



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS

LA FAMILIA HYDROPHYLLACEAE EN EL ESTADO DE  
GUERRERO, MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:  
SILVIA PÉREZ MOTA

TUTORA:  
M. EN C. NELLY DIEGO PÉREZ



2007



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.

### HOJA DE DATOS DEL JURADO

<b>1.Datos del alumno</b> Apellido Paterno Apellido Materno Nombre Teléfono Universidad Nacional Autónoma de México Facultad Carrera Número de Cuenta	Pérez Mota Silvia 55 98 06 71 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 098532113-2
<b>2.Datos del tutor</b> Grado Nombre Apellido paterno Apellido materno	M. en C. Nelly Diego Pérez
<b>3.Datos del sinodal 1</b> Grado Nombre Apellido paterno Apellido materno	Dra. Blanca Estela Hernández Baños
<b>4.Datos del sinodal 2</b> Grado Nombre Apellido paterno Apellido materno	Dra. Susana Valencia Ávalos
<b>5.Datos del sinodal 3</b> Grado Nombre Apellido paterno Apellido materno	M. en C. Ramiro Cruz Durán
<b>6.Datos del sinodal 4</b> Grado Nombre Apellido paterno Apellido materno	M. en C. Armando Gómez Campos
<b>7.Datos del trabajo escrito</b> Título Número de páginas Año	La familia Hydrophyllaceae en el Estado de Guerrero, México. 55 p. 2007

## AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como al CONACYT por el apoyo brindado durante la realización de esta tesis que forma parte del proyecto "Diversidad Florística y Cultural en la región media de la Depresión del Balsas" SEMARNAT-2002-C01-1043 del Fondo Sectorial de Investigación Ambiental.

A mi queridísima M. en C. Nelly Diego Pérez, porque ha creído en mí y ha sido el apoyo más importante que he tenido en estos años, tanto como estudiante como persona, en momentos buenos y malos, brindándome su apoyo incondicional y los mejores consejos, siempre con la mejor disposición de ayudarme, y sin quien no hubiera podido cumplir este sueño: ¡GRACIAS MAESTRA NELLY!

A los Profesores que con gusto aceptaron ser mis sinodales, quienes con toda la experiencia que tienen me ayudaron y dieron sus comentarios y sugerencias para que este trabajo fuera cada vez mejor, y que a pesar de ser personas muy ocupadas siempre se dieron tiempo para orientarme. Muchas gracias a la Dra. Blanca Estela Hernández Baños del Museo de Zoología, a la Dra. Susana Valencia Ávalos del Herbario de la Facultad de Ciencias, al M. en C. Ramiro Cruz Durán del Herbario de la Facultad de Ciencias y al M. en C. Armando Gómez Campos del Depto. de Etnobotánica.

A todas las personas que compartieron tiempo conmigo en el Laboratorio de Plantas Vasculares y que también me dieron consejos útiles, así como al personal de los herbarios visitados (FCME, MEXU, K) incluyendo a la Dra. Lourdes Rico de Kew Gardens en Londres.

A los Profesores que nunca podré olvidar, porque gracias a lo que me inspiraron a seguir estoy aquí. Mis Profesores de la Facultad:

M. en C. Miguel Ángel Meneses Pérez, por la pasión que transmite en sus clases, principalmente porque me ayudó en el momento que más lo necesitaba y me enseñó que todavía puede haber bondad en las personas.

M. en C. Tere Hernández, por su forma de hacernos trabajar, por exigirnos siempre más, por su vasto conocimiento sobre protistas y metazoarios.

A las Maestras que me inspiraron a seguir el rumbo de la Botánica: por supuesto la Maestra Nelly, a quien nunca dejo de admirar como científica y como ser humano, así como a la M. en C. Aurora Zlotnik, las Maestras Margarita y Guille de Embriología Vegetal y también a la Maestra Maru de Hongos.

Al M. en C. José Luis Barrita de Química Orgánica, a los Maestros David y Arturo de Ciencias de la Tierra, y por supuesto al Dr. Zenón Cano Santana con sus magníficas clases de Ecología.

De nuevo a la Dra. Blanca Hernández por ser fuente inspiradora para decidirme por la Sistemática.

A las Maestras que sembraron en mí el amor por el conocimiento y la Ciencia desde pequeña en mi querida escuela Universidad Motolinía: Miss Emma y Miss Noni, mi primer contacto con la Biología; Miss Araceli y Miss Maruca, quienes me dieron el hermoso regalo de la Química; Miss Maru y Miss Rita, que fueron las personas que tomaron en serio mi decisión de ser Bióloga en la inolvidable Área II.

A mi querida Facultad de Ciencias, a la Universidad, mi *alma mater*... GRACIAS...

## INDICE

	Pág.
<b>I. La Familia Hydrophyllaceae</b>	
1.1 Resumen .....	5
1.2 Introducción .....	6
1.3 Antecedentes	
1.4 Objetivo General .....	8
1.5 Área de estudio	
1.5.1 Geografía	
1.5.2 Clima .....	10
1.6 Método General	
<b>II. Análisis Filogenético</b>	
2.1 Introducción .....	11
2.2 Objetivo	
2.3 Método utilizado para el análisis filogenético	
2.4 Resultados del análisis filogenético .....	13
2.4.1 Grupo externo <i>Cestrum</i> sp. ....	16
2.4.2 Grupo externo <i>Ipomoea</i> sp. ....	18
2.4.3 Grupo externo <i>Heliotropium</i> sp. ....	20
2.4.4 Grupo externo <i>Cestrum</i> sp., <i>Ipomoea</i> sp., <i>Heliotropium</i> sp. ....	22
2.4.5 Neighbor Joining .....	24
2.5 Discusión del análisis filogenético .....	25
2.6 Conclusiones del análisis filogenético .....	26
<b>III. Tratamiento Taxonómico</b>	
3.1 Introducción .....	27
3.2 Objetivos	
3.3 Método utilizado para el tratamiento taxonómico	
3.4 Resultados del tratamiento taxonómico .....	29
Hydrophyllaceae R. Br.	
Clave de géneros	
<i>Hydrolea</i> L. ....	30
<i>Nama</i> L. ....	35
<i>Phacelia</i> Juss. ....	40
<i>Wigandia</i> Kunth .....	43
3.5 Discusión del tratamiento taxonómico .....	48
3.6 Conclusiones Generales .....	51
<b>Bibliografía</b> .....	53
<b>Otras fuentes de consulta</b> .....	55

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Cuadros</b>	
Cuadro 1. Taxones utilizados en el análisis filogenético .....	12
Cuadro 2. Caracteres morfológicos y estados de caracter utilizados en el análisis filogenético .....	14
Cuadro 3. Matriz de caracteres de la familia Hydrophyllaceae y grupos externos .....	15
 <b>Figuras</b>	
Fig. 1a Cladograma de parsimonia de consenso con Bootstrap con <i>Cestrum</i> sp. (Solanaceae) como grupo externo .....	16
Fig. 1b Cladogramas de parsimonia con <i>Cestrum</i> sp. como grupo externo .....	17
Fig. 2a Cladograma de parsimonia de consenso con Bootstrap con <i>Heliotropium</i> sp. (Boraginaceae) como grupo externo .....	18
Fig. 2b Cladogramas de parsimonia con <i>Heliotropium</i> sp. como grupo externo .....	19
Fig. 3a Cladograma de parsimonia de consenso con Bootstrap con <i>Ipomoea</i> sp. (Convolvulaceae) como grupo externo .....	20
Fig. 3b Cladogramas de parsimonia con <i>Ipomoea</i> sp. como grupo externo .....	21
Fig. 4a Cladograma de parsimonia de consenso con Bootstrap con <i>Cestrum</i> (Solanaceae), <i>Heliotropium</i> (Boraginaceae) e <i>Ipomoea</i> (Convolvulaceae) como grupo externo .....	22
Fig. 4b Cladogramas de parsimonia con <i>Cestrum</i> (Solanaceae), <i>Heliotropium</i> (Boraginaceae) e <i>Ipomoea</i> (Convolvulaceae) como grupo externo .....	23
Fig. 5 Fenograma obtenido con Neighbor-Joining .....	24
Fig. 6 <i>Hydrolea spinosa</i> var. <i>cervantesii</i> (Brand) L.J. Davenp. & A. Pool .....	33
Fig. 7 <i>Nama dichotomum</i> (Ruiz & Pav.) Choisy .....	38
Fig. 8 <i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng .....	42
Fig. 9 <i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pav.) Kunth .....	46
 <b>Mapas</b>	
Mapa 1 Mapa de Guerrero mostrando las localidades donde se han colectado <i>Hydrolea spinosa</i> var. <i>spinosa</i> e <i>Hydrolea spinosa</i> var. <i>cervantesii</i> .....	34
Mapa 2 Mapa de Guerrero mostrando las localidades donde se han colectado <i>Nama dichotomum</i> y <i>Nama organifolium</i> .....	39
Mapa 3 Mapa de Guerrero mostrando las localidades donde se ha colectado <i>Wigandia urens</i> .....	47
 <b>Apéndices</b>	
Apéndice 1 Herbarios consultados .....	52

# I. LA FAMILIA HYDROPHYLLACEAE

## 1.1 RESUMEN

En este trabajo se elaboraron las descripciones de los 4 géneros, 6 especies y 2 variedades de la familia Hydrophyllaceae encontrados para el Estado de Guerrero, claves para los géneros, especies y variedades, así como mapas de distribución geográfica de la familia Hydrophyllaceae. También se incluye un análisis cladístico preliminar de sus relaciones filogenéticas utilizando caracteres morfológicos. Éste último análisis es un complemento para discutir la presente composición de la familia, ya que en los últimos años se han observado una serie de problemas, tanto en su composición como en su ubicación taxonómica.

La familia Hydrophyllaceae es subcosmopolita, los géneros que aquí se presentan tienen como límite boreal a nuestro país y el sur de los Estados Unidos. Aunque realmente no son plantas acuáticas, se les considera cercanamente relacionadas a cuerpos de agua, zonas anegadas, o a lugares con alto índice de humedad. *Nama* y *Phacelia* crecen tanto en vegetación primaria como secundaria, desde bosque de *Pinus-Quercus* hasta bosque tropical caducifolio. El género *Wigandia* es un elemento típico de zonas perturbadas. Las especies encontradas se distribuyen en un gradiente altitudinal muy variable, desde 0 hasta 4000 m.s.n.m.

De acuerdo a los ejemplares observados, las dos especies de *Nama* florecen y fructifican todo el año, al igual que *Phacelia platycarpa*, de acuerdo a la literatura. *Wigandia urens* presenta un ciclo de floración y fructificación muy claro de septiembre a mayo.

El problema de la ubicación y conformación taxonómica de Hydrophyllaceae planteado ya desde finales del siglo XVIII ha sido retomado en años recientes, especialmente en trabajos de índole molecular, como los de Ferguson (1999) y Soltis (2005).

Se utilizaron 45 caracteres morfológicos para el análisis filogenético, de los cuales 4 son constantes y 41 son variables, de éstos últimos 27 son filogenéticamente informativos. Los resultados del análisis muestran dos clados claramente diferenciados, uno representado por *Hydrolea spinosa* var. *cervantesii* (Brand) L. J. Davenp. & A. Pool e *Hydrolea spinosa* var. *spinosa* L., obteniendo valores altos de apoyo de las ramas, y el otro conformado por *Nama dichotomum* (Ruiz & Pav.) Choisy, *Nama organifolium* H. B. K. y *Nama undulatum* Kunth. La posición de *Phacelia platycarpa* (Cav.) Spreng. y *Wigandia urens* (Ruiz & Pav.) Kunth no aparece resuelta en ninguno de los cladogramas de consenso estricto. Este análisis no apoya la hipótesis de que el género *Hydrolea* deba conformar una familia por separado (Hydroleaceae) pues de acuerdo a los caracteres que se utilizaron aquí los 4 géneros constituyen una rama filogenética fuertemente apoyada, lo que indicaría que probablemente comparten una historia evolutiva común.

## 1.2 INTRODUCCIÓN

En México, los estudios sobre esta familia son muy pobres, ya que solamente existe el trabajo correspondiente al fascículo 5 de la Flora de Veracruz (Nash, 1979). En éste se incluyen 4 géneros, 14 especies y 7 variedades.

La familia Hydrophyllaceae (*Hydro* = agua *phyllum* = hoja) incluye 20 a 22 géneros y 250 a 275 especies (Mabberley, 2002). Es una familia subcosmopolita, ya que se distribuye en Norte América, Centroamérica, Sudamérica, Europa, Asia, África y Oceanía, aunque se le considera principalmente de distribución tropical. En México se encuentran 4 géneros, al igual que en el estado de Guerrero, donde con base en la revisión de herbarios y de la literatura, se citan para dicho Estado 4 géneros con 6 especies y 4 variedades.

Como elemento en la vegetación, al género *Wigandia* se le puede encontrar formando parte de vegetación secundaria en zonas perturbadas, mientras que a *Hydrolea*, *Nama*, y *Phacelia* se les encuentra en zonas más húmedas o cercanas a algún cuerpo de agua, principalmente en bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, así como también en pastizales.

Aunque la importancia económica de la familia Hydrophyllaceae no es muy grande, algunas especies de *Phacelia* tienen uso ornamental, mientras que las hojas de *Wigandia* se utilizan en algunas comunidades para cubrir y proteger fruta o inclusive se le ha dado uso terapéutico para dar masajes.

Debido a que esta familia esta pobremente conocida, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de la misma, y por lo tanto al conocimiento de la diversidad florística en Guerrero; se presenta en primera instancia un análisis filogenético que permita apoyar la monofilia de la familia y por otro lado el tratado taxonómico de la misma con caracteres morfológicos, lo cual serviría de base para estudios posteriores que incluya caracteres morfológicos y moleculares donde se pueda apoyar la ubicación taxonómica de todos los géneros y especies que están constituyendo a las Hydrophyllaceae.

## 1.3 ANTECEDENTES

La familia Hydrophyllaceae, representada por hierbas, arbustos y árboles pequeños se encuentra mayormente distribuida en el hemisferio occidental, aunque cabe destacar que el género *Hydrolea* tiene distribución pantropical.

Debido a esta diversidad y su inusual distribución la monofilia de esta familia ha sido cuestionada (Constance, 1963).

La historia taxonómica de la familia Hydrophyllaceae es algo confusa debido a que originalmente se consideraba que estaba formada por dos grupos distintos designados por A. L. de Jussieu en 1789 a los cuales se les dieron nombres diferentes a través del tiempo. Jussieu (1789, en Erbar *et al.*, 2005) incluyó a los géneros *Hydrophyllum*, *Ellisia* y *Phacelia* en el "Ordo Boragineae" (=Boraginaceae *sensu lato*) mientras que a *Hydrolea* y *Nama* las consideró parte del "Ordo Convolvuli" (= Convolvulaceae).



Robert Brown presentó un nuevo arreglo en donde excluyó esos dos géneros de "Boragineae" y "Convolvuli" y creó dos nuevos grupos: "Hydrophyllae" (ordo distinctus sin nom, Brown, 1810, en Ferguson, 1999) e "Hydroleae" (Brown, 1818, en Ferguson, 1999). *Hydrophyllum*, *Ellisia* y *Phacelia* fueron incluidas en las "Hydrophyllae" y todavía eran consideradas cercanas a las Boraginaceae, aunque fueron segregadas debido a la presencia de hojas compuestas o lobuladas, frutos capsulares y abundante endospermo cartilaginoso. *Nama* e *Hydrolea* de las "Hydroleae" fueron consideradas por Brown (1818) más cercanas a las Polemoniaceae que a las Convolvulaceae como anteriormente las había designado Jussieu, ésto debido a la presencia de numerosas semillas que contiene los frutos.

Dumortier (1829, en Ferguson, 1999) mantuvo los mismos grupos, reconociendo "Hydrophyllae R. Br.", con *Hydrophyllum*, *Phacelia*, *Nemophila* y *Ellisia*; así como Hydroleaceae R. Br. (= "Hydroleae"), incluyendo a *Hydrolea*, *Nama* y *Wigandia*. Esta separación en dos agrupaciones fue aceptada durante la mayor parte del siglo XIX (por ejemplo: Bartling, 1830; Endlicher, 1839; Candolle, 1845; Choisy, 1846), siendo "Hydrophyllae R. Br." el grupo que eventualmente se convertiría en la actual familia Hydrophyllaceae (Lindley, 1836, en Ferguson, 1999).

Asa Gray (1875, en Ferguson, 1999) unificó Hydroleaceae e Hydrophyllaceae, reconociendo una sola familia con cuatro tribus designadas con base en ejemplares provenientes de Norte América. Su sistema de clasificación fue adoptado por Bentham y Hooker (1876) en su *Genera Plantarum*, así como por Peter (1897, en Ferguson, 1999) en la obra de Engler y Prantl "Die natürlichen Pflanzenfamilien".

El último trabajo monográfico realizado a nivel de familia fue publicado por Brand (1913) en el trabajo de Engler "Das Pflanzenreich". Él reconoció 3 tribus y 18 géneros. A pesar de que se han hecho algunas modificaciones o rearrreglos al trabajo de Brand, su sistema de clasificación ha sido utilizado como base para estudios tanto taxonómicos como morfológicos más profundos a lo largo de los siglos XX y XXI.

Por su parte, Cronquist (1981) estuvo de acuerdo con el hecho de que históricamente se ha relacionado a Hydrophyllaceae tanto con Polemoniaceae como con Boraginaceae. También dijo que para propósitos de clasificación formal es más útil relacionar a las Hydrophyllaceae con Polemoniaceae y colocar a Boraginaceae en algún orden cercano, ésto con el objetivo de ayudar en una construcción de órdenes con mayor coherencia en términos de morfología.

Lincoln Constance y sus colaboradores (Constance, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1949, 1950, 1952; Cave & Constance, 1942, 1944, 1947, 1950, 1959; Constance & Chuang 1982; Chuang & Constance 1992, (en Ferguson, 1999)) han contribuido también al conocimiento que actualmente se tiene sobre los géneros de la familia. Basándose en estos resultados Constance (1963) cuestionó si las Hydrophyllaceae realmente constituyen un grupo natural o si son un grupo unido meramente por caracteres generalizados de flor y fruto, como lo son las corolas pentámeras y simpétalas y los frutos capsulares. También especuló sobre la posibilidad de mantener a *Hydrolea* como una familia separada como había sucedido de 1818 a 1875. De hecho, gracias a la información que han proporcionado los análisis moleculares recientes, no sólo se ha separado a *Hydrolea* de las Hydrophyllaceae, sino que ambos grupos (Hydrophyllaceae e *Hydrolea*) ya no son considerados siquiera como parientes cercanos (Cosner *et al.*, 1994; Ferguson, 1999; Savolainen *et al.*, 2000; Soltis *et al.*, 2000, (en Erbar *et al.*, 2005)). Thorne (2001, en Erbar *et al.*, 2005) considera a las Hydroleaceae como una familia de plantas mayormente acuáticas adyacente a Hydrophyllaceae.

