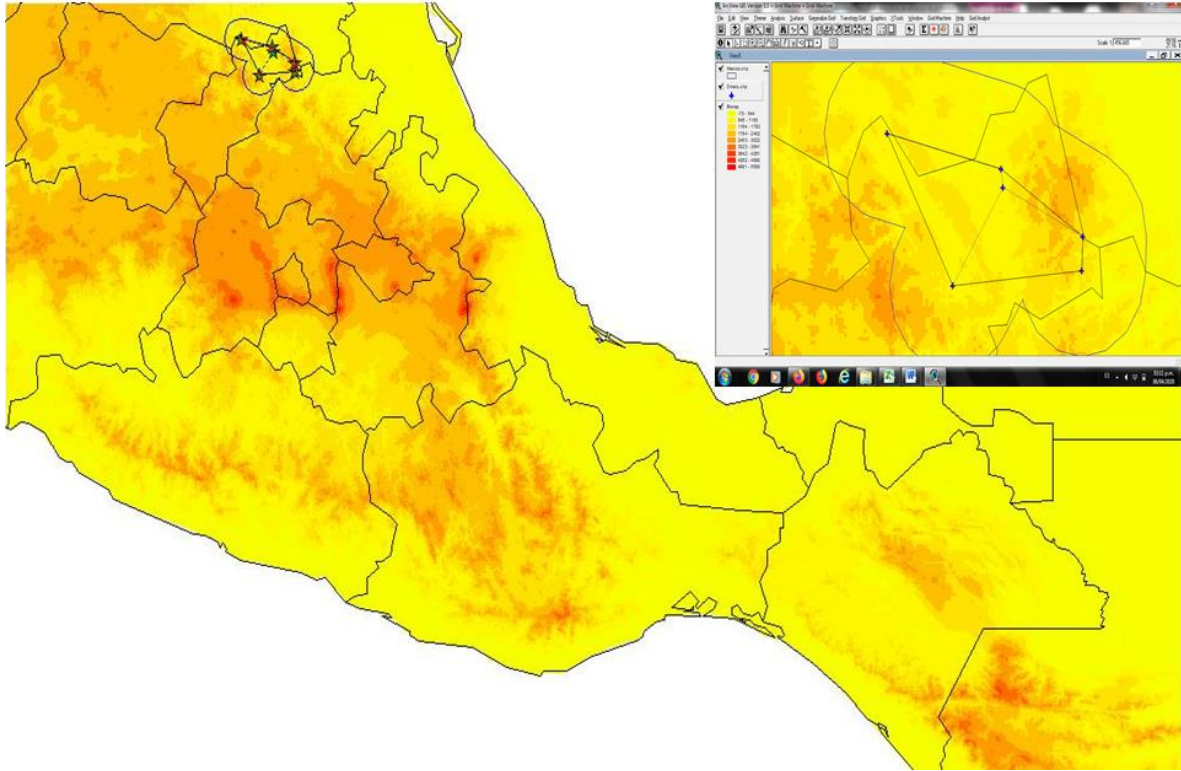


Figura 9. Mapas de distribución y evaluación de conservación de *D. matudae* O. Téllez & B.G. Schub.

Cuadro 7. Valores del análisis de conservación de *Dioscorea matudae* O. Téllez & B.G. Schub., de acuerdo con Moat *et al.* (2015).

Número de colecciones usadas = 6 recolectas de 6 localidades

EOO : 1194.23 km<sup>2</sup> - AMENAZADA (EN)

EOO : Diámetro máximo: 68.3355km

AOO: Tamaño de celda: 0.5 km<sup>2</sup> – Número de celdas: 6

AOO Área: 1.5 km<sup>2</sup> - CRITICAMENTE AMENAZADA (CR)