En las clasificaciones más recientes del APG (1998, 2003, en Erbar *et al.*, 2005) basadas en análisis filogenéticos (en su mayoría moleculares) parte de la familia ha pasado a formar parte del orden Solanales dentro del subclado Euasterids I (Lamiids), mientras que al resto de las Hydrophyllaceae están dentro de Boraginaceae, familia que aún no cuenta con un posicionamiento oficial en ningún orden (Erbar *et al.*, 2005, Soltis *et al.*, 2005). Las Euasterids I se caracterizan generalmente por tener hojas opuestas, márgenes enteros, flores hipóginas, fusión de estambres con el tubo de la corola y frutos capsulares; aunque aún no se ha podido determinar cuales de estas características son sinapomorfias verdaderas y cuales son simplisiomorfias (Bremer *et al.* 2001, en Soltis *et al.* 2005)

Los dos géneros más grandes de la familia, *Phacelia* y *Nama* han sido subdivididos en subgéneros, secciones o en agrupaciones informales de especies. Aún no se ha analizado en contexto filogenético si ambos géneros en realidad constituyen un grupo monofilético (Ferguson, 1999).

Por otro lado, los estudios de filogenia molecular de la subclase Asteridae basados en secuencias de rbcL (Olmstead *et al.*, 1992, 1993 *et al.*; Chase *et al.*, 1993; Cosner *et al.*, 1994, (en Soltis *et al.* 2005)) sugieren que las Hydrophyllaceae, excluyendo *Hydrolea*, sean incluidas dentro de Boraginaceae *sensu lato*, constituyendo así ambas familias el orden Boraginales. Las Hydrophyllaceae están relacionadas lejanamente a las Polemoniaceae, las cuales han sido colocadas dentro del orden Ericales *sensu lato*. Estos resultados son importantes porque la posibilidad de ubicar las Hydrophyllaceae de manera "intermedia" entre Boraginaceae y Polemoniaceae ya había sido postulada anteriormente por Brown (1810, 1818, en Ferguson, 1999) siendo retomada por otros autores del siglo XX como Lawrence (1951, en Ferguson, 1999), Constance (1963), Heywood (1985) y Cronquist (1981).

## 1.4 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento florístico y taxonómico de la familia Hydrophyllaceae en el Estado de Guerrero.

## 1.5 ÁREA DE ESTUDIO

### 1.5.1 GEOGRAFÍA

El estado de Guerrero se localiza en el sur de la República Mexicana, aproximadamente entre los 16° 19' - 18° 52' latitud norte y los 98° 02' - 102° 12' longitud oeste. Limita al oeste con Michoacán, al noroeste con los estados de Michoacán y México, al norte con los estados de México y Morelos, al noreste con los estados de Morelos y Puebla, al este con el estado de Oaxaca y al sur limita con la costa del Océano Pacífico. Se delimitan 4 grandes regiones fisiográficas (Figueroa de Cotín, 1980, en Toledo, 1982):

#### a) Sierra de Taxco

La Sierra de Taxco se encuentra en el norte del estado y constituye las estribaciones meridionales del Eje Volcánico Transversal. Su altitud varía de los 1200 hasta los 2400 m.s.n.m. (Figueroa de Cotín, 1980). Los tipos de vegetación que ahí se encuentran son: bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus*, bosque de *Pinus – Quercus*, bosque de *Juniperus* y bosque mesófilo de montaña.

#### b) Depresión del Balsas

Constituida por las zonas bajas de la Cuenca del Río Balsas, el cual sigue una dirección este - oeste. Se localiza entre los 17° 00' - 20° 00' latitud norte y 97° 30' - 103° 15' longitud oeste y está limitada al norte por el Eje Neovolcánico, desde el Cerro de La Malinche hasta el suroeste del estado de Jalisco; por el este limita con la Sierra de Oaxaca y por el sur y el oeste con la Sierra Madre del Sur. Ocupa importantes porciones de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Morelos, Estado de México y Puebla. Esta depresión sufre un estrechamiento importante a la altura del meridiano 100°, mismo que se ha tomado para dividirla en Depresión Oriental y Depresión Occidental (Toledo, 1982) en la cual se sitúa el Cañón del Zopilote, zona muy especial por sus características climáticas y de vegetación. La altitud varía de 0 a 1500 m.s.n.m. Los tipos de vegetación que caracterizan esta región son: bosque tropical caducifolio, algunos manchones de matorral crasicaule, bosque tropical subcaducifolio en cañadas húmedas (Jiménez *et al.*, 1983, en Meza *et al.*, 1997) y bosque espinoso en las zonas planas (Toledo, 1982).

#### c) Sierra Madre del Sur

Atraviesa el estado en dirección este-oeste, se localiza al sur de la Depresión del Balsas, separándola de la región costera; se encuentra interrumpida por el Río Balsas en el extremo occidental (Toledo, 1982). Tiene unos 100 km de ancho en promedio y una altitud que varía de 1500 a 3000 m.s.n.m, aunque el pico más alto es el cerro Teotepec con 3700 m de altitud. En la parte media de la Sierra se localizan los valles de Chilpancingo, Chilapa y Tixtla. Posee el tipo de vegetación característico de las zonas templadas, como bosque de *Juniperus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus* y bosque de *Abies* (Lorea, 1989).

#### d) La Costa

Entre la Sierra Madre del Sur y el Océano Pacífico se localiza una franja de tierra frente a un litoral de aproximadamente 420 km de longitud. Parte al occidente de la desembocadura del Río Balsas hasta el arroyo Tecoyame en el límite con el estado de Oaxaca. Esta planicie costera tiene una anchura de 15 a 25 km aunque en algunos lugares dicha planicie no existe cuando las estribaciones de la Sierra Madre del Sur llegan hasta el océano (Figueroa de Cotín, 1980, en Toledo, 1982).

La región se divide en Costa Chica -desde Acapulco hasta los límites con Oaxaca- y Costa Grande -desde Acapulco hasta los límites con Michoacán. Su altitud varía entre los 0 y 1000 m.s.n.m. Los tipos de vegetación predominantes son el bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio en las regiones más húmedas, matorral crasicaule, bosque de galería, bosque espinoso y vegetación sabanoide (Toledo, 1982).

### *1.5.2 CLIMA*

Debido a la fisiografía del Estado y las importantes diferencias de altitud, ésto aunado a su localización geográfica, Guerrero presenta diferentes tipos de clima, desde los secos BS hasta cálidos Aw, A(C)w con sus variantes de humedad, así como también templados C(w) y C(m) de la Costa hasta la Sierra de Taxco, pasando por la Sierra Madre del Sur (Meza y López, 1997).

## **1.6 MÉTODO GENERAL**

Se realizó una revisión de la literatura sobre la familia así como la colecta de ejemplares para posteriormente hacer la determinación de especies y variedades de los mismos.

Se llevó a cabo un análisis cladístico con la información obtenida, haciendo un listado de caracteres morfológicos que se consideraron representativos. Éstos se codificaron y pasaron a una matriz. Después se utilizó el programa PAUP\* 4.0b 10 (PPC/Altivec) (Swofford, 1999, en Skelton, 2002) para obtener los cladogramas correspondientes utilizando diferentes grupos externos y observar el comportamiento de las Hydrophyllaceae en dichos árboles con el fin de determinar si el apoyo de las ramas es suficiente para delimitar al grupo y apoyar o rechazar la propuesta de que estos géneros no constituyen una familia. Este análisis se describe en el apartado siguiente.

Con base en los resultados obtenidos del análisis cladístico se elaboraron las descripciones de los taxones, los mapas de distribución de los mismos y las claves para la determinación de dichos géneros, especies y variedades colectados en Guerrero. En el apartado 3 se describe detalladamente el método utilizado para este análisis.

## II. ANÁLISIS FILOGENÉTICO

### 2.1 INTRODUCCIÓN

El problema taxonómico con Hydrophyllaceae, a pesar de haber sido planteado anteriormente por especialistas como Brown (1810, 1818, en Ferguson, 1999) ha sido retomado en años recientes, especialmente en trabajos de índole molecular, como los de Soltis *et. al.* (2005).

Es especialmente en estos trabajos donde la existencia de la familia como tal se ha cuestionado, debido a que en los análisis realizados con diferentes genes se ha constituido el orden Solanales con las familias Convolvulaceae, Hydroleaceae, Montiniaceae, Solanaceae y Sphenocleaceae, incluyendo 140 géneros y cerca de 7000 especies (Soltis *et al.*, 2005).

Cabe destacar que en estas clasificaciones recientes se propone la existencia de la familia "Hydroleaceae" incluyendo únicamente al género *Hydrolea*, mientras que los géneros considerados en el presente trabajo como parte de Hydrophyllaceae (*Phacelia*, *Nama* y *Wigandia*) han sido adjudicados a diferentes familias.

Se ha propuesto que *Phacelia* y *Wigandia* sean incluidas en Boraginaceae debido a que poseen un carácter morfológico representativo de esa familia: la presencia de inflorescencia helicoides o escorpioide (Soltis, 2005). Los caracteres que separan a *Hydrolea* de las otras Hydrophyllaceae incluyen la presencia de cápsula bilocular y placentación axilar (Ferguson, 1999). La posición de *Nama* no ha sido claramente definida aún.

Con estos antecedentes, el presente análisis busca apoyar la propuesta de la existencia de la familia Hydrophyllaceae incluyendo únicamente los 4 géneros colectados para Guerrero: *Hydrolea*, *Nama*, *Phacelia* y *Wigandia*, utilizando caracteres morfológicos y un método cladístico que nos muestre cómo se agrupan estos taxones.

### 2.2 OBJETIVO

Reconocer mediante un método cladístico al grupo Hydrophyllaceae con base en material de Guerrero.

### 2.3 MÉTODO

Para realizar el análisis filogenético se elaboró en MacClade una matriz de 45 caracteres morfológicos (ver Cuadro 2), sin incluir caracteres métricos, conteniendo las 6 especies y 2 variedades de Hydrophyllaceae colectadas en el estado de Guerrero, así como una especie representativa de los géneros *Heliotropium* sp. (Boraginaceae), *Cestrum* sp. (Solanaceae) e *Ipomoea* sp. (Convolvulaceae) como grupos externos (outgroups), ésto debido a la cercanía filogenética de estas cuatro familias, siendo Convolvulaceae la familia más alejada de las 3, de acuerdo a la literatura.

Se realizó el análisis utilizando cada uno de los géneros por separado como grupo externo, es decir, se obtuvieron árboles con *Heliotropium*, *Cestrum* e *Ipomoea* como grupos externos por separado, y posteriormente se realizó el análisis considerando a esos tres géneros en conjunto como grupos externos, ésto con el fin de comparar los resultados entre los árboles con diferentes grupos externos. Por medio del análisis de parsimonia se obtuvo una topología que nos ayudará a proponer una agrupación de dichas especies.

<p>GRUPOS INTERNOS (Hydrophyllaceae):</p> <p><i>A: Hydrolea spinosa</i> var. <i>spinosa</i></p> <p><i>B: Hydrolea spinosa</i> var. <i>cervantesii</i></p> <p><i>C: Nama dichotomum</i></p> <p><i>D: Nama undulatum</i></p> <p><i>E: Nama origanifolium</i></p> <p><i>F: Phacelia platycarpa</i> <i>G: Wigandia urens</i></p>	<p>GRUPOS EXTERNOS:</p> <p><i>H: Heliotropium</i> sp. (Boraginaceae)</p> <p><i>I: Cestrum</i> sp. (Solanaceae)</p> <p><i>J: Ipomoea</i> sp. (Convolvulaceae)</p>
--	--

### Cuadro 1. Taxones utilizados en el análisis filogenético

La matriz de caracteres se elaboró en el programa MacClade, para posteriormente, utilizarla en el programa PAUP\* 4.0b 10 (PPC/Altivec) (Swofford, 1999, en Skelton, 2002). El análisis se llevó a cabo bajo los criterios de Máxima Parsimonia (MP) con TBR con el cual se calculó el apoyo de las ramas encontradas con un análisis de "Bootstrap", así como con Neighbor-Joining (NJ) para compararlo con el encontrado en máxima parsimonia.

Neighbor-Joining (Saitou y Nei, 1987, en Forey, 1993) es un método de distancia, el cual se utiliza para obtener un estimado de un árbol de mínima evolución. Está relacionado al análisis tradicional de vecino más cercano y no toma como supuesto que todos los linajes han divergido a la misma velocidad (en Hillis *et al.*, 1996).

El método de Máxima Parsimonia es un criterio para estimar un parámetro a partir de datos observados basados en el principio de minimizar el número de eventos necesarios para explicar dichos datos. En análisis filogenéticos, el árbol óptimo bajo el criterio de máxima parsimonia es aquél que requiere el menor número de cambios en los caracteres o estados de carácter, lo cual se denomina "parsimonia" (en Hillis *et al.*, 1996).

El análisis de Bootstrap consiste en eliminar al azar la mitad de los caracteres de una matriz de datos, duplicarlos (para así obtener una matriz del mismo tamaño) y analizar esta nueva matriz para obtener el o los cladogramas más parsimoniosos. Este proceso se repite cien veces y el número de veces (porcentaje) que aparece cada componente se considera un índice de soporte (Felsenstein, 1985; Sanderson, 1989; Siebert, 1992; Harshman, 1994; Li y Zharkikh, 1994, (en Morrone, 2003)).

## 2.4 RESULTADOS: ANÁLISIS FILOGENÉTICO

Se obtuvieron 45 caracteres morfológicos de los siete taxones incluidos (*Hydrolea spinosa* var. *cervantesii*, *Hydrolea spinosa* var. *spinosa*, *Nama dichotomum*, *Nama origanifolium*, *Nama undulatum*, *Phacelia platycarpa* y *Wigandia urens*) de los cuales 21 son caracteres biestado, 11 son caracteres triestado y 10 son multiestado. De los 45 caracteres, 4 son constantes y 41 variables, de éstos últimos, 27 son filogenéticamente informativos.

Se obtuvieron en total 21 árboles más parsimoniosos; tres corresponden a *Cestrum* (Solanaceae) como grupo externo, tres árboles con *Ipomoea* (Convolvulaceae) como grupo externo, tres árboles con *Heliotropium* (Boraginaceae) como grupo externo y finalmente otros 3 árboles utilizando a los tres géneros como grupo externo. De cada uno de éstos resultados se obtuvieron los árboles de consenso, con su correspondiente apoyo a las ramas (Bootstrap).

El programa PAUP realizó 88 arreglos con cada uno de los 4 grupos externos (*Heliotropium*, *Cestrum* e *Ipomoea* como grupos externos por separado y posteriormente los tres en conjunto como grupo externo), obteniendo un Índice de Consistencia (IC) = 0.7841 al incluir tanto caracteres informativos como no informativos y un Índice de Homoplasia (IH) = 0.2159 para los 4 casos.

Cuando se realizó el análisis sin incluir los caracteres no informativos se obtuvo un IC = 0.7246 y un IH = 0.2754, así como un Índice de Retención (IR) = 0.6780 para todos los casos.

<b>Cuadro 2. Caracteres morfológicos y estados de caracter utilizados en el análisis filogenético:</b>
1: TIPO DE INFLORESCENCIA 0 - panícula/tirso, 1 - cima escorpioide/helicoide, 2 - solitaria, 3 - dicasio
2: POSICIÓN DE LA INFLORESCENCIA 0 - terminal, 1 - axilar
3: PEDICELOS INFLORESCENCIA 0 - sésil, 1 - pedicelada
4: PEDICELO LONGITUD 0 - hasta 2 mm, 1 - más de 2.1 mm
5: NÚMERO DE ESTILOS 0 - un estilo, 1 - dos estilos, 2 - más de dos estilos
6: IMPLANTACIÓN DE ESTILO 0 - apical, 1 - ginobásico
7: TIPO DE ESTILO 0 - simple, 1 - bífido
8: FORMA DEL ESTIGMA 0 - clavado-capitado, 1 - funelforme, 2 - bilobulado
9: FORMA DE LA COROLA 0 - tubo cilíndrico, 1 - infundibuliforme/hipocraterimorfa, 2 - campanulada
10: FORMA DE LOS LÓBULOS 0 - cordados, 1- ovados a orbiculares, 2 - plicados
11: SUPERFICIE DEL PÉTALO 0 - glabro, 1 - puberulento
12: FORMA DE LOS SÉPALOS 0 - linear/lanceolado, 1 - linear/obovado a espatulado, 2 - lanceolado
13: INSERCIÓN DE LOS FILAMENTOS 0 - epipétalos, 1 - alternos a los lóbulos de la corola, 2 - desigualmente insertos
14: TAMAÑO FILAMENTO 0 - más largo que anteras, 1 - menos largo que anteras
15: INDUMENTO DE FILAMENTOS 0 - glabros con indumento en más de 1/3 de la longitud a partir de la base, 1 - glabros
16: NÚMERO DE FILAMENTOS 0 - cinco, 1 - más de 5
17: BASE DE LOS FILAMENTOS 0 - dilatada, 1- no dilatada, 2 - con apéndices escumiformes, 3 - aplanada con márgenes libres
18: ESTAMBRES 0 - exertos, 1- incluidos
19: SÉPALOS 0 - connados, 1 - divididos casi hasta la base, 2- imbricados
20: NÚMERO DE LÓCULOS 0 - uno, 1 - dos a cuatro
21: ANTERAS 0 - oblongas, 1 - sagitadas, 2 - rectas
22: CÁLIZ 0 - acrecente, 1 - no acrecente
23: FORMA DEL CÁLIZ 0- campanular a tubular no dentado, 1- dividido casi hasta la base, 2 - sépalos libres hasta la mitad
24: NÚMERO DE ÓVULOS 0 - uno, 1- dos a diez, 2- más de diez
25: TIPO DE FRUTO 0 - cápsula loculicida, 1- cápsula septicida, 2- baya, 3- drupa
26: FORMA BIOLÓGICA 0 - hierba, 1- hierba a arbusto, 2 - hierba a sufruticosa, 3 - sufruticosa a arborescente
27: POSICIÓN DE LAS HOJAS 0- alterna, 1 - alterna-esprial
28: FORMA DE LAS HOJAS 0- linear a lanceolada, 1- linear a oblonga, 2- ovada a oblongo elíptica, 3- linear a espatulada/ovada
29: TIPO DE HOJA 0- entera y simple, 1- compuesta pinnada o pinnatífida, 2 - simple o pinnada
30: MARGEN DE LA LÁMINA 0 - liso, 1 - dentado-crenado
31: BASE DE LA HOJA 0- atenuada, 1 - redondeada 2- cordada a trunca
32: ÁPICE DE LA HOJA 0 - agudo, 1 - obtuso a subagudo
33: SUPERFICIE DEL HAZ 0 - glabras, 1 - con indumento escaso, 2 - con indumento abundante, 3 - viloso
34: SUPERFICIE DEL ENVÉS 0 - glabras, 1- con indumento escaso
35: PECIOLOS 0 - glabros, 1- pubescentes
36: SUPERFICIE TALLOS 0 - pubescentes con tricomas glandulares, 1 - pubescentes sin tricomas glandulares
37: SEMILLAS 0 - dos, 1- más de dos
38: SUPERFICIE DE LAS SEMILLAS 0 - lisas, 1 - rugosas, 2 - reticuladas, 3 - alveoladas, 4 - acanaladas
39: ESPINAS 0 - ausentes, 1 - presentes
40: SETAS URTICANTES 0 - ausentes, 1 - presentes
41: ÁPICE DEL PÉTALO 0 - agudo, 1 - redondeado, 2 - otro
42: FORMA DE LA SEMILLA 0 - ovoide, 1- cilíndrica, 2 - elipsoide, 3 - aplanada
43: TIPO DE PLACENTACIÓN 0 - axilar, 1- parietal
44: DISCO NECTARIO 0 - ausente, 1- presente
45: CISTOLITO BASAL EN TRICOMAS 0 - ausente, 1- presente



**Cuadro 3. Matriz de caracteres de la familia Hydrophyllaceae y grupos externos**

	<i>H. spi.spi</i>	<i>H. spi.cer</i>	<i>N. dich</i>	<i>N. und</i>	<i>N. orig</i>	<i>Ph. plat</i>	<i>W. ure</i>	<i>Helio (B)</i>	<i>Ces (S)</i>	<i>Ipo (C)</i>
1	0	0	2	0	0	1	1	1	2	3
2	0	0	0	0	0	1	1	1	0&1	0
3	1	1	1	1	1	0&1	0&1	0	1	1
4	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
5	1&2	1&2	1	1	1	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0&1	0	0&1
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0
9	2	2	2	2	0	2	1	2	0	2
10	1	1	1	1	1	1	0	2	2	2
11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
12	2	2	1	1	1	0	0	2	2	2
13	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	3	3	0	2	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	0	1	2
20	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
21	1	1	0	0	0	0	1	0	1	2
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1	1	1	1	1	1	1	0	1	2
24	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0
25	0&1	0&1	0	0	0	0	0&1	3	2	0&1
26	2	2	0	0	0	0	3	1	0	1
27	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
28	0	0	0	1	2	1	1	3	1	1
29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
30	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
31	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2
32	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
33	2	2	2	2	3	1	2	0	0	1
34	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
35	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
37	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
38	1	1	3	2	3	1	3	0	0	4
39	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
41	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2
42	0	0	1	2	1	0	0	0	3	2
43	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

### 2.4.1 Outgroup *Cestrum sp.*

Los tres primeros árboles fueron igualmente parsimoniosos, aunque la topología era diferente. Las dos variedades de *Hydrolea spinosa* forman un sólo grupo, al igual que las tres especies de *Nama* forman otro grupo. En otra rama están agrupados *Phacelia* y *Wigandia*, al igual que los géneros *Heliotropium* (Boraginaceae) e *Ipomoea* (Convolvulaceae) se encuentran formando otro grupo. El tercer árbol difiere en que *Wigandia* y *Phacelia* no aparecen agrupados, sino que están en ramas separadas, obteniendo en el árbol de consenso que dichas ramas no están resueltas.

Los valores del apoyo de las ramas (bootstrap) en el árbol de consenso son en general altos, a excepción de la rama que agrupa a *Hydrolea* y *Nama* (51%). Por ejemplo, se puede observar un apoyo de 100% para el grupo de *Hydrolea*, de 86% para las tres especies de *Nama*, dentro del cual *Nama dichotomum* y *Nama undulatum* tienen un apoyo de 64%. En términos de familia, *Hydrolea*, *Nama*, *Phacelia* y *Wigandia* se encuentran bien apoyadas por un 83%.

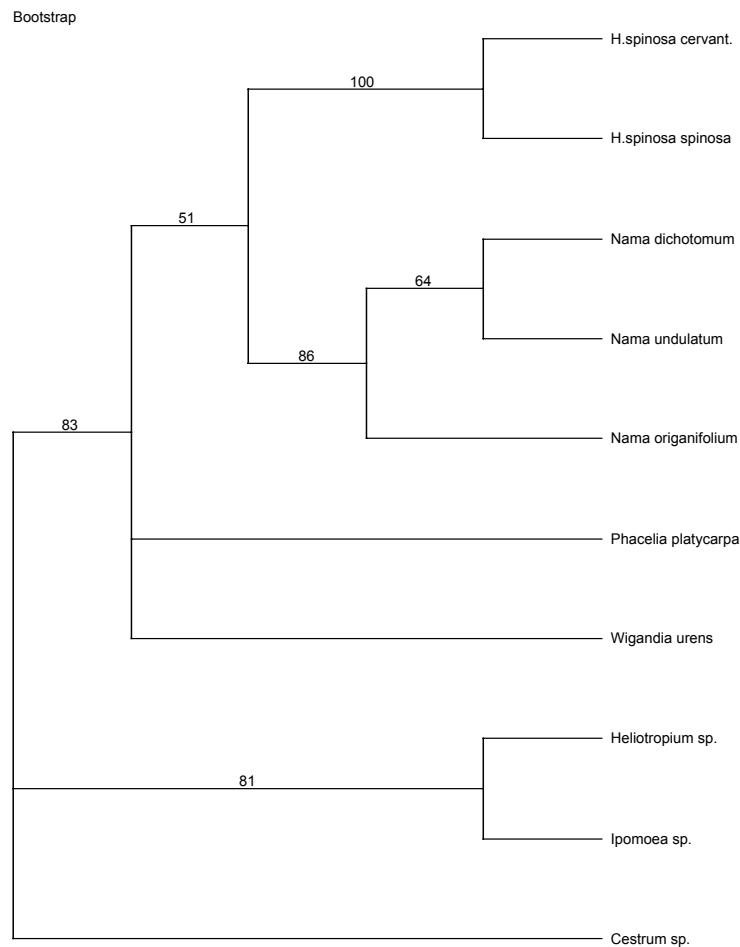


Figura 1a. Cladograma de parsimonia de consenso. Los porcentajes indican el apoyo de las ramas encontradas (Bootstrap), utilizando a *Cestrum* (Solanaceae) como grupo externo.

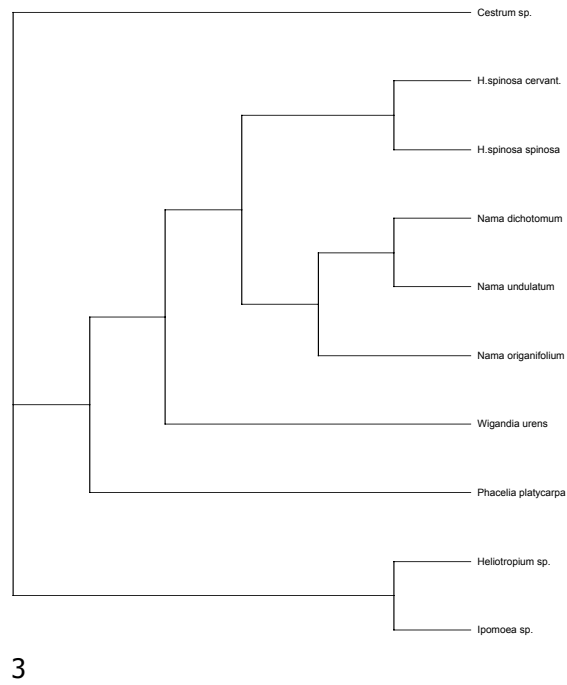
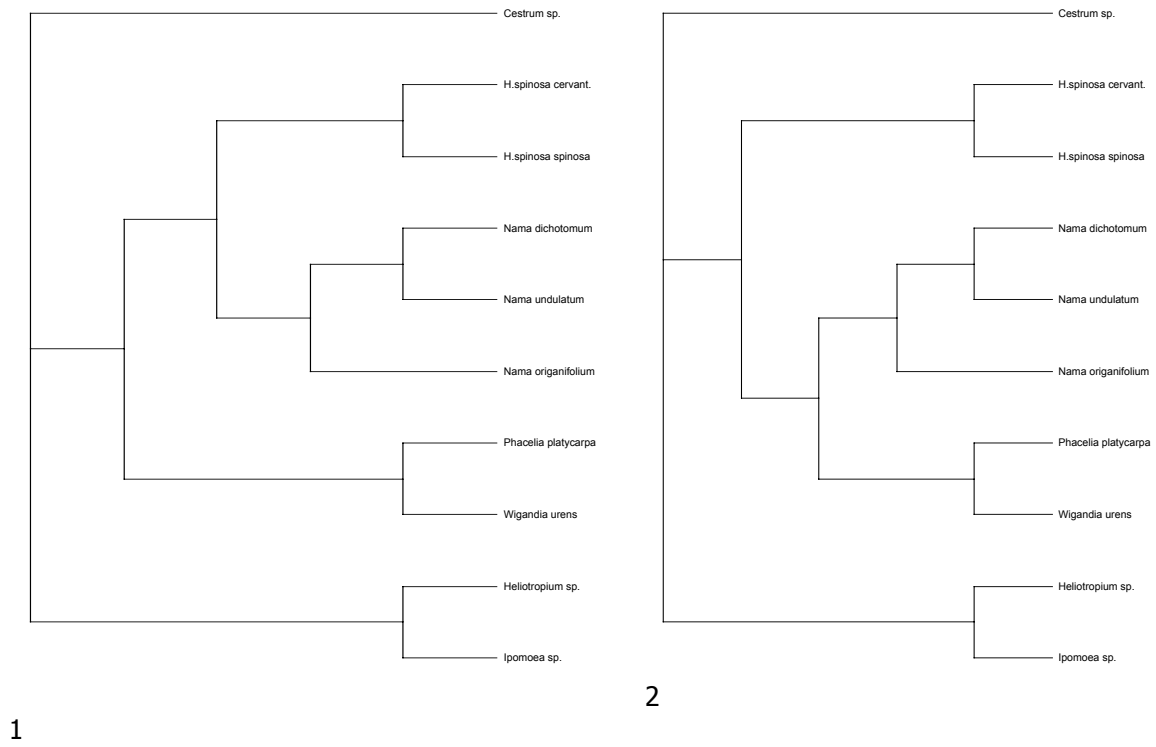


Figura 1b. Cladogramas de Máxima Parsimonia con *Cestrum* (Solanaceae) como grupo externo.

### 2.4.3 Outgroup *Heliotropium sp.*

Al igual que al utilizar *Cestrum* e *Ipomoea* como grupos externos los tres primeros árboles fueron igualmente parsimoniosos pero con topología diferente. Las dos variedades de *Hydrolea spinosa* forman un sólo grupo, al igual que las tres especies de *Nama* forman otro grupo. En otra rama están agrupados *Phacelia* y *Wigandia*, mientras que los géneros *Cestrum* (Solanaceae) e *Ipomoea* (Convolvulaceae) se encuentran en ramas independientes. El tercer árbol presenta una topología muy parecida, con la diferencia de que *Wigandia* y *Phacelia* no aparecen agrupados, sino que están en ramas separadas, obteniendo en el árbol de consenso que dichas ramas no están resueltas.

Los valores del apoyo de las ramas (bootstrap) en el árbol de consenso son en general altos, a excepción de la rama que agrupa a *Hydrolea* y *Nama* (51%). Por ejemplo, se puede observar un apoyo de 99% para el grupo de *Hydrolea*, de 80% para las tres especies de *Nama*, dentro del cual *Nama dichotomum* y *Nama undulatum* tienen un apoyo de 70%. En términos de familia, *Hydrolea*, *Nama*, *Phacelia* y *Wigandia* se encuentran bien apoyadas por un 88%.

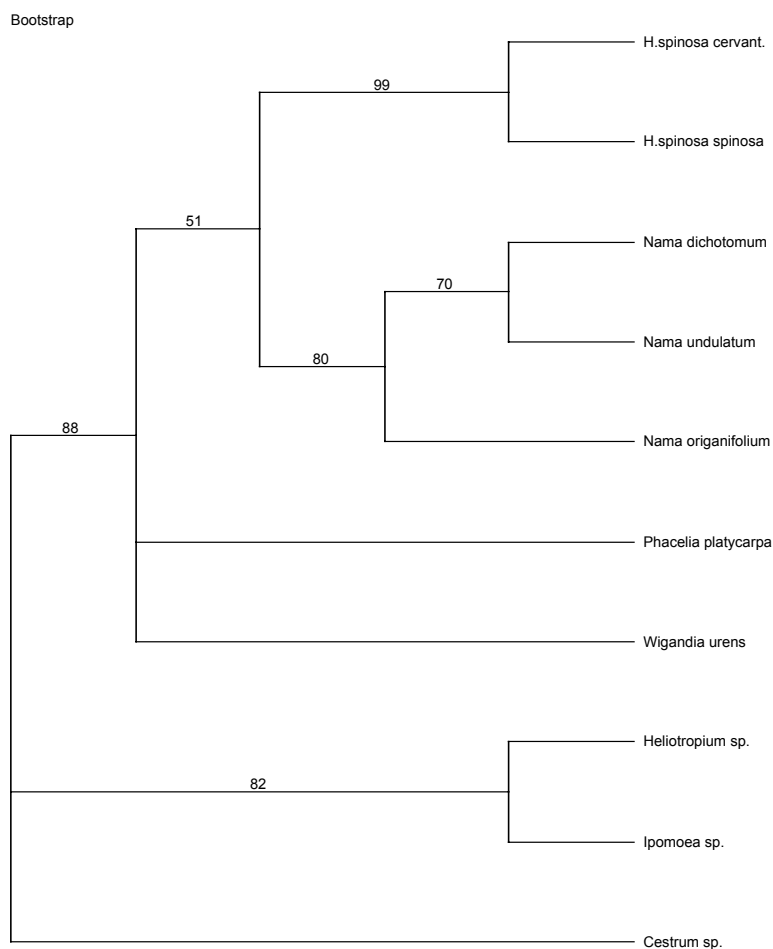


Figura 2a. Cladograma de parsimonia de consenso. Los porcentajes indican el apoyo de las ramas encontradas (Bootstrap), utilizando a *Heliotropium* (Boraginaceae) como grupo externo.

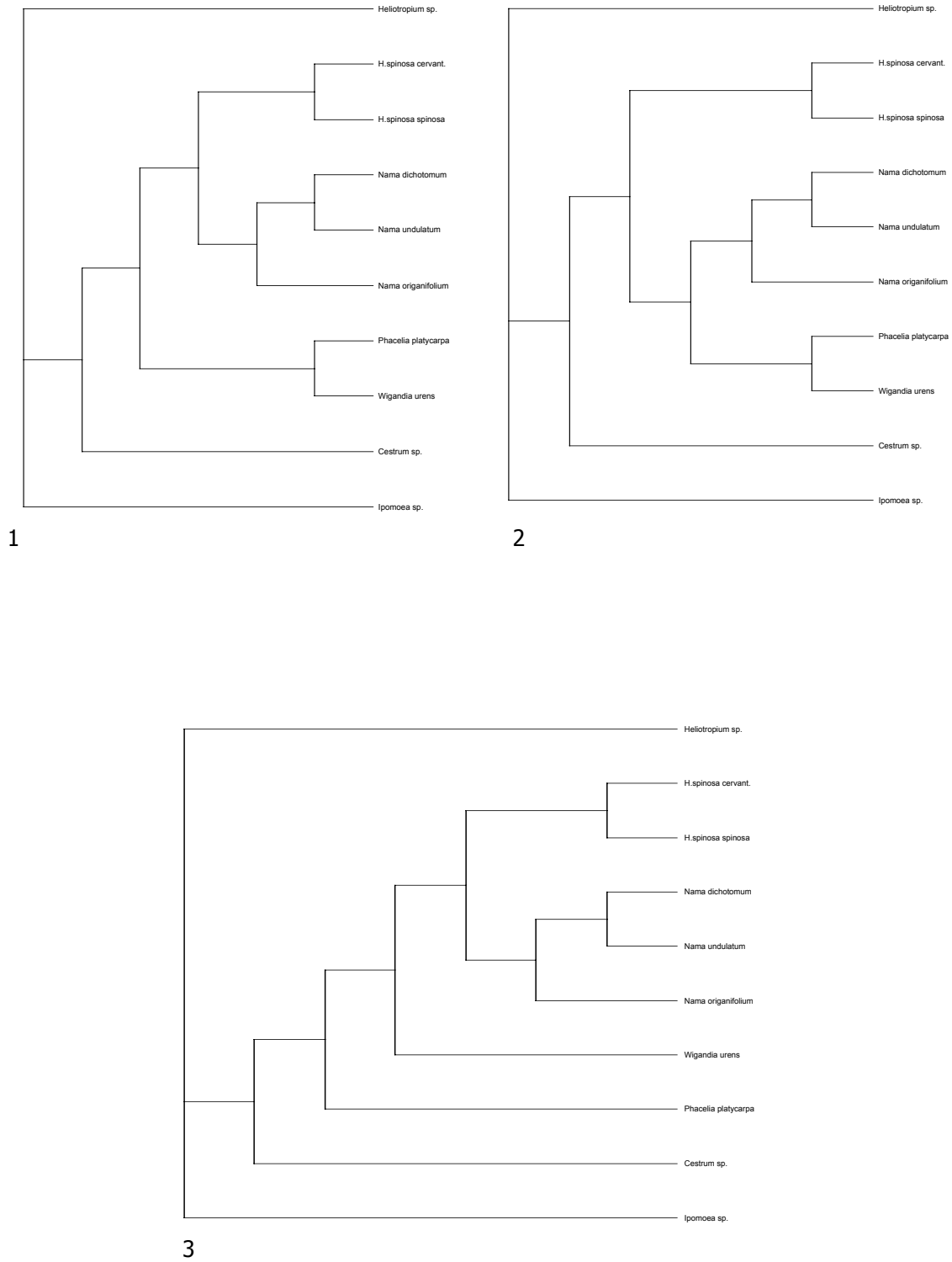


Figura 2b. Cladogramas de Máxima Parsimonia con *Heliotropium* (Boraginaceae) como grupo externo.

### 2.4.2 Outgroup *Ipomoea sp.*

A igual que en el caso de *Cestrum* como grupo externo, los dos primeros árboles fueron igualmente parsimoniosos pero con diferente topología. Las dos variedades de *Hydrolea spinosa* forman un sólo grupo, al igual que las tres especies de *Nama*. Los géneros *Heliotropium* (Boraginaceae) y *Cestrum* (Solanaceae) se presentan en ramas separadas en los tres casos. El tercer árbol presenta una topología muy parecida, con la diferencia de que *Wigandia* y *Phacelia* no aparecen agrupados, sino que están en ramas separadas, obteniendo en el árbol de consenso que dichas ramas no están resueltas.