AOO: Número de subpoblaciones (Adyacencia de las celdas): 6

AOO: Índice de proximidad = 0.123707

Análisis de Rapoport: Area 5201.05 km<sup>2</sup>

Análisis de Rapoport: Número de subpoblaciones: 1

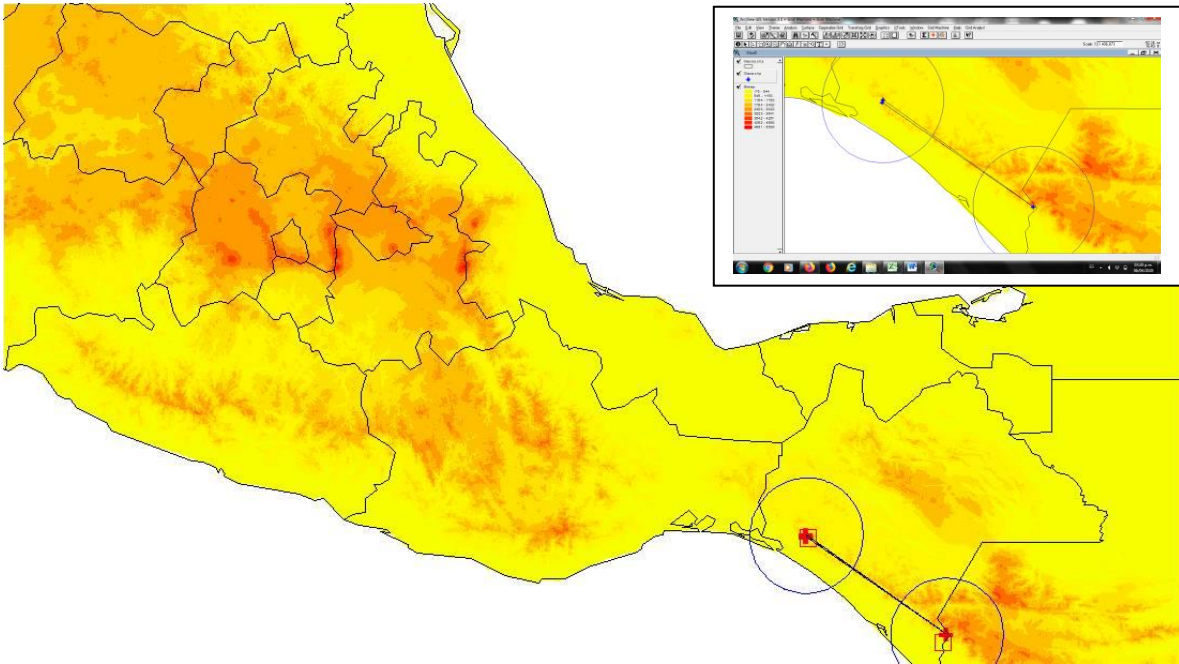


Figura 10. Mapas de las evaluaciones de conservación de *D. tacanensis* Lundell.

Cuadro 8. Valores del análisis de conservación de *Dioscorea tacanensis* Lundell, de acuerdo con Moat et al. (2015)

Número de colecciones usadas = 4 recolectas de 4 localidades  
 EOO: 289.113 km<sup>2</sup> - AMENAZADA (EN)  
 EOO: Diámetro máximo: 199.913km  
 AOO: Tamaño de celda: 0.5 km<sup>2</sup> – Número de celdas: 3  
 AOO Área: 0.75 km<sup>2</sup>- CRITICAMENTE AMENAZADA (CR)  
 AOO: Número de subpoblaciones (Adyacencia de las celdas): 3  
 AOO: Índice de proximidad = 0.13414  
 Análisis de Rapoport: Área 27691.7 km<sup>2</sup>  
 Análisis de Rapoport: Número de subpoblaciones: 2

### Discusión y Conclusiones

La familia Dioscoreaceae se caracteriza por mostrar una serie de caracteres morfológicos típicos, de manera general. Entre ellos se incluyen, su hábito trepador, hojas con forma



cordada, flores con estambres en múltiplos de 3 y una cápsula tricarpelar muy característica. Sin embargo, a través de su evolución y distribución en todos los continentes, se han generado diversas modificaciones a este patrón típico que en su momento permitió que la familia estuviera constituida por distintos géneros descritos, entre ellos; *Dioscorea* (Linnaeus, 1753), *Epipetrum* (Viruel *et al.*, 2003), *Nanarepenta* (Matuda, 1953), *Rajania* y *Tamus* (Knuth, 1924). Más recientemente gracias a las alternativas que ha brindado la genética molecular, el género ha sido estudiado con mayor detalle y se ha llegado a la conclusión de que representa un grupo monofilético (Chase, 2004; Caddick *et al.*, 2000, 2002; Wilkin, 2009; Viruel *et al.*, 2016).

Por su complejidad morfológica, diversas especies fueron ubicadas en secciones a las cuales no pertenecen o simplemente no ha sido posible ubicarlas en alguna de ellas (Knuth, 1924). En parte esto se debe a que siendo el grupo dioico, las especies han sido descritas a partir del material estaminado, o del pistilado o de ejemplares que presentan únicamente frutos, lo cual ha causado confusión y no ha permitido ubicarlas en una sección particular ya que es necesario disponer de todas las partes para poder hacerlo. Este es el caso particular de la sección *Polyneuron*, en la cual han sido incluidas distintas especies que no pertenecen a ella. El caso más claro lo representa *Dioscorea cyphocarpa*, ya que presenta características particulares y distintivas como para ocupar un sitio en una sección diferente, la cual aún no ha sido descrita (Uline, 1805; Kunth, 1850; Knuth, 1924).