Los valores del apoyo de las ramas (bootstrap) en el árbol de consenso son en general altos. Se puede observar un apoyo de 100% para el grupo de *Hydrolea* y de 83% para las tres especies de *Nama*. A nivel de familia, *Hydrolea*, *Nama*, *Phacelia* y *Wigandia* se encuentran bien apoyadas por un 87%, mostrando nuevamente en ramas separadas a *Wigandia* y *Phacelia*, lo cual indica que dichas ramas no han sido resueltas. El valor más bajo obtenido fue el del grupo formado por *Nama undulatum* y *Nama dichotomum* (69%).

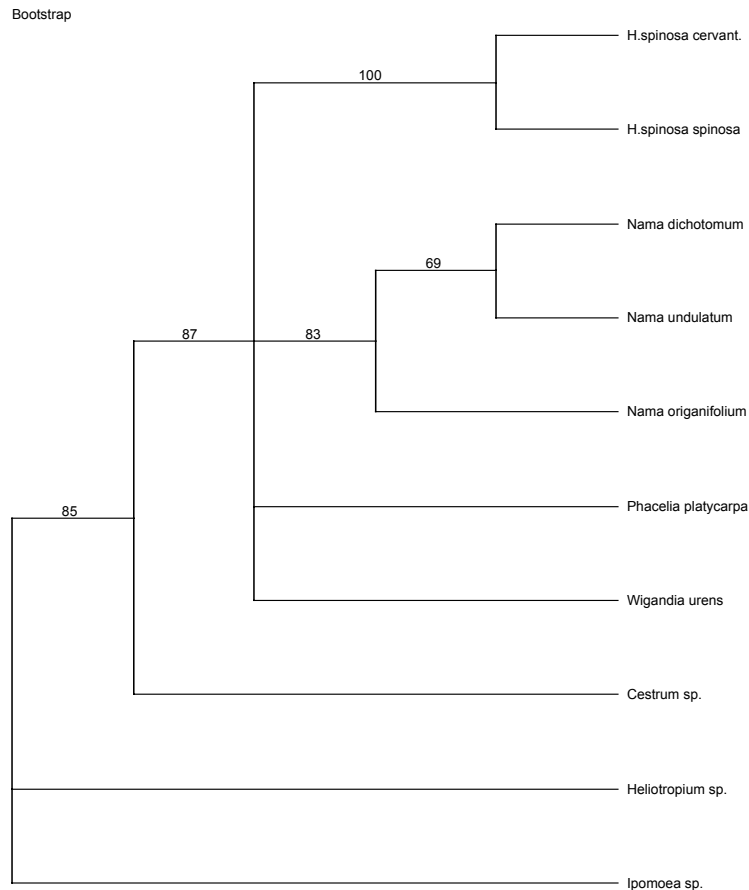


Figura 3a. Cladograma de parsimonia de consenso. Los porcentajes indican el apoyo de las ramas encontradas (Bootstrap), utilizando a *Ipomoea* (Convolvulaceae) como grupo externo.

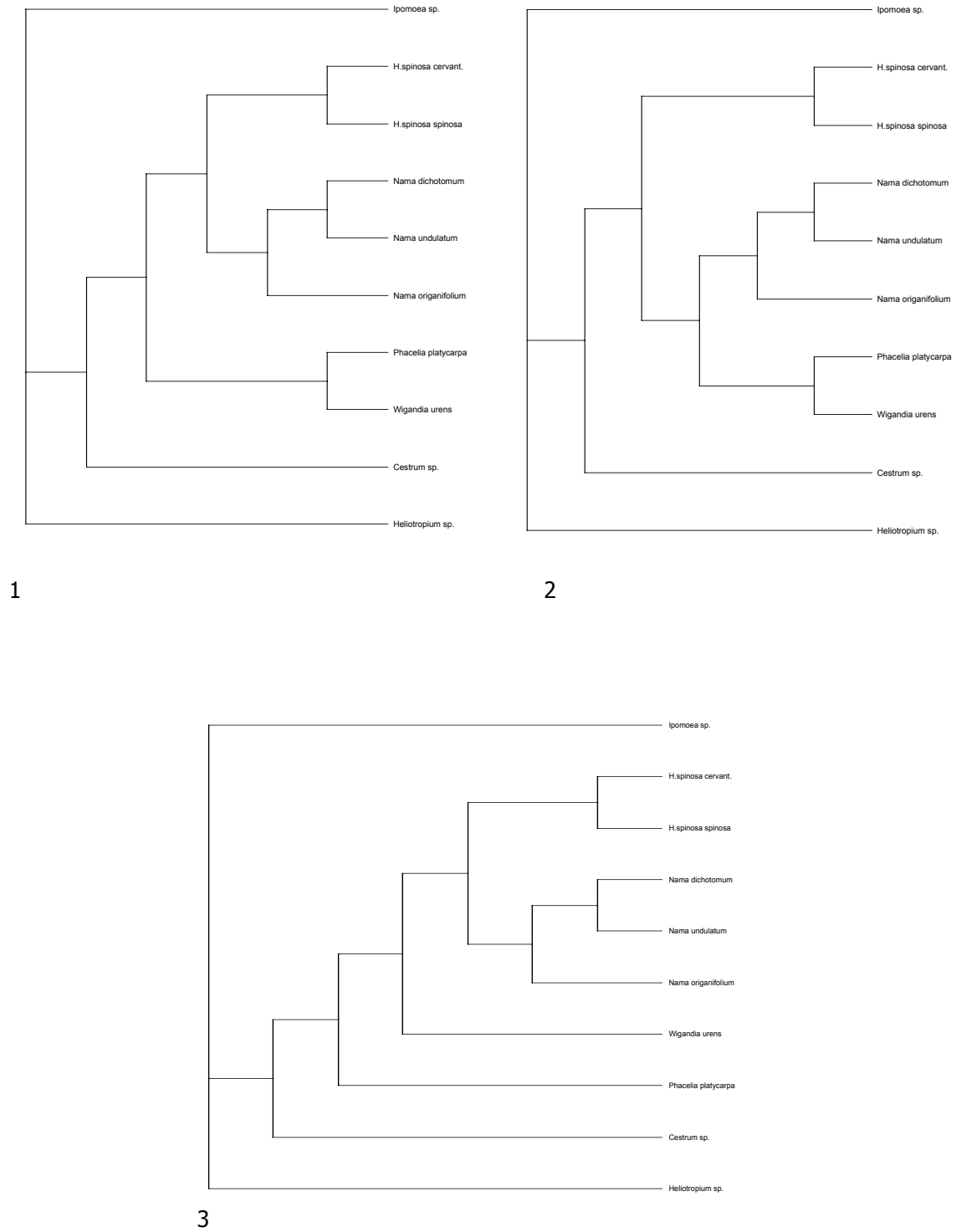


Figura 3b. Cladogramas de Máxima Parsimonia con *Ipomoea* (Convolvulaceae) como grupo externo.

#### 2.4.4 Utilizando a los tres como grupos externos: *Cestrum sp.*, *Heliotropium sp.* y *Ipomoea sp.*

Al utilizar los géneros de las familias Solanaceae, Convolvulaceae y Boraginaceae en conjunto como grupo externo los dos primeros árboles fueron igualmente parsimoniosos. Las dos variedades de *Hydrolea spinosa* forman un sólo grupo, al igual que las tres especies de *Nama* forman otro grupo. En otra rama están agrupados *Phacelia* y *Wigandia*, al igual que los géneros *Heliotropium* (Boraginaceae) e *Ipomoea* (Convolvulaceae) se encuentran formando otro grupo y *Cestrum* (Solanaceae) aparece en una rama independiente. El tercer árbol presenta una topología muy parecida, con la diferencia de que *Wigandia* y *Phacelia* no aparecen agrupados, sino que están en ramas separadas, obteniendo en el árbol de consenso que dichas ramas no están resueltas.

Los valores del apoyo de las ramas (bootstrap) en el árbol de consenso son en general altos, a excepción de la rama que agrupa a *Hydrolea* y *Nama* (51%). Por ejemplo, se puede observar un apoyo de 99% para el grupo de *Hydrolea*, de 80% para las tres especies de *Nama*, dentro del cual *Nama dichotomum* y *Nama undulatum* tienen un apoyo de 70%. En términos de familia, *Hydrolea*, *Nama*, *Phacelia* y *Wigandia* se encuentran bien apoyadas por un 88%.

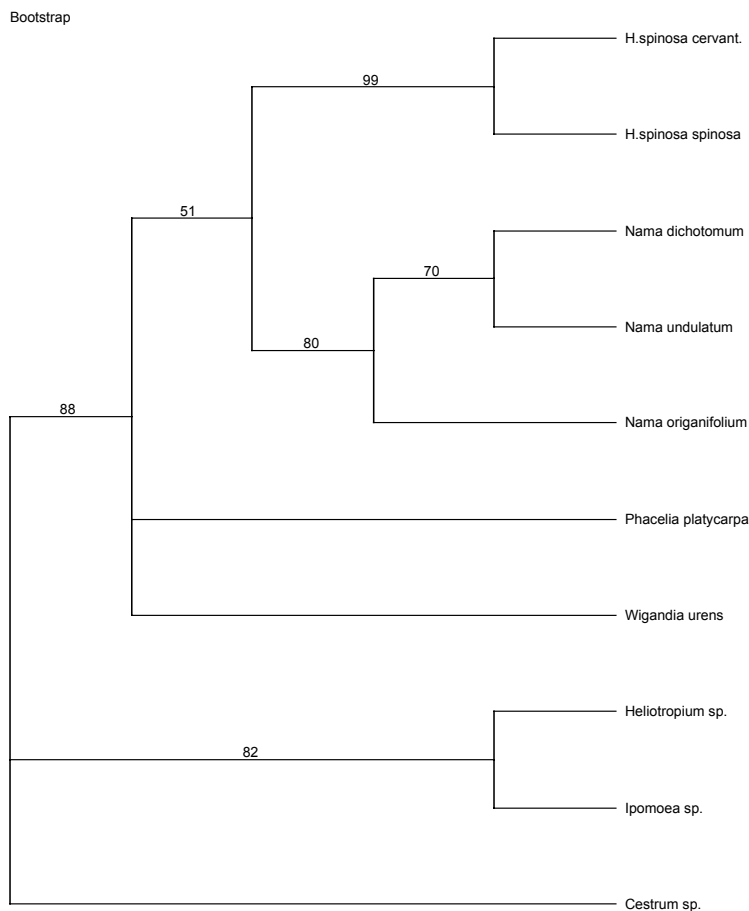
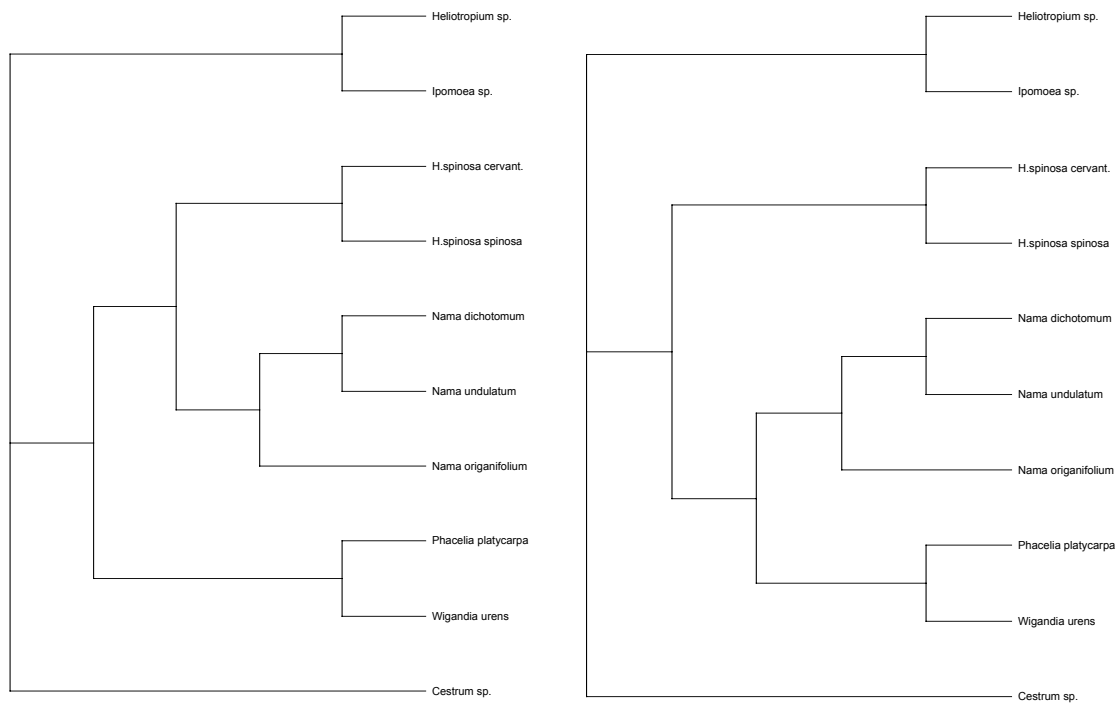


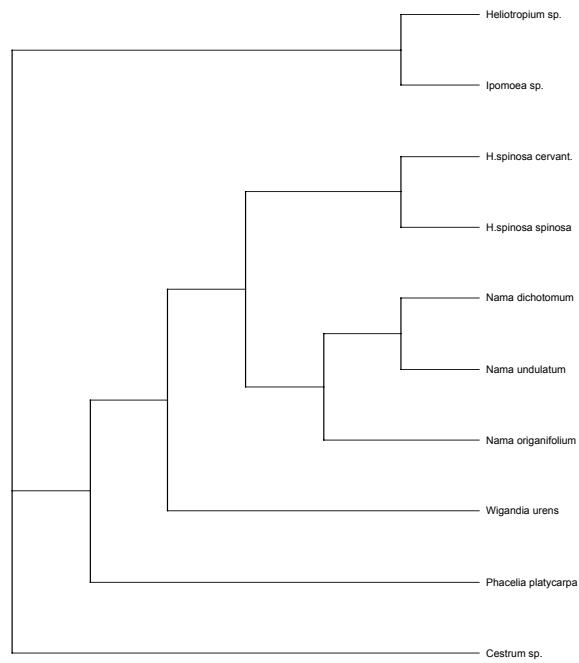
Figura 4a. Cladograma de parsimonia de consenso. Los porcentajes indican el apoyo de las ramas encontradas (Bootstrap), utilizando a *Heliotropium* (Boraginaceae), *Ipomoea* (Convolvulaceae) y *Cestrum* (Solanaceae) como grupo externo.





1

2



3

Figura 4b. Cladogramas de Máxima Parsimonia con *Cestrum* (Solanaceae), *Ipomoea* (Convolvulaceae) y *Heliotropium* (Boraginaceae) como grupos externos.

### 2.4.5 Neighbor-Joining

Se obtuvo una topología muy parecida a los árboles de parsimonia, con los grupos externos utilizados concentrados fuera del grupo interno. Como se esperaba, se observa que los taxones más parecidos son *Hydrolea spinosa* var. *cervantesii* e *Hydrolea spinosa* var. *spinosa*. Se observa también la agrupación de las tres especies de *Nama* en una sola rama, siendo *Nama dichotomum* y *Nama undulatum* las especies más parecidas. La diferencia notable que se observa al utilizar este criterio es que *Phacelia platycarpa* y *Wigandia urens* aparecen en la misma rama como grupo resuelto, a diferencia de lo que se obtuvo en los árboles de consenso.

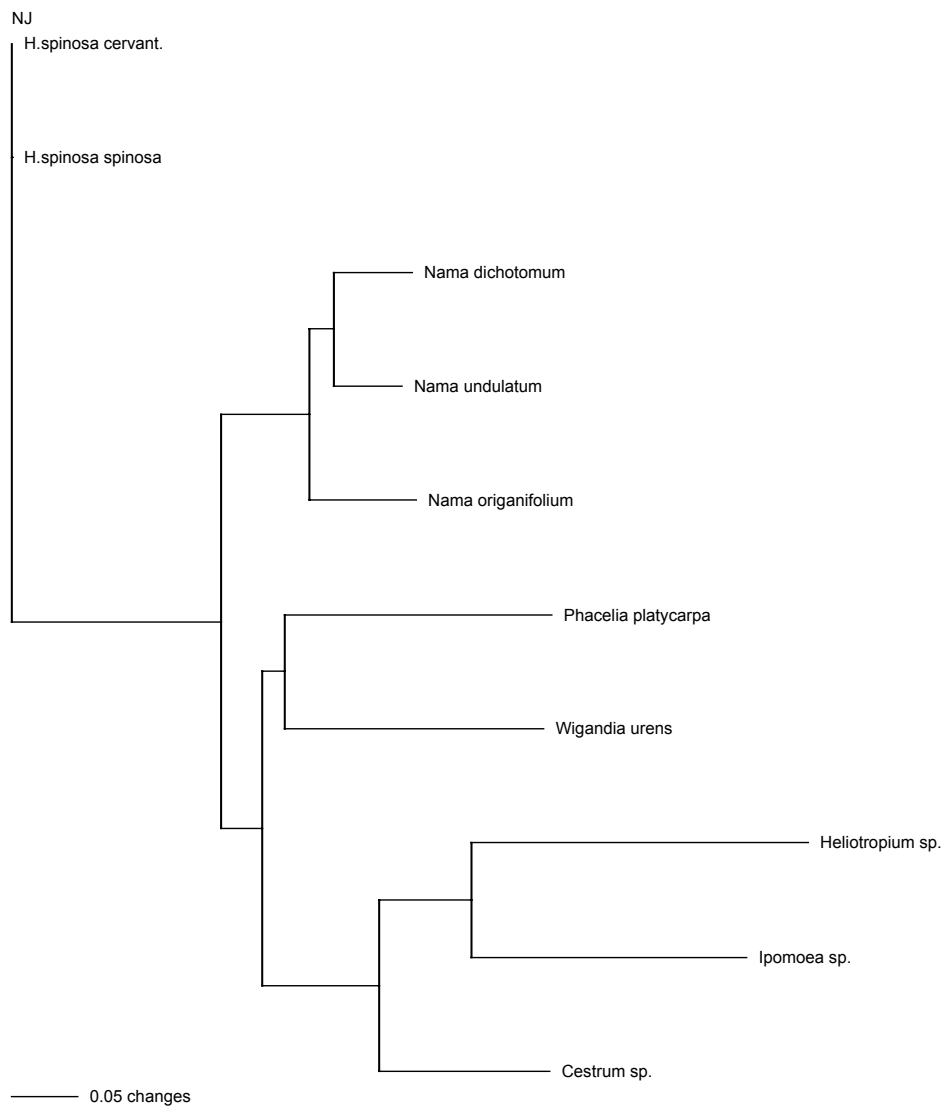


Figura 5. Fenograma obtenido con el método de Neighbor-Joining.

## 2.5 DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se apoya la hipótesis de que el grupo Hydrophyllaceae tiene una identidad propia, debido a que todos los árboles generados (21), utilizando diferentes grupos externos se presenta una topología muy similar, consistente y fuertemente apoyada (88%). Dentro del grupo se observa que existen dos clados claramente diferenciados, uno representado por *Hydrolea spinosa* var. *cervantesii* e *Hydrolea spinosa* var. *spinosa*, con valores altos de apoyo de las ramas, y el otro conformado por *Nama dichotomum*, *Nama origanifolium* y *Nama undulatum*. Los índices de consistencia y retención fueron iguales en todos los casos.