Los resultados obtenidos en este trabajo, son consistentes con los presentados en los análisis filogenéticos de Wilkin *et al.* (2005), en los cuales incluyen diferente número de especies mexicanas de *Dioscorea*. En especial, el estudio de Walls (2009) resuelve un clado

polifilético con en el cual se encuentran las especies con frutos samaroides, y varias especies del Viejo mundo. *Dioscorea tacanensis*, *D. bartlettii*, *D. cyphocarpa* y *D. matudae* están incluidas en un clado polifilético ya que incluye especies con diferente ancestro común en la filogenia de Walls (2009). Si bien las tres especies de la sección *Samaroides* se vinculan en esta filogenia, el clado es resuelto como polifilético, los taxa en estudio son muy distintos morfológicamente al resto (Wilkin et al., 2005; Walls, 2009; Viruel et al., 2016).

Es evidente que las tres especies estudiadas en este trabajo conforman un grupo natural (monófilético) por compartir varios estados de carácter muy distintos a los de las especies aparentemente cercanas morfológicamente hablando (Knuth, 1924) y/o genéticamente (Walls, 2009; Viruel et al., 2016). Esos estados de carácter morfológicos las hacen un grupo distinto, no solo de las demás especies que se encuentran en la sección *Polyneuron* (Knuth, 1924) o a las de los clados ya referidos (Chase, 2004; Caddick et al., 2000, 2002; Wilkin, 2009; Viruel et al., 2016), sino también al resto de las especies del género en su totalidad.

Los estados de carácter de las especies de la sección *Samaroides* son: pedúnculos largos y delgados, frutos samaroides, semillas aplanadas y carentes de un ala, los cuales definitivamente son muy diferentes a cualquier otra especie de *Dioscorea*. Geográficamente, las tres especies muestran áreas de distribución distintas a lo largo del oriente y sur de México (Matuda, 1953). *Dioscorea cyphocarpa* se distribuye principalmente en los estados de Guerrero y Oaxaca, así mismo *D. tacanensis* se encontró solo en el estado de Chiapas. Por último *D. matudae* se encuentra limitada en su distribución al estado de Querétaro, aunque los resultados de la distribución potencial

abarca partes de los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí y Nuevo León, sin embargo no hay indicios de su presencia en dichos estados.

Su alto grado de endemismo, dado por una distribución muy restringida por debajo del 5% de la superficie del país que proponen el MER (2001) y la IUCN (2019), una alta especificidad de hábitat y poblaciones pequeñas, hacen de las especies de esta sección un grupo amenazado por factores como actividades agrícolas, ganaderas, forestales, crecimiento urbano y en general, actividades ligadas con la incursión y establecimiento de grupos humanos. De igual manera, el cambio climático ocasionado por estos factores de origen antropocéntrico ha afectado en cierta medida el hábitat de estas especies, especialmente el bosque tropical caducifolio y el bosque mesófilo de montaña (Téllez & Schubert, 1994). También se encontró que la mayor parte de los registros conocidos de las especies en estudio no se encuentran en Áreas Naturales Protegidas, lo cual nos ayudan a entender el estado general de conservación en el que se encuentran.

La evaluación de conservación hecha con las herramientas construidas por Moat (2015) ilustra el status de conservación que puede ser asignado a cada una de estas tres especies, de acuerdo con la cantidad de registros conocidos, la distribución debe ser inferior al 5% del área del país y sus perfiles bioclimáticos muy específicos, así como por el tipo de vegetación en el que habitan cada una de ellas. La especificidad de hábitat hace de estas especies un conjunto de importancia capital para tomar medidas de protección, ya que son especies con poblaciones muy pequeñas inferiores a  $\frac{1}{4}$  de  $\text{km}^2$ , las cuales son altamente vulnerables a las perturbaciones.

Por lo tanto, a partir de los resultados de este trabajo se llegan a algunas conclusiones relevantes, incluyendo:

El grupo bajo estudio está formado por *D. cyphocarpa*, *D. matudae* y *D. tacanensis* Lundell y es monofilético y forma una nueva sección en el esquema clasificatorio propuesto por Knuth (1924), y la cual se describe en este trabajo. Las especies de esta nueva sección se distribuyen en los estados de Guerrero, Querétaro y Chiapas, respectivamente.

Las especies de la sección están en la categoría de riesgo críticamente amenazada, debido a su distribución muy restringida de menos del 5% del territorio nacional, su alta especificidad de hábitat y por el impacto de las actividades humanas sobre sus pocas poblaciones.

### **Literatura citada**

Al-Shehbaz, I. & B. G. Schubert. 1989. The Dioscoreaceae in the Southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 70: 57-95.

Ayala, F. 1984. Dos nomina nova para especies americanas de *Dioscorea*. *Phytologia* 55:296.

Barroso, G. M., D. Sucre y E. F. Guimaraes 1974. Dioscoreaceae. In *Flora da Guanabara*. *Sellowia* 25:9-256.

Caddick, R.L., P.J. Rudall, P. Wilkin, T.A.J. Henderson & M. Chase. 2000. Yams and their allies: systematics of Dioscoreales. In *Systematics and evolution of monocots*, K.L. Wilson & D. Morrison (eds.). CSIRO, Victoria (Australia). p. 475-487.

- Caddick, R. L., P. J. Rudall, P. Wilkin, T. A. J. Henderson y M. Chase. 2002a. Phylogenetics of Dioscoreales based on combined analyses of morphological and molecular data. *Botanic Journal of the Linnean Society*. 138:123–144.
- Caddick, R.L., P. Wilkin, P.J. Rudall, T.A.J. Henderson y M. Chase. 2002b. Yams reclassified: a recircumscription of Dioscoreaceae and Dioscoreales. *Taxon* 51:103–114.
- Ricardo S. Couto, R.S., A.C. Martins, M. Bolson, R.C. Lopes, E.C. Smidt & J.M.A. Braga. 2017. Time calibrated tree of *Dioscorea* (Dioscoreaceae) indicate four origins of yams in the Neotropics since the Eocene. *Botanical Journal of the Linnean Society* 188(2): 144–160, <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boy052>.
- Cuervo-Robayo, A.P., O. Téllez-Valdés, M.A. Gómez-Albores, C.S. Venegas-Barrera, J. Manjarrez & E. Martínez-Meyer 2013. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology* 34(7): 2427-2437.
- Halffter, G. 1987 Biogeography of the montane entomofauna of México and Central America. *Annual Review of Entomology*, 32: 95-114.
- Hsu, K.M., K.M., J.L. Tsai, M.Y. Chen, H.M. Ku & S.C. Liu. 2013. Molecular phylogeny of *Dioscorea* (Dioscoreaceae) in East and Southeast Asia. *Blumea* 58(2013): 21-27.

IUCN Standards and Petitions Committee. 2019. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Committee.

Knuth, R. 1924. Dioscoreaceae. In Engler: DasPflanzenr. IV. 43 (Heft 87): 1-387.

Lindenmayer, D. H.A. Nix, J.P. MacMahon, M.F. Hutchinson & M.T. Tanton. 1991. The conservation of the Leadbeater's possum *Gymnobelideus leadbeaterii* (MacCoy): a case study of the use of bioclimatic modelling. *Journal of Biogeography* 18:371-383.

Matuda, E. 1953. Las dioscóreas de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 24:279–390.

Mignouna, H.D., M.M. Abang, R. Asiedu & R. Geeta. 2009. True yams (*Dioscorea*): a biological and evolutionary link between eudicots and grasses. *Cold Spring Harbor Laboratory Press* 4(11): 1-7.

Nix, H.A. (1986). A Biogeographic Analysis of Australian Elapid Snakes. In: Longmore, R., Ed., *Atlas of Elapid Snakes of Australia*. Australian Flora and Fauna Series 7: 4-15. Australian Government Publishing Service, Canberra.

Phillips, S.J., M. Dudík & R.E. Schapire. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning*, Banff, Canada, 2004

Phillips, S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distribution. *Ecological modeling* 190: 231-256.

Tambutti, M., A. Aldama, O. Sánchez, R. Medellín & J. Soberón 2001. La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México *Gaceta Ecológica* 61: 11-21.

Téllez-Valdés, O. & B.G. Schubert 1996. Dioscoreaceae. En: *Flora Mesoamericana*. Instituto de Biología UNAM.

Téllez, V.O. & Schubert, B.G. 1994. *Dioscorea* (Dioscoreaceae). In: *Flora Mesoamericana* 6: 54-65. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México.

Téllez-Valdés, O. & R. Geeta. 2007. Sinopsis taxonómica de la sección *Apodostemon* (*Dioscorea*, Dioscoreaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 265-279.

Toledo, V. M., 1982, "Pleistocene changes of vegetation in tropical Mexico", en: G. Th. Prance (ed.), *The Biological Diversification in the Tropics*, Columbia Univ. Press: 93-111.

Villaseñor, J.L. & O. Téllez-Valdés 2004. Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Botánica* 75(2): 205-220.

Viruel, J., J.G. Segarra-Moragues, L. Raz, F. Forest, P. Wilkin, I. Sanmartín & P. Catalán 2016. Late Cretaceous-Early Eocene origin of yams (*Dioscorea*, Dioscoreaceae) in the

Laurasian Palaeartic and their subsequent Oligocene-Miocene diversification. *J. Biogeogr.* 43(4): 750-762.

Walls, L.R. 2009. Form, Function, and Phylogeny: Angiosperm Leaf Trait Evolution, with a Case Study in the genus *Dioscorea*. Ph.D. dissertation. Stony Brook University. New York, U.S.A.