Los árboles obtenidos para cada caso fueron igualmente parsimoniosos aunque la topología de los mismos difiere en la agrupación de los géneros *Wigandia* y *Phacelia* ya que la posición de éstos no está resuelta en ninguno de los cladogramas de consenso estricto encontrados, lo cual indica que hace falta tomar más datos que posiblemente puedan permitir la resolución de ese nodo.

El análisis de Neighbor-Joining se presenta como otro apoyo al mostrar que los cuatro géneros efectivamente se encuentran constituyendo un grupo, y a diferencia de los 4 árboles de consenso obtenidos, en el cladograma de NJ se observó que *Wigandia* y *Phacelia* aparecen como grupos cercanos, lo cual también se observó en 2 de cada 3 árboles para cada uno de los casos en el análisis de parsimonia.

Respecto a la separación de *Hydrolea* de la familia como grupo independiente "Hydroleaceae" (Cosner *et al.*, 1994; Ferguson, 1999; Savolainen *et al.*, 2000; Soltis *et al.*, 2000, en Erbar, 2005) los resultados obtenidos no apoyan esa hipótesis porque a pesar de que el grupo *Hydrolea* / *Nama* no obtuvo un porcentaje alto de apoyo a la rama por si sola, la rama que agrupa a los cuatro géneros sí obtuvo un porcentaje de apoyo alto en todos los casos.

La división de las Hydrophyllaceae, con *Hydrolea* asignada al orden Solanales (como familia Hydrophyllaceae) y *Phacelia*, *Nama* y *Wigandia* dentro de Boraginaceae ya había sido propuesta por Jussieu en 1789, aunque no fue aceptado por Gray en 1875, además de que las clasificaciones modernas basadas en caracteres morfológicos incluyen a *Hydrolea* dentro de Hydrophyllaceae (Cronquist, 1981). Los caracteres que separan a *Hydrolea* de las otras Hydrophyllaceae y que también se tomaron en cuenta para este estudio incluyen la presencia de cápsula bilocular y placentación axilar. Estos caracteres son suficientemente fuertes para proponer la separación total de dicho género de acuerdo a Ferguson (1999).

En análisis moleculares de filogenia utilizando los genes *rbcL* y *ndhF* realizados por Olmstead y Ferguson (<http://www.botany2001.org/section12/abstracts/167.shtml>) los resultados también indicaron que *Hydrolea* no pertenece a ninguna de las dos familias y que debería colocarse en otro grupo, pero contrario a lo anterior, los resultados del presente estudio donde se utilizaron exclusivamente caracteres morfológicos apoyan la inclusión del género *Hydrolea* dentro de las Hydrophyllaceae.

Se debe recordar que este es un trabajo preliminar, ya que sólo se han incluido los géneros y especies que se distribuyen en el Estado de Guerrero, por lo que es importante realizar análisis más profundos que incluyan, si no a todos los géneros, por lo menos un mayor número de géneros representativos de la familia Hydrophyllaceae, así como también se deben incluir más caracteres de diferentes tipos, por ejemplo ecológicos, palinológicos, embriológicos, geográficos y tipo de vegetación, moleculares, etc. que proporcionen más información sobre esta familia, ya que los caracteres que se apoyan en la morfología fueron limitados en este análisis debido a la falta de ejemplares.

## **2.6 CONCLUSIÓN: ANÁLISIS FILOGENÉTICO**

Con los caracteres morfológicos utilizados en la realización de estos cladogramas se concluye que los taxones (*Hydrolea spinosa* var. *cervantesii*, *Hydrolea spinosa* var. *spinosa*, *Nama dichotomum*, *Nama organifolium*, *Nama undulatum*, *Phacelia platycarpa* y *Wigandia urens*) aquí tratados constituyen un grupo con historia evolutiva independiente y por lo tanto no se apoya la propuesta de separar a los géneros contenidos en lo que tradicionalmente se ha considerado como Hydrophyllaceae y colocarlos en otras familias. Con esta base a continuación se presenta el tratamiento taxonómico de esta familia para Guerrero.

### III. TRATAMIENTO TAXONÓMICO

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Los estudios florísticos han hecho posible la realización de inventarios para las floras locales que apoyan diversos trabajos de investigación acerca de los recursos naturales del país, ya que proporcionan una gran cantidad de información que permite tener un mejor conocimiento y por lo tanto un mejor uso y aprovechamiento de la diversidad vegetal con la que cuenta una región.

A través de trabajos como la presente aportación al proyecto "Flora de Guerrero" se busca contribuir al conocimiento de la riqueza biológica del Estado así como de México, el cual a pesar de ser uno de los países más megadiversos el conocimiento que se tiene sobre la flora y fauna es insuficiente.

#### 3.2 OBJETIVOS

- ⊗ Contribuir al conocimiento de la flora del Estado de Guerrero.
- ⊗ Proporcionar claves y descripciones de los géneros y especies así como mapas de distribución de los mismos.

#### 3.3 MÉTODO

Se revisó el Código de Nomenclatura Botánica, con el objeto de conocer los principios y formalidades descritas en él, así como los diferentes conceptos utilizados en Taxonomía: protólogo, nombre científico, holotipo, paratipo, sintipo, topotipo, neotipo, sinónimos nomenclaturales y sinónimos taxonómicos, nombres correctos.

Se llevó a cabo la búsqueda y recopilación bibliográfica exhaustiva sobre la literatura especializada disponible referente a la familia Hydrophyllaceae, tomando en cuenta diferentes floras de México y del mundo, libros y artículos publicados al respecto.

Después se procedió a caracterizar a la familia Hydrophyllaceae, ésto es, describir detalladamente a la familia en diferentes aspectos, por ejemplo: caracteres morfológicos, las relaciones filogenéticas de ésta con otras familias y problemas existentes dentro de la clasificación, géneros incluidos, géneros que se encuentran en México y en Guerrero, claves disponibles, historia taxonómica de la familia y clasificaciones más recientes basadas tanto en caracteres morfológicos como moleculares.

Se revisaron exhaustivamente los herbarios FCME, MEXU, ENCB y K (Ver Apéndice 1) con el fin de recabar información referente a los géneros y especies colectados para el país y el Estado, así como para conocer la distribución de éstos por medio de las colectas realizadas en el país.

Se realizaron las salidas de campo necesarias a diferentes localidades del estado de Guerrero abarcando diferentes tipos de vegetación con el fin de coleccionar material de la familia en cuestión para herborizarlo y después proceder a determinarlo y cotejarlo con ejemplares depositados en los herbarios FCME y MEXU, así como también corregir las determinaciones hechas incorrectamente en dichos herbarios.

Al terminar los pasos anteriores se hicieron las descripciones correspondientes para cada una de las especies y variedades encontradas en el estado de Guerrero, siguiendo el formato de la Flora de Guerrero, para posteriormente hacer las etiquetas para los ejemplares determinados.

Finalmente, se elaboraron las claves dicotómicas para la determinación de los géneros y especies, así como los mapas de distribución de las especies encontradas en el estado de Guerrero.

### 3.4 RESULTADOS

## HYDROPHYLLACEAE

Hydrophyllaceae R. Br., *Bot. Reg.* 3: , pl. 242. 1817.

**Género tipo:** *Hydrophyllum* L.

**Plantas** herbáceas o sufruticosas, algunas veces arborescentes, anuales, bianuales o perennes, generalmente pubescentes, a menudo glandulares y algunas veces armadas con setas urticantes. **Hojas** alternas u opuestas, las basales algunas veces dispuestas en roseta, pecioladas o sésiles; láminas simples y enteras a pinnadas, pinnatífidas o raramente palmadas. **Inflorescencias** en panículas, cimas, corimbos, tirso o flores solitarias, terminales, axilares u opuestas a las hojas. **Flores** actinomorfas, bisexuales; cáliz 5-lobulado con los segmentos imbricados, generalmente acrescentes en el fruto; corola gamopétala, 5-lobada, imbricada, rotada, campanulada o hipocraterimorfa; estambres 5, epipétalos, insertos en el tubo de la corola cerca de la base, a menudo dilatados basalmente, con apéndices escumiformes, alternos con los lóbulos de la corola; anteras versátiles, oblongas, ovoides o sagitadas con dos tecas de dehiscencia longitudinal introrsa; gineceo de 2 carpelos, ovario súpero, 1-locular con 2 placentas parietales ó 2-locular con placentación axilar, óvulos 2 a numerosos en cada placenta, anátropos o anfitropos, tenuinucelados, endospermo celular o nuclear, estilos 2 a 5, terminales, estigma generalmente capitado. **Frutos** capsulares con dehiscencia loculicida o septicida. **Semillas** 2 a muchas, con endospermo carnoso o cartilaginoso, reticuladas, rugosas o alveoladas, embrión recto.

Familia subcosmopolita representada por 20 a 22 géneros y 250 a 275 especies (Mabberley, 2002) distribuida en Norte América, Centroamérica, Sudamérica, Europa, Asia, África, y Oceanía. En México se encuentran 4 géneros, al igual que en el estado de Guerrero, donde se distribuyen 6 especies y dos variedades.

### Clave de géneros

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1.Ovario bilocular, placentación axilar; plantas con 1 a 3 espinas por nudo. | <i>Hydrolea</i> |
| 1.Ovario unilocular, placentación parietal; plantas inermes.                 |                 |
| 2.Plantas sufruticosas a arborescentes.                                      | <i>Wigandia</i> |
| 2.Plantas herbáceas.   |                 |
| 3.Hojas pinnadas, las basales arrosetadas.                                   | <i>Phacelia</i> |
| 3.Hojas simples, nunca arrosetadas.  | <i>Nama</i>     |

**HYDROLEA** L., Sp. Pl. (ed. 2) 1: 328. 1762.

**Especie tipo:** *Hydrolea spinosa* L.

**Hierbas sufruticosas** o pequeños **arbustos** de hasta 2 m de alto, anuales o perennes, erectas. **Tallos** con tricomas glandulares y pelos largos y articulados, con 1 a 3 espinas agudas en las axilas de las hojas. **Hojas** alternas, glabras a densamente pubescentes, sésiles o pecioladas, con estipulas; láminas enteras, con venación pinnada, ápices acuminados, agudos o redondeados, bases atenuadas, agudas, redondeadas o cordadas. **Inflorescencias** en cimas hojosas o tirsos, terminales o axilares. **Flores** cortamente pediceladas; cáliz persistente; sépalos lineares a lanceolados con tricomas glandulares; corola azul, púrpura-azul o algunas veces blanca, campanulada, excediendo el cáliz con los lóbulos imbricados; estambres generalmente incluidos pero algunas veces levemente exertos, alternos a los pétalos, filamentos filiformes pero dilatados en la base, blancos o azules, glabros, las anteras sagitadas 4-lobuladas, dorsifijas, con dehiscencia longitudinal; ovario súpero, globoso a subgloboso, la mitad inferior glabra y la superior puberulenta o glandular pubescente, 2-locular con placentación axilar, óvulos numerosos, estilos 2 a 5, estigmas clavado-capitados. **Frutos** ovoides a globosos con dehiscencia loculicida, septicida o irregular. **Semillas** numerosas, ovoides a cilíndricas, ocasionalmente asimétricas, longitudinalmente rugoso-estriadas.

Género con 20 especies de distribución tropical. La sección *Hydrolea* se encuentra ampliamente distribuida en el hemisferio occidental, desde el sur de los Estados Unidos hasta Sudamérica, mientras que la sección *Attaleria* es nativa del hemisferio oriental, desde África hasta Filipinas y Australia. En México se encuentran 2 especies: *H. spinosa* e *H. ovata*. En Guerrero solamente la especie *H. spinosa* con 2 variedades.

**HYDROLEA SPINOSA** L., Sp. Pl. (ed. 2) 1: 328. 1762. Tipo: *Moritz 1297* (Neotipo: BM), designado por Barrie, **Regnum Veg.** 127: 55.1993.

*Hydrolea cervantesii* var. *maior* Brand, Pflanzenr. IV 251(Heft 59): 184. 1913. Tipo: México, Michoacán o Guerrero, El Ocote, *E. Langlassé* 619 (IT:G)

Nombre común: "espinas de juile", "rama de la mina", "espinilla", "valeriana".

**Hierbas** o pequeños **arbustos** de 1.5 a 2 m. de alto. **Tallos** verdes, café o púrpuras, por lo general densamente cubiertos con tricomas glandulares cortos, raramente glabros con 1 a 3 espinas en las axilas de las hojas. **Hojas** con pecíolos de 0.5 a 2 mm de largo, densamente cubiertas con tricomas glandulares cortos; láminas ovadas, elípticas o lanceoladas a lineares, de 1 a 11 cm de largo y 0.5 a 1.5 cm de ancho, ápice agudo, margen entero, base atenuada o cuneada, glabras a piloso glandulares; espinas de 0.3 a 2 cm de largo por 0.4 a 0.8 mm de ancho. **Flores** pocas a numerosas, dispuestas en panículas o tirsos, ramificados, pedicelos de 1 a 2 mm de largo; sépalos lanceolados de 5 a 10 mm de largo y 1 a 3 mm de ancho, agudos; corola azul o púrpura-azul, pétalos de 6 a 9 mm de largo por 2 a 4.5 mm de ancho; estambres exertos, los filamentos 3 a 4 mm de largo, las anteras de 1 a 1.5 mm de largo por 0.5 mm de ancho; ovario súpero, 3 mm de diámetro, estilos de 2.5 a 4 mm de largo. **Frutos** globosos de 3.5 a 6.5 mm de largo por 2.5 a 6.5 mm de ancho, con dehiscencia loculicida o septicida. **Semillas** 0.5 mm de largo por 0.3 mm de ancho.



### Clave de variedades

1. Pétalos 9 mm de largo, estilos 4 a 6 mm de largo

*H. var. spinosa*

1. Pétalos de 6 a 8.5 mm de largo, estilos 2.5 a 3.5 mm de largo

*H. var. cervantesii*

Las dos variedades de *Hydrolea spinosa* que se encuentran en el Estado de Guerrero se diferencian básicamente en el largo de los pétalos y estilos, teniendo éstos medidas muy constantes. El número de estilos es variable, se pueden encontrar de 2 a 5 de éstos en flores del mismo ejemplar.

**HYDROLEA SPINOSA** var. **CERVANTESII** (Brand) L.J. Davenp. & A. Pool, Novon 10(1): 12. 2000. *Hydrolea cervantesii* Brand, Pflanzenr. IV 251(Heft 59): 184. 1913. **Tipo:** México, *Cervantes* s.n.

**Hierbas** con tricomas glandulares cortos, con 1 a 3 espinas en las axilas de las hojas. **Flores** en panículas o tirsos, con pétalos de 6 a 8.5 mm de largo y estilos 2.5 a 3.5 mm de largo. **Frutos** globosos con dehiscencia loculicida o septicida.

**Distribución:** México (Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz, Yucatán) y Guatemala.

**Ejemplares examinados: Municipio Atoyac de Álvarez:** 1 km al N de Río Santiago, *V. Valverde 74* (FCME). **Municipio Chilpancingo de Los Bravo:** Rincón Viejo, *H. Kruse 195* (FCME, MEXU). **Municipio Coyuca de Benítez:** Barrio Nuevo-La Laja, *M. Martínez 179* (FCME, ENCB, MEXU). **Municipio Coyuca de Catalán:** 12.6 km al O de Placeres del Oro, *J. Calónico 14861* (FCME, MEXU). Coyuca – El Ancón, *Hinton. et. al. 5725* (K, MEXU). 400 m Placeres-Cigarillo, *Hinton et. al. 9788* (K).

**Altitud:** 0 a 800 m.

**Tipos de vegetación:** bosque de *Pinus-Quercus*, vegetación acuática, y vegetación secundaria próxima a cuerpos de agua.

**Fenología:** florece y fructifica de octubre a junio.

**HYDROLEA SPINOSA** var. **SPINOSA**. *Hydrolea ovata* var. *parvifolia* D.L. Nash, Fl. Veracruz 5: 4. 1979. **Tipo:** Mexico: Veracruz: 2 km adelante Panga, Rio Tesechoacan, rumbo a Isla, *Nevling & Gómez-Pompa 830* (HT:GH; IT:MEXU!)

**Distribución:** México (Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz, Yucatán) zonas tropicales de América Central y América del Sur.

**Ejemplares examinados:** **Municipio Acapulco de Juárez:** Ojo de Agua, *N. Diego 4122* (FCME, MEXU). Tres Palos, orilla de la laguna, *N. Diego 4719* (FCME, MEXU). **Municipio Coyuca de Benítez:** Los Mogotes, Laguna de Coyuca, *G. Díaz 56* (FCME). El Conchero, *G. Díaz 74* (FCME, MEXU). Las Lomas, *A. M. Escalante 30* (FCME, MEXU). 1 km al N de El Baradero, *S. Gama 20* (FCME, MEXU). El Pedregoso, *S. Gama 69* (FCME). Cerrito del Señor, *L. Meza 62* (FCME, MEXU). **Municipio Coyuca de Catalán:** Coyuca Ancón, *Hinton et al 5806* (K). Placeres Coyuca, *Hinton et al 7246* (K). Mesa Queisle, Mina, *Hinton et al 10396* (K). Manchón Mina, *Hinton et al 11331* (K). **Municipio Petatlán:** Las Peñas, *N. Diego 5159* (FCME). **Municipio Zirándaro:** 2.39 km al SO de Los Alacranes, *J. Calónico 14871* (FCME, MEXU).

**Altitud:** 0 a 20 m.

**Tipos de vegetación:** bosque de *Pinus-Quercus*, vegetación acuática, y vegetación secundaria próxima a cuerpos de agua.

**Fenología:** florece y fructifica de abril a noviembre.

**Usos:** la raíz, contra la diabetes. Para tratar problemas del bazo se utilizan raíz y hojas cocidas para preparar un líquido que se bebe (Martínez, 1969).

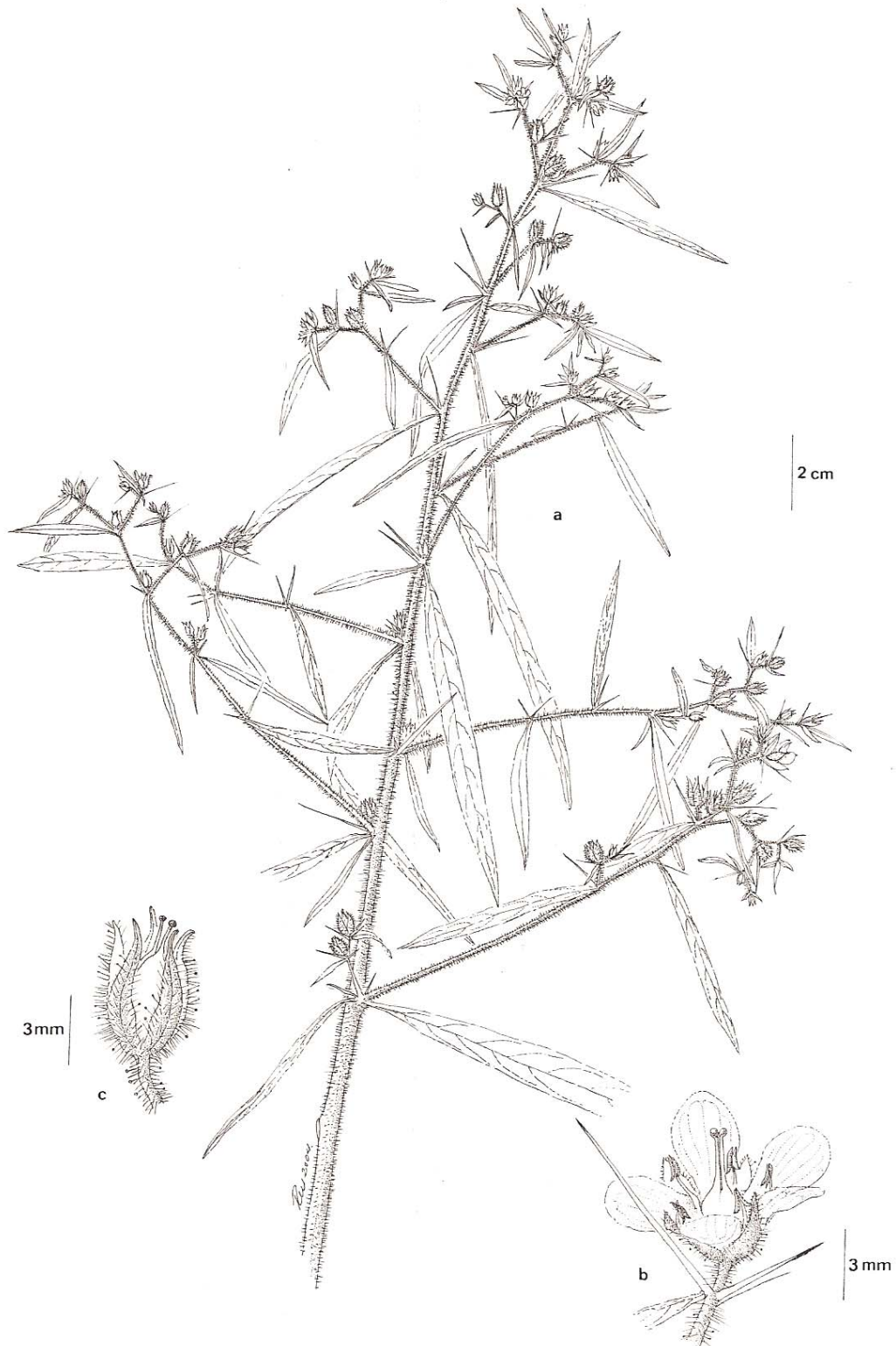
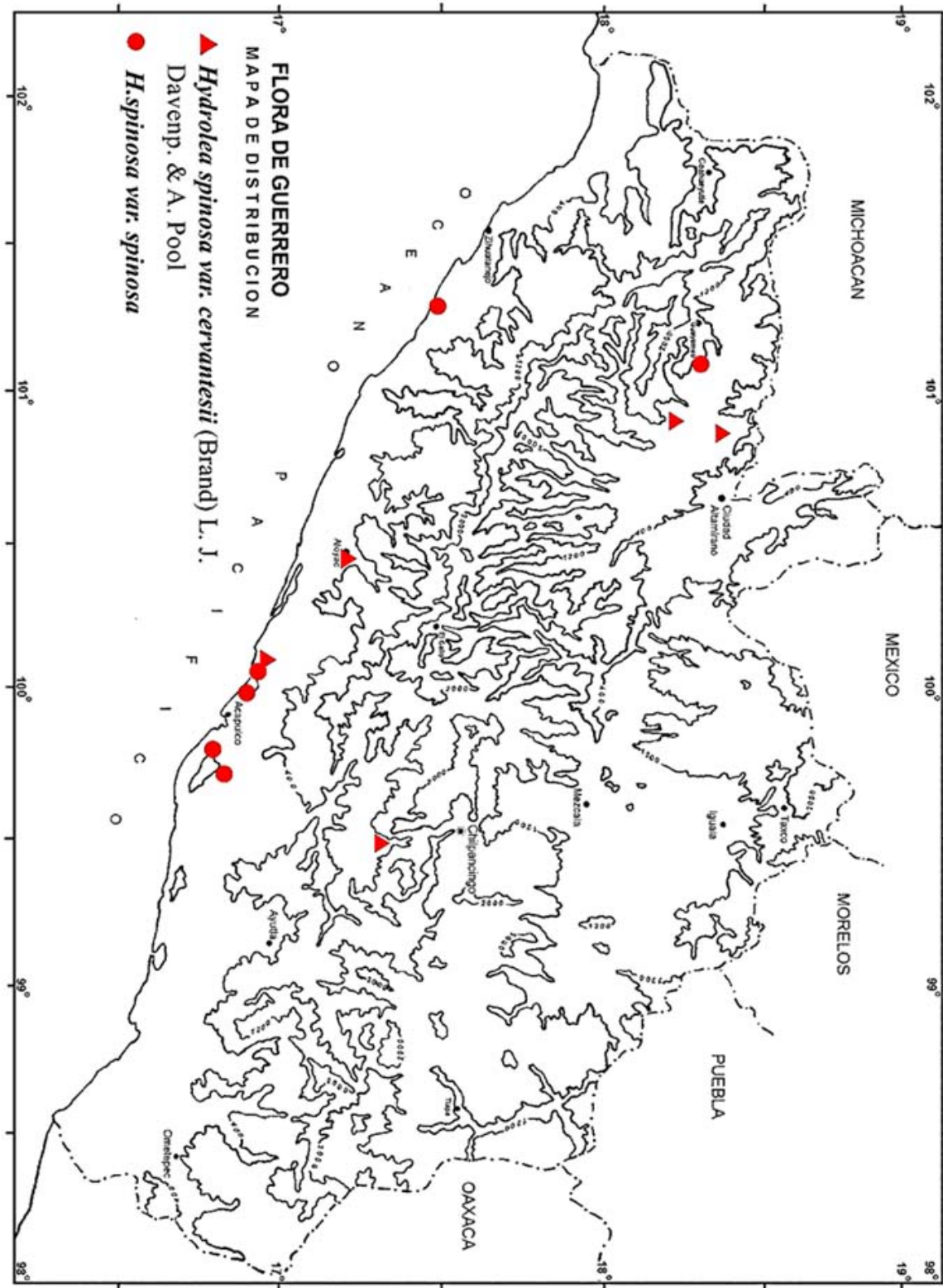


Figura 6. *Hydrolea spinosa* var. *cervantesii* (Brand) L.J. Davenp. & A. Pool a. Rama con hojas, flores y frutos. b. Flor mostrando ovario, estilos y filamentos, así como las espinas axilares y tricomas glandulares y aciculares c. Fruto capsular con cáliz acrescente y tricomas glandulares y aciculares. Ilustración basada en el espécimen N. Diego 6249 (FCME, MEXU).



Mapa 1. Mapa del estado de Guerrero mostrando las localidades donde se han colectado las variedades *Hydrolea spinosa* var. *cervantesii* (Brand) L.J. Davenp. & A. Pool e *Hydrolea spinosa* var. *spinosa*

**NAMA** L., Syst. Nat. Ed. 10, 2:950.1759

**Especie tipo:** *Nama jamaicense* L.

**Plantas herbáceas** a sufrutescentes, erectas a postradas, pubescentes, anuales o perennes. **Hojas** generalmente alternas y enteras. **Inflorescencias** constituidas por flores solitarias en posición axilar o cimmas reducidas axilares o terminales; Flores con cáliz dividido casi hasta la base, lóbulos lineares a obovados o linear-espátulados; corola blanca a púrpura, tubular a estrechamente obcónico-campanulada; filamentos casi siempre incluidos, subiguales a desiguales, las bases de los filamentos son variables, usualmente algo dilatadas, adnadas a la base del tubo con o sin márgenes libres, glabros; ovario unilocular con apariencia bilocular debido al crecimiento de la placenta hacia el interior, pubescente, con 2 estilos, usualmente libres, pero algunas veces parcial o incompletamente unidos, óvulos numerosos. **Cápsulas** membranosas o cartilaginosas con dehiscencia loculicida, rara vez septicida. **Semillas** numerosas, alveoladas o reticuladas a suaves, algunas veces diminutamente reticuladas.

Género con aproximadamente 45 especies distribuidas desde el SO de Estados Unidos a México, América Central, Antillas y el O de América del Sur, con una especie en las islas Hawaiianas. Se encontraron 2 especies para Guerrero.

### Clave de especies

1. Plantas anuales, erectas, postradas o ascendentes; flores con pedicelos de 1 a 3 mm de largo, filamentos con márgenes libres.

2. Corola tubular de 4.8 a 5 mm

*N. dichotomum*

2. Corola campanulada de 6 a 9 mm

*N. undulatum*

1. Plantas perennes, rastreras o escandente; flores con pedicelos 3 a 15 mm de largo, filamentos sin márgenes libres.

*N. organifolium*

**NAMA DICHOTOMUM** (Ruiz & Pav.) Choisy. Mem. Soc. Phys. Geneve 6: 113. 1833. *Hydrolea dichotoma* Ruiz & Pav. In: Flora Peruviana 3: 22-23, pl. 244, f. b. 1802. **Tipo:** Perú, Huanuco, *Ruiz & Pavon s.n.*

**Hierbas** anuales erectas o ascendentes, de 4 a 30 cm de alto, simple o semidicotómicamente ramificadas. **Tallos** hirtellosos a hirsutos, glandulares; ramas con pocas hojas, los nodos usualmente 1 a 5 cm de separación. **Hojas** linear-elípticas, linear oblanceoladas o estrechamente espátuladas, de 5 a 30 mm de largo por 1 a 4 mm de ancho, más angostas en la base para formar un corto pecíolo. **Inflorescencias** sencillas o dispuestas en pares en las ramas superiores con ramificación dicotómica. **Flores** con pedicelos de 1 a 3 mm de largo; cáliz con lóbulos lineares a linear espátulados, 4 mm de largo en flor, llegando hasta 10 mm en el fruto; corola tubular de 4.8 a 5 mm de largo; estambres desigualmente insertos aproximadamente 1 mm de la base de la corola, filamentos filiformes, ensanchados y aplanados justo por encima de la base adnada, los cuales poseen delicados márgenes libres a lo largo hasta casi la base de la corola; estilos de 1.5 a 2 mm de largo. **Cápsulas** con 20 a 60 **semillas** morenas, ca. 0.5 mm de largo, con una superficie uniforme y diminutamente reticulada.

**Distribución:** Desde el SO de Estados Unidos, México (Baja California, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala) Guatemala, Chile, Ecuador y Perú.

**Ejemplares examinados: Municipio Chilpancingo de Los Bravo:** Pedregal arriba de Cueva del Borrego, *R. Antonio 353* (FCME). 1.5 km NO de la presa El Molino hacia la antena de microondas Frontera, *R. M. Fonseca 43* (MEXU).

**Altitud:** 2000 a 2440 m.

**Tipos de vegetación:** bosque de *Quercus*, vegetación secundaria derivada de bosque de *Quercus*.

**Fenología:** florece y fructifica todo el año.

**NAMA ORIGANIFOLIUM** H.B.K, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 3: 130, t. 218. 1818[1819]. **Tipo:** Crescit in convalli Sancti Jacobi, (Nova Hispania), *A. Humboldt & A. Bonpland s.n.*

**Hierbas** perennes con tallos grisáceos 5 a 30 cm de largo, vilosos, glandulares. **Hojas** con peciolo de 1 a 2 mm de largo; láminas lineares a angostamente espatuladas u obovadas, la mayoría de alrededor de 7 mm de largo por 1.5 a 4 mm de ancho, con venas prominentes. **Flores** solitarias, en grupos de 2 ó 3 o en cimbras reducidas; pedicelos de 3 a 15 mm de largo; los lóbulos del cáliz linear-espatulados de casi 3 mm de largo; corola tubular, de 4 a 6 mm de largo; estambres insertos a 0.5 mm de la base de la corola, filamentos libres, ligeramente aplanados y ensanchados gradualmente en la base, sin márgenes libres; estilos de 1.5 a 2 mm de largo. **Cápsulas** de 4 mm de largo con 35 a 60 semillas oscuras, diminutamente alveoladas, los orificios en hileras casi regulares.

**Distribución:** México (Coahuila, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí). Esta especie es endémica de nuestro país.

**Ejemplares examinados: Municipio Eduardo Neri:** Zumpango del Río, 5 km al SO de Xochipala, *E. Martínez 24060* (MEXU).

**Altitud:** hasta 1100 m

**Tipo de vegetación:** bosque tropical caducifolio.

**Fenología:** florece todo el año.

***NAMA UNDULATUM*** Kunth, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 3: 130, t. 218. 1818[1819]. **Tipo:** (**protólogo**) *Crescit in ruderatis prope Mexico, alt 1160 hex, A. Humboldt & A. Bonpland s.n.*

Nombre común: "matagusano"

**Hierbas anuales** postradas o ascendentes, ramificadas ampliamente desde la base. **Tallos** vilosos-hirsutos, glandulares. **Hojas** oblongo-lanceoladas u oblongo a espatuladas, de 15 a 50 mm de largo por 2 a 12 mm de ancho, unduladas, las caulinares basales e inferiores son espatuladas y atenuadas con pecíolo amplio, mientras que las superiores son sésiles y abrazan el tallo, la costilla media de la hoja generalmente decurrente sobre el tallo. **Inflorescencias** laterales o apicales, numerosas, con pocas flores dispuestas en cimas hojosas. **Flores** con pedicelos de 1 a 3 mm de largo; cáliz con lóbulos linear espatulados, 3 a 5 mm de largo en flor y 5 a 10 mm en el fruto; corola estrechamente campanulada de 6 a 9 mm de largo; estambres desigualmente insertos aproximadamente 1 a 1.5 mm de la base de la corola, filamentos ensanchados ligeramente en su unión con la corola, la base adnada engrosada y ensanchada, especialmente en la punta, márgenes libres casi hasta la base de la corola; estilos de 2 a 4 mm de largo. **Cápsulas** de 5 a 7 mm de largo, con 100 a 180 **semillas** amarillo pálido, ca. 0.4 mm de largo, casi elipsoidales, ligeramente reticuladas.

**Distribución:** México (Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz), Argentina.

Esta especie ha sido descrita de manera bibliográfica en el presente trabajo debido a que en la literatura se menciona que ha sido colectada en varios estados aledaños a Guerrero.

**Fenología:** florece todo el año.

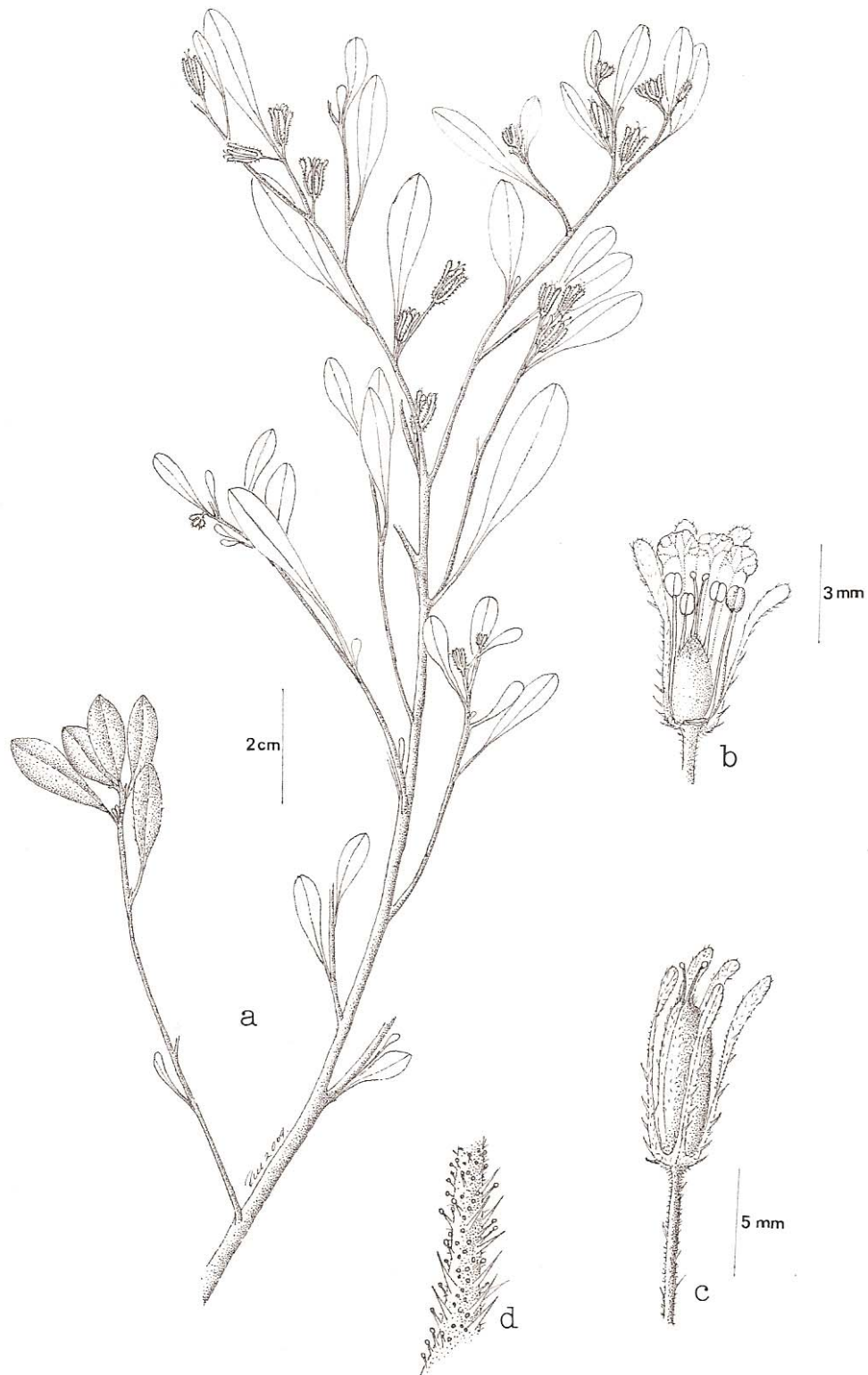
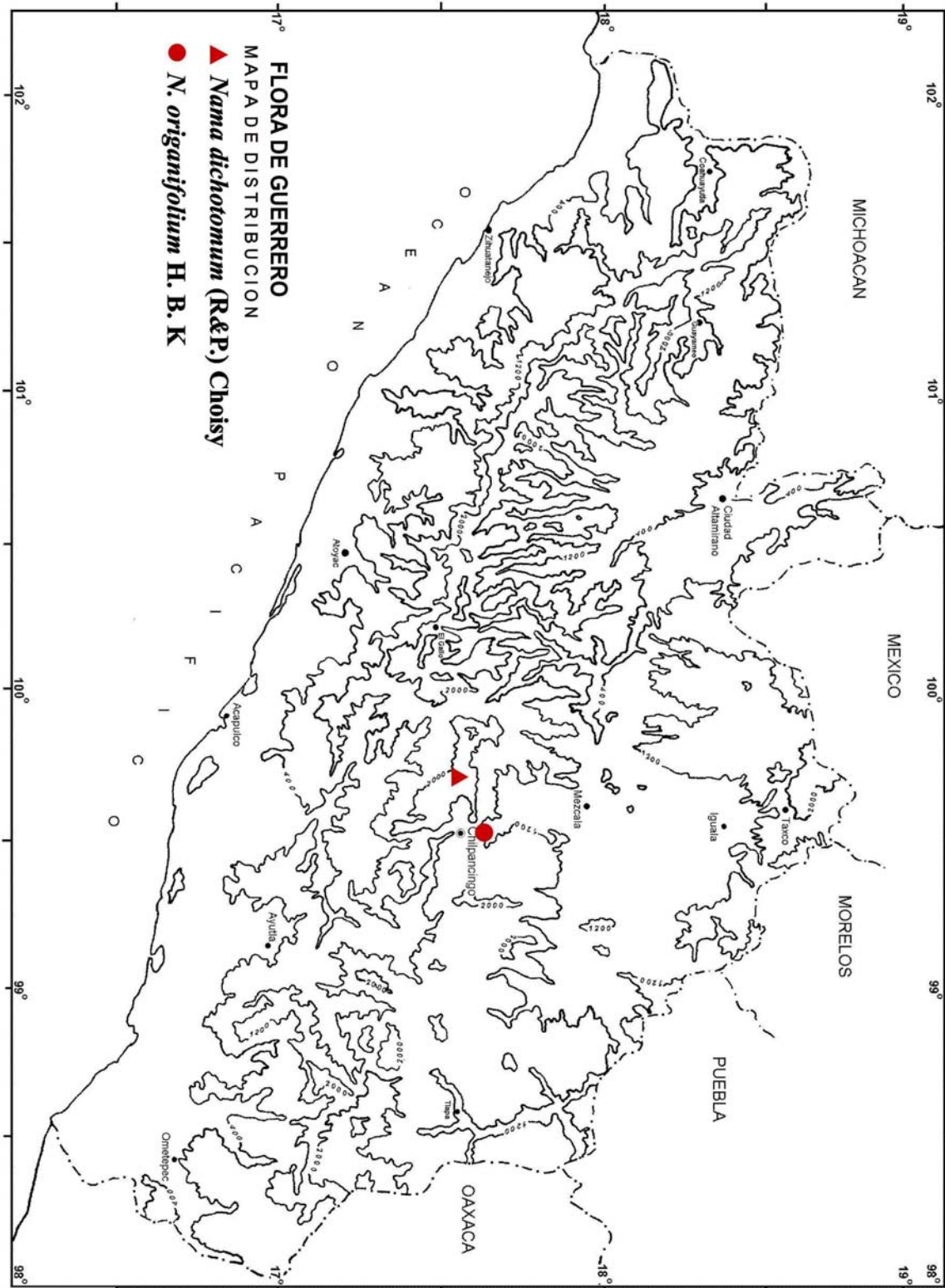


Figura 7. *Nama dichotomum* (Ruiz & Pav.) Choisy a. Rama con hojas, flores y frutos b. Flor abierta mostrando el ovario, los filamentos y estilos c. Fruto capsular con cáliz acrescente d. Tallo mostrando los tricomas aciculares y glandulares. Ilustración basada en el espécimen A. Ocampo 353 (FCME).





Mapa 2. Mapa del estado de Guerrero mostrando las localidades donde se han colectado las especies *Nama dichotomum* (R&P.) Choisy y *Nama organifolium* H. B. K

**PHACELIA** Juss. Gen. Pl. 129. 1789.

**Especie tipo:** *Phacelia secunda* J.F. Gmel.

**Hierbas** erectas o decumbentes, perennes, anuales o bianuales, originándose de una raíz axonomorfa o de una raíz rastrera, generalmente pubescentes, a menudo glandulares. **Hojas** caulinares generalmente alternas o subopuestas, lobuladas, pinnadas o pinnatífidas, rara vez enteras, las basales a menudo arrosietadas. **Inflorescencias** terminales, cimosas, las cimas helicoidales, racemiformes o tirsiformes, pedunculadas o sésiles. **Flores** pocas a numerosas; cáliz dividido casi en la base, persistente, a menudo acrescente, lóbulos generalmente angostos, enteros o dentados; corola azul, púrpura, lila, rosada o blanca, lóbulos más cortos que el tubo; estambres frecuentemente exertos, los filamentos unidos o libres, equidistantes de la base del tubo de la corola, con 1 ó 2 escamas o glándulas en la base de cada filamento, rara vez las escamas reducidas; estilo bifido, ovario unilocular con dos placentas lineares adheridas a las paredes, lo cual le da una apariencia bilocular. **Frutos** capsulares, ovoides a globosos, con dehiscencia loculicida. **Semillas** 2 a numerosas, diminutamente rugoso-areoladas, reticuladas o corrugadas transversalmente.

Género con aproximadamente 150 especies distribuidas en zonas montañosas en el O de Estados Unidos, México, Guatemala y América del Sur. En Guerrero sólo se encuentra una especie.

**PHACELIA PLATYCARPA** (Cav.) Spreng., Syst. Veg. 1: 584. 1825. *Convolvulus platycarpus* Cav., *Icon.* 5: 55, t. 482. 1799. Tipo: México, Chalma, *Cavanilles* s.n.

**Hierbas** perennes de 5 a 40 cm de alto, con gruesas raíces primarias persistentes, ramificándose desde la base, las ramas postradas a ascendentes. **Tallos** e inflorescencias pubescentes con pelos conspicuamente aplanados. **Hojas** basales pecioladas, lineares a oblanceoladas u oblongas, de 3 a 15 cm de largo y 0.8 a 6 cm de ancho; hojas caulinares pecioladas, enteras, pinnadas o pinnatífidas; pinnas con 4 a 8 pares de folíolos, láminas oblongas a obovadas y el folíolo terminal confluyente, margen dentado, estrigulosas a hirsutas en ambas superficies. **Inflorescencias** conformadas por cimas solitarias o pareadas con 6 a 25 flores cada una. **Flores** con pedicelos de 5 a 30 mm de largo, adpreso-pubescentes; lóbulos del cáliz linear-lanceolados a ovado-lanceolados de 3 a 6 mm de largo y 1 a 2.5 mm de ancho, generalmente desiguales, agudos, pubescentes o puberulentos; corola rosada a azul pálido o blanco, rotada-campanulada, de 6 a 10 mm de largo y 7 a 15 mm de ancho, lóbulos ovados a orbiculares, enteros, pilosos en la parte de atrás, con glándula puberulenta con salientes libres en el ápice; estambres con los filamentos casi igualando el largo de la corola, vilosos en la mitad inferior, de 4 a 6 mm de largo, las anteras oblongas, de 0.8 a 1.2 mm de largo; estilo incluido, de 3 a 6 mm de largo, ligeramente hirsuto en la mitad basal; ovario hirsuto en la porción superior. **Frutos** globosos, de 3 a 6 mm de diámetro, 8 a 10 óvulos en cada placenta. **Semillas** 9 a 15, cafés, ovoide-angulares, de 1.5 a 3 mm de largo, rugoso-areoladas.

Esta especie ha sido descrita de manera bibliográfica en el presente trabajo debido a que en la literatura se menciona que ha sido colectada en el estado de Guerrero por Rusby (Mt. Limón, *Rusby 359* (US), en Constance, 1949). Ésto es apoyado por colectas realizadas en los estados aledaños a Guerrero, por lo que podemos inferir que también se distribuye ahí.

**Distribución:** México (Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tlaxcala, Veracruz) y Guatemala.

**Altitud:** 1500 a 4000 m.

**Tipos de vegetación:** bosque de *Pinus*, vegetación secundaria derivada de bosque de *Pinus* o *Pinus-Quercus*

**Fenología:** florece y fructifica todo el año

**Usos:** para la boca, para el "mal de la anda" (duele el paladar y la boca)

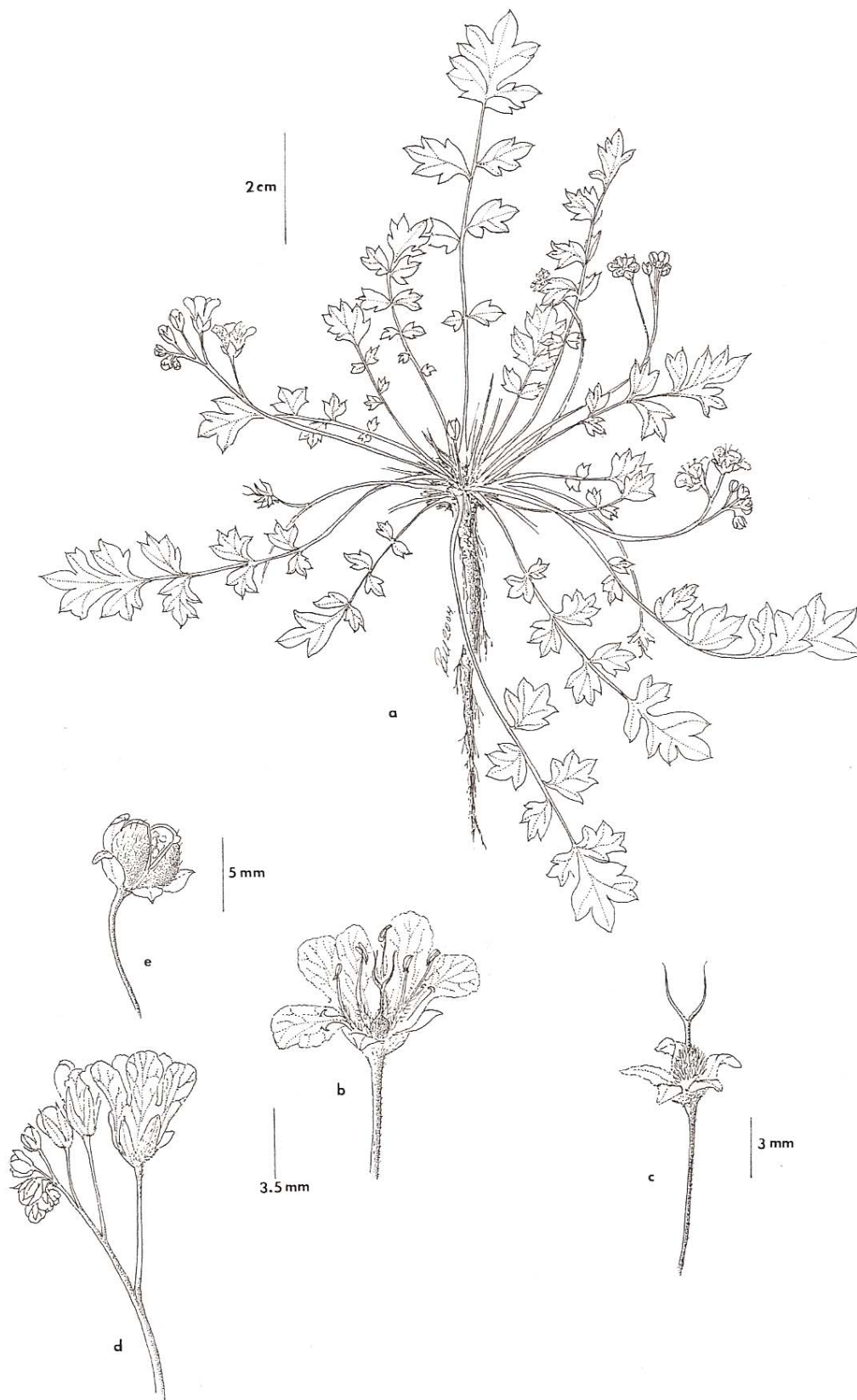


Figura 8. *Phacelia platycarpa* (Cav.) Spreng. a. Planta completa mostrando raíz axonomorfa, tallos, hojas, flores y frutos b. Flor abierta con ovario, estilo bífido y filamentos c. Flor con estilo bífido d. Cima con flores en diferentes estados de madurez e. Cápsula abierta mostrando las semillas. Ilustración basada en el espécimen colectado en Oaxaca I. Díaz 1027 (FCME, MEXU).

**WIGANDIA** Kunth, *In: Humb., Bonpl. & Kunth. Nov. Gen. Sp. (quarto ed.)* 3: 126-127. 1818 [1819].

**Especie tipo:** *Wigandia urens* (Ruiz & Pav.) Kunth

**Plantas** sufruticosas a arborescentes, perennes, pubescentes, a menudo con pelos urticantes y glandulares. **Hojas** alternas, pecioladas; láminas con el margen irregularmente 2-dentado o algunas veces 2-crenado. **Inflorescencias** terminales, paniculadas, con las flores dispuestas en cincinos. **Flores** con cáliz persistente, dividido casi hasta la base, lóbulos acrescentes; corola infundibuliforme-campanulada o ligeramente hipocraterimorfa, generalmente excediendo el cáliz; estambres exertos, filamentos adnados a la base del tubo de la corola, retrorso-híspidos en la mayor parte de su longitud, anteras lineal-oblongas o sagitadas, dorsifijas; ovario súpero, oblongo, unilocular, placentación parietal, óvulos numerosos, estilos 2, alargados, estigmas clavado-capitados, deprimidos. **Frutos** con dehiscencia loculicida o septicida. **Semillas** numerosas, al principio con apariencia reticulado-rugosa y angostamente alada debido a la testa floja, pero cuando maduran la superficie es alveolada, algunas especies poseen una estructura dura, similar a un arilo.

Género con 5 especies en los trópicos de América. En México y en Guerrero solamente una especie.

**WIGANDIA URENS** (Ruiz & Pav.) Kunth, *Nov. Gen. Sp. (quarto ed.)* 3:127. 1818 [1819]. *Hydrolea urens* Ruiz & Pav., *Fl. Peruv.* 3: 21-22, t.243.1802. Tipo: Perú, provincias de Tarmae, Chancay, Huarocheri et Cantae, Huaura, Quive, Yanha y Surco. *Ruiz & Pavon* s.n.

*Wigandia kunthii* Choisy, *Mem. Soc. Phys. Geneve* 6:116. 1833. Tipo: México, dibujo *Sessé & Mociño* s.n. (Holotipo: G).

*Wigandia caracasana* Kunth, *Nov. Gen. & Sp.* 3:128. 1819. Tipo: Venezuela, Caracas, Quebrada de Cotecita, A. Humboldt & A. Bonpland s.n.

*Wigandia urens* var. *caracasana* (Kunth) D.N. Gibson. *Fieldiana, Bot.* 31(15): 353-354. 1968.

*Wigandia scorpioides* Choisy, *Ann. Sci. Nat.* 30: 249. 1833. Tipo: México, dibujo de *Sessé & Mociño* s.n. (HT:G).

Nombre común: "mala mujer", "tabaquillo", "ortiga".

**Plantas** sufruticosas, algunas veces llegando a ser arborescentes hasta 6 m de alto. **Tallos** densamente híspidos a cerdo-hirsutos, con pelos urticantes, algunas veces también glandular-víscidos. **Hojas** simples persistentes; pecíolos pubescentes de 0.7 a 5 cm de largo; láminas ampliamente ovadas, a veces oblongo-elípticas, 4 a 60 cm de largo, 2 a 40 cm de ancho, ápice obtuso a subagudo, márgenes irregularmente biserrados, algunas veces bicrenados, base cordada a truncada o asimétrica, haz adpreso-piloso, el envés generalmente blanco-tomentoso con setas conspicuas en el pecíolo y a veces en la nervadura principal, 4 a 9 pares de nervios laterales. **Inflorescencias** con pedúnculo de 2 a 10 cm. **Flores** con pedicelos pubescentes de 1.5 a 2 mm de largo; sépalos 5, linear-lanceolados, 6 a 15 mm de largo por 1 a 3 mm de ancho, agudos, setoso-híspidos a tomentosos e híspido-ciliados; corola hipocraterimorfa, lila pálida a azul o púrpura, más clara en la garganta, 9 mm de diámetro en el cuello y 5 mm de diámetro en la base del tubo, lóbulos de 12 a 13 mm de largo por 9 a 10 mm de ancho, sedoso pilosa a tomentosa por fuera; estambres con filamentos de 13 a 14 mm de largo, retrorso-híspidos en la mitad o casi 2/3 de su largo, anteras sagitadas de 1.4-1.5 mm de largo por 0.4 a 0.5 mm de ancho; ovario 5 a 6

mm de ancho, sedoso a hispido-hirsuto. **Frutos** morenos oblongos a obcónicos u ovoides, de 10 a 12 mm de largo y 6 a 8 mm de ancho, parcialmente canosos a hispido-hirsutos, dehiscentes longitudinalmente. **Semillas** de 0.8 a 1 mm de largo, angulosas.

**Distribución:** México (Aguascalientes, Chiapas, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz) América Central y América del Sur.

**Ejemplares examinados:** **Municipio Acapulco de Juárez:** El Veladero, *N. Noriega 444* (FCME, MEXU). **Municipio Atoyac de Álvarez:** Camino a San Juan de las Flores, 4 km al NE de Atoyac de Álvarez, *J. Calónico 5069* (MEXU). **Municipio Chilpancingo de Los Bravo:** Omiltemi, *N. Diego & A. de Lucio 6800* (FCME). Falda E del Cerro Alquitrán, *H. Kruse 2335* (MEXU). Palo Blanco km 298, *H. Kruse 2467* (MEXU). Rincón de la Vía, *H. Kruse 19650207-41* (MEXU). Camino a Omiltemi, 28 km al O de Chilpancingo, *E. Martínez 234* (MEXU). Localidad desconocida, *M. E. Tapia 24* (UAGC). Jardín Botánico *CQB 1170* (UAGC). **Municipio Coahuayutla de José María Izazaga:** Coahuayutla, 0.29 km al E de La Corva, *J. Calónico 18770* (FCME, MEXU). **Municipio Copalillo:** Barranca de Tecomapa, *J. Calónico 86* (FCME). 14 km al E de Papalutla, *J. Calónico 110* (FCME). **Municipio Coyuca de Benítez:** Entre Las Lajas y Bejuco, *A.M. Escalante 118* (FCME, MEXU). **Municipio Coyuca de Catalán:** Carretera Altamirano-Zihuatanejo 9 km al SO de El Terrero Blanco, *J. Calónico 11423* (MEXU). El Terrero Blanco, *N. Diego 6264* (FCME). **Municipio Eduardo Neri:** 2.5 km al N de Xochipala, *M. Gual 239* (FCME). **Municipio General Heliodoro Castillo:** Tlacotepec, *J. Calónico 12511* (FCME). Las Margaritas, *N. Diego et al. 8689* (FCME). Huautla, *J. Calónico 14100* (FCME, MEXU). El Jilguero, *R. Cruz 3654* (FCME, MEXU). Cerro Teotepec y cercanías, *Paray 4029* (MEXU). **Municipio Iguala de la Independencia:** 8 km al N de Iguala, *E. Martínez 509* (MEXU). 10 km al NE de Iguala, La Cumbre, desviación a la torre de microondas, *J. M. Díaz-Moreno 248* (ENCB). **Municipio Igualapa:** Río Quetzalapa 2 km al SE de San José Buena, *M. G. Campos 1902* (FCME). **Municipio José Azueta:** Carretera Zihuatanejo-Ciudad Altamirano, 21 km al N de Valle de Zaragoza, *J. Calónico 5042* (MEXU). **Municipio Leonardo Bravo:** Tres Caminos, 2 km al SE de Filo de Caballo, *J. Calónico 2388* (FCME). 4 km al SO de El Mirabal, *J. Calónico 6495* (FCME). 24 km al SE de Balsamar, *J. Calónico 6866* (FCME, MEXU). 5 km al SE de Carrizal del Bravo, *J. Calónico 7507* (FCME). 2 km al E del Campo de Aviación, *J. Calónico 8026* (FCME). 8 km al SO de Chichihualco, *J. Calónico 8386* (FCME). 5.6 km al SO de Xochipala, *T. Croat 45497* (MEXU). 35 km al O de Chichihualco, *T. Croat 45582* (MEXU). **Municipio Malinaltepec:** Malinaltepec, *I. Wagenbreth 471* (MEXU). **Municipio Mártir de Cuilapan:** La Esperanza, *M. J. Sánchez 24* (FCME). **Municipio Pungarabato:** 20.9 km al N de San Antonio, *A. Prather 1218* (MEXU). **Municipio Taxco de Alarcón:** 14 km al S de Casahuatlán, *J. Calónico 6999* (FCME). 4.5 km al O de Santiago Tlamacazapa, *J. Calónico 7970* (FCME, MEXU). Santa Fé Tepetlapa 10 km al O, cerca de Texcaltitla, *R. Cruz 1955* (MEXU). 2 km al N de Taxco, *L. Lozada 357* (FCME). Taxco, *E. Velázquez s.n* (FCME). **Municipio Tlapa de Comonfort:** Apiario, *C. Dixon 48* (MEXU). 18 km de Tlapa-Olinalá, *E. Velázquez 155* (FCME). **Municipio Pilcaya:** 21 km al SE de La Concepción, *J. Calónico 6052* (FCME). **Municipio Mochitlán:** Cumbres del Guayabo, *H. Flores 130* (FCME). Barranca de San Jerónimo, *H. Flores 865* (FCME). **Municipio Quechultenango:** 1 km camino a Grutas de Juxtlahuaca, *S. Xelhuantz* (ENCB). **Municipio Xochihuehuetlán:** 1.25 km SO de Cañada Las Pozas, *E. Moreno & M. A. Monroy 763* (FCME). **Municipio Zirándaro:** 2.36 km al O de Paracho, *J. Calónico 20479* (MEXU).

**Altitud:** 150 a 2600 msnm

**Tipos de vegetación:** principalmente bosque tropical caducifolio; bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque tropical subcaducifolio y vegetación secundaria derivada de éstas.

**Florece y fructifica:** septiembre a mayo

**Usos:** medicinal (diabetes, heridas, úlceras) y para cubrir frutas.

En los ejemplares examinados se observó una considerable variación respecto a la pubescencia y presencia o ausencia de setas. Gibson (1970) concluyó que muchos de los taxones estudiados por Brand (1913) para América Central deberían estar incluidos en *W. urens*.

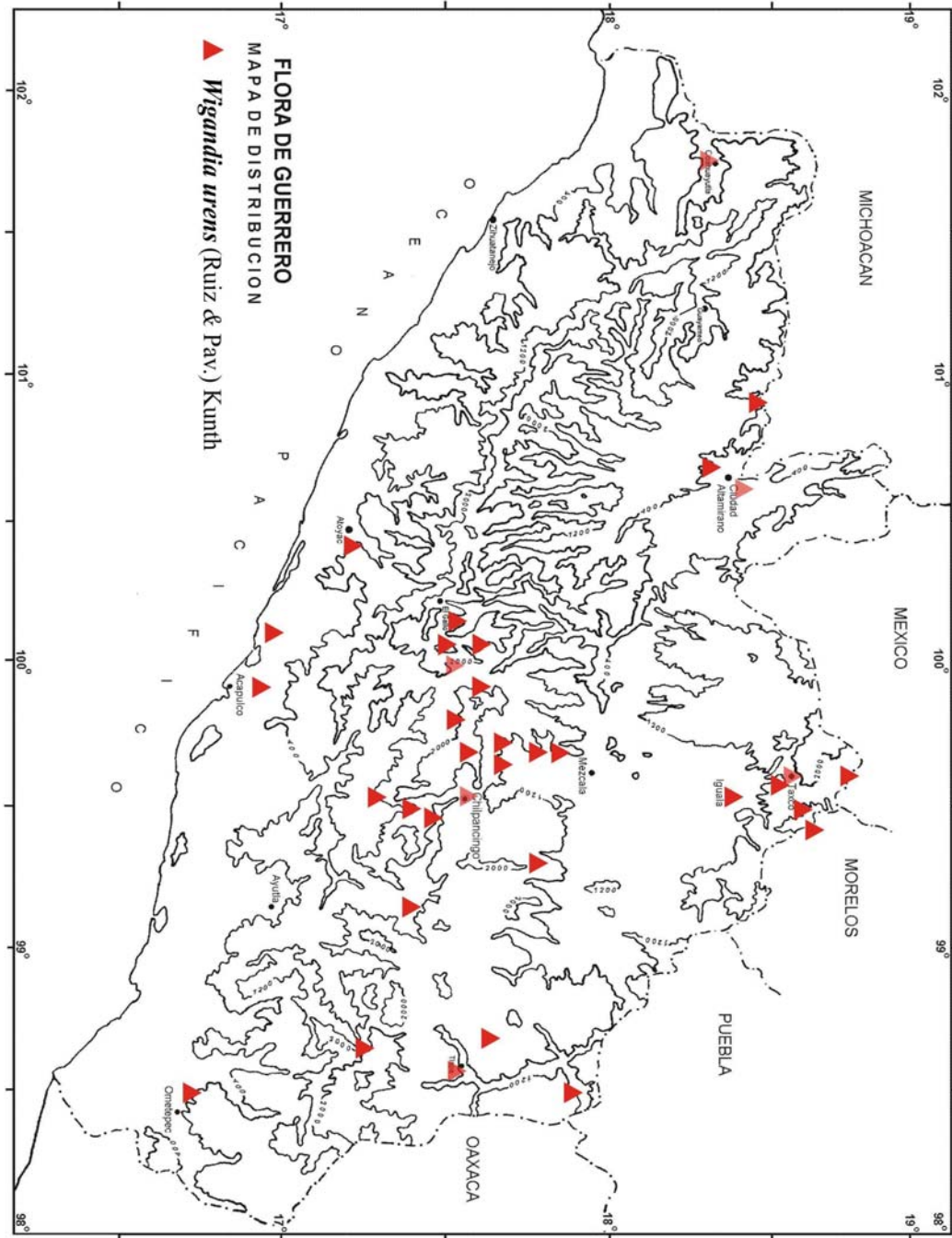
La supuesta diferencia entre las variedades *urens* y *caracasana* radica en la presencia o ausencia de setas. Sin embargo, se ha considerado que la densidad de tricomas sobre la superficie foliar es altamente variable y dependiente de los cambios estacionales relacionados a la disponibilidad de luz y agua, resultando en una densidad menor en la época de lluvias y mayor en la de sequía. Los tricomas proporcionan defensa mecánica y química contra los herbívoros, lo cual se encuentra muy relacionado con la edad de la planta y la hoja (Pérez-Estrada *et al.*, 2000).





Figura 9. *Wigandia urens* (Ruiz & Pav.) Kunth a. Rama mostrando hojas, flores y frutos b. Flor abierta mostrando los filamentos con la base adnada a los pétalos. Ilustración basada en el espécimen N. Diego 6264 (FCME, MEXU).





Mapa 3. Mapa del estado de Guerrero mostrando las localidades donde se ha colectado la especie *Wigandia urens*

### 3.5 DISCUSIÓN

La familia Hydrophyllaceae, a pesar de no contar con un gran número de géneros ni importancia económica para el país, ha servido para un gran número de análisis filogenéticos respecto a la configuración del orden Solanales, el cual incluye a las familias Convolvulaceae, Boraginaceae, Solanaceae e "Hydrophyllaceae".

En el caso de México, la familia se encuentra poco representada en los herbarios, muy probablemente por la poca importancia que tiene en la composición de la vegetación primaria, aunque posiblemente también sea una familia difícil de coleccionar.

Aunque a las Hydrophyllaceae se les considera como una familia subcosmopolita, los géneros que aquí se presentan tienen como límite boreal a nuestro país, así como el sur de los Estados Unidos. En relación a los tipos de vegetación, podemos decir que aunque no son plantas acuáticas como tales, algunos géneros de la familia como es el caso de *Hydrolea* sp., han sido coleccionados en márgenes anegados, o en lugares con alto índice de humedad. *Nama* y *Phacelia* crecen tanto en vegetación primaria como secundaria, desde bosque de *Pinus-Quercus* hasta bosque tropical caducifolio. Otro hecho sobresaliente, como ya se mencionó, es que el género *Wigandia* es un elemento típico de zonas perturbadas de bosque de *Pinus-Quercus* y bosque mesófilo de montaña.

En términos de gradiente altitudinal, se encontró la siguiente distribución:

<b>Especies</b>	<b>Altitud</b>
<i>Hydrolea spinosa</i> (2 variedades)	0 a 800 m.s.n.m
<i>Nama dichotomum</i>	2000 a 2440 m.s.n.m
<i>Nama organifolium</i>	0 a 1100 m.s.n.m
<i>Phacelia platycarpa</i>	1500 a 4000 m.s.n.m
<i>Wigandia urens</i>	150 a 2600 m.s.n.m

De acuerdo a los ejemplares coleccionados observados en los herbarios, se puede mencionar que tanto *Hydrolea spinosa* como *Nama organifolium* se distribuyen a menor altura, desde nivel del mar a menos de 1200 m, mientras que *Nama dichotomum*, *Phacelia platycarpa* y *Wigandia urens* pueden ser encontradas en lugares de mayor altitud, directamente relacionados con el tipo de vegetación en el que se distribuye cada especie:

<b>Especies</b>	<b>Tipo de Vegetación</b>
<i>Hydrolea spinosa</i> (2 variedades)	Bosque <i>Pinus-Quercus</i> , vegetación acuática, vegetación secundaria próxima a cuerpos de agua.
<i>Nama dichotomum</i>	Bosque de <i>Quercus</i> , vegetación secundaria derivada de bosque de <i>Quercus</i> .
<i>Nama organifolium</i>	Bosque tropical caducifolio.
<i>Phacelia platycarpa</i>	Bosque de <i>Pinus</i> , vegetación secundaria derivada de bosque de <i>Pinus</i> o <i>Pinus-Quercus</i>
<i>Wigandia urens</i>	Bosque tropical caducifolio; bosque mesófilo de montaña, bosque de <i>Pinus-Quercus</i> , bosque tropical subcaducifolio y vegetación secundaria derivada de éstas.

En la tabla anterior, se observa que los 6 especies encontradas en Guerrero se distribuyen en bosque templado, así como en vegetación secundaria derivada de éste. En el caso de *Hydrolea* se observa que también influye en su distribución la presencia de cuerpos acuáticos.

*Wigandia urens* por su parte, se distribuye de manera más amplia en diferentes tipos de vegetación, tanto primaria como secundaria, siendo muy notable su éxito como pionera en la colonización de áreas perturbadas.

Debido a la falta de colectas, el tipo de vegetación en el que *Nama origanifolium* se distribuye se basa en la información recabada del único ejemplar de herbario observado, pero de acuerdo a la distribución de *Nama dichotomum* se puede inferir que su distribución quizá sea más amplia.

En cuanto a la floración y fructificación se observó lo siguiente:

<b>Especies</b>	<b>Florece y fructifica</b>
<i>Hydrolea spinosa</i> var. <i>cervantesii</i>	octubre a junio
<i>Hydrolea spinosa</i> var. <i>spinosa</i>	abril a noviembre
<i>Nama dichotomum</i>	todo el año
<i>Nama origanifolium</i>	todo el año
<i>Phacelia platycarpa</i>	todo el año
<i>Wigandia urens</i>	septiembre a mayo

De acuerdo a los ejemplares observados, las dos especies de *Nama* florecen y fructifican todo el año, al igual que *Phacelia platycarpa*, de acuerdo a la literatura. En el caso de *Hydrolea spinosa* se observa una diferencia entre las dos variedades, aunque esto puede deberse a la falta de colecta en ambos casos. *Wigandia urens* presenta un ciclo de floración y fructificación muy claro de septiembre a mayo. Cabe mencionar de nuevo que éste es una aproximación basada en los ejemplares de herbario observados, ya que en algunos casos no se pueden encontrar colectas de todo el año.

La única clave existente para el género *Nama*, realizada por Hitchcock (1933) utiliza como carácter para separar la sección *Eunama* el ciclo de vida: anual o perenne. De acuerdo a lo observado, éste dificulta la determinación, ya que no se puede conocer con certeza el ciclo de vida de un ejemplar de herbario, especialmente si las colectas poseen ejemplares fragmentados y sin raíces.

Además de éste problema inicial, las descripciones de las especies y variedades basan la existencia de éstas mayormente en la forma, cantidad y distribución de las hojas, lo cual tampoco es un carácter adecuado que nos ayude a delimitar especies o variedades. Existen varios casos de traslape de especies y/o variedades debido a los caracteres que se utilizan en esa clave. La creación de una nueva clave que no se base en el ciclo de vida como primera instancia y que tome en cuenta caracteres distintos de los foliares sería de gran ayuda para una más apropiada determinación de especies y variedades de *Nama*.

El género *Phacelia* no se ha colectado lo suficiente en nuestro país, y para el estado de Guerrero no se encontró ningún ejemplar de herbario de ninguna especie, pero debido a la distribución de la especie *Phacelia platycarpa* en los estados de Oaxaca y Michoacán se puede inferir que también se distribuye en Guerrero.

Para la especie *Wigandia urens* se habían descrito dos variedades: *Wigandia urens* var. *caracasana* (Gibson, 1970 en Flora de Guatemala) y la variedad típica. Esto se había hecho tomando en cuenta como carácter diferencial la presencia de setas urticantes en la variedad *urens*, mientras que la variedad *caracasana* no poseía tal carácter morfológico.

Sin embargo, de acuerdo al artículo sobre la influencia de los factores ambientales en la variación de tricomas y consecuencias fisiológicas en las hojas de *Wigandia urens* (Pérez-Estrada *et al.*, 2000) y con base en los ejemplares colectados, se concluye en el presente trabajo que la presencia o ausencia de setas urticantes no puede ser considerado un carácter de peso para separar las dos variedades propuestas, ya que se trata de un carácter de índole ecológico muy variable: "La densidad de tricomas fue más alto en temporada seca que en temporada húmeda, y estuvo significativamente correlacionada tanto con la temperatura como con la radiación fotosintética activa... Tanto en sitios expuestos como a la sombra, las densidades de tricomas de las hojas más jóvenes de plantas inmaduras fueron más altas que las de las hojas jóvenes de plantas maduras" (Pérez-Estrada *et al.*, 2000).

### 3.6 CONCLUSIONES GENERALES

⊗ Guerrero es un estado que cuenta con una gran variedad de tipos de vegetación, lo que da como resultado un número muy importante de especies vegetales distribuidas en todos ellos, por lo que es de suma importancia conocer esa diversidad florística para poder tener un mejor conocimiento de la riqueza biológica de nuestro país, y así también hacer un mejor uso de nuestros recursos.

⊗ En el estado se encuentran distribuidos 4 géneros de la familia Hydrophyllaceae: *Hydrolea*, *Nama*, *Phacelia* y *Wigandia*, correspondientes a 6 especies: *Hydrolea spinosa*, *Nama dichotomum*, *Nama origanifolium*, *Nama unduilatatum*, *Phacelia platycarpa* y *Wigandia urens* y 2 variedades: *Hydrolea spinosa* var. *spinosa* e *Hydrolea spinosa* var. *cervantesii*.

⊗ Las especies encontradas se distribuyen en un gradiente altitudinal muy variable, desde 0 hasta 4000 m.s.n.m, y en general relacionadas a zonas de alta humedad.

⊗ Son un componente importante de la vegetación de zonas perturbadas, principalmente *Wigandia urens*, aunque también son muy comunes como parte de la vegetación secundaria derivada de bosques de *Pinus* y/o *Quercus*.

⊗ La falta de material de herbario restringe este tipo de investigaciones, ya que no se pueden cubrir muchos aspectos de importancia, por ejemplo: obtener una distribución geográfica más precisa, mejor información sobre floración y fructificación, así como tipo de vegetación, etc. por lo que es necesario realizar más y mejores colectas que permitan hacer un análisis más preciso sobre la distribución de la familia en Guerrero y otros estados.

⊗ Es necesario realizar y utilizar mejores claves para la determinación de los géneros y especies de Hydrophyllaceae, ya que es de suma importancia realizar la correcta determinación y descripción de los taxones. Además, las claves proporcionan información respecto a la diversidad vegetal que existe en el Estado de Guerrero, así como dan las bases para la obtención de caracteres morfológicos representativos que se pueden utilizar en análisis filogenéticos.

⊗ Con los géneros y especies utilizados en el presente análisis sólo se resuelve una parte de la familia que incluye a los taxones distribuidos en Guerrero. Por lo que se necesitan más estudios de morfología y moleculares para aclarar la situación taxonómica de todos los miembros de la familia, así como para decidir si las Hydrophyllaceae deben seguir con la misma conformación y dentro de la misma posición taxonómica, la cual permanece relativamente incierta.

⊗ En base al análisis de Máxima Parsimonia y Neighbor Joining con los caracteres utilizados se concluye que uno o dos caracteres no pueden reflejar la historia evolutiva de un grupo, sino que se deben tomar en cuenta otros factores, como pueden ser los caracteres ecológicos, distribución geográfica, palinología, etc. ya que los árboles obtenidos reflejan una historia evolutiva común e independiente en la familia Hydrophyllaceae.

## **Apéndice 1**

### **Herbarios Consultados**

ENCB – Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México D. F.  
FCME – Herbario de la Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F.  
K – Kew Royal Botanical Garden. Londres, Inglaterra.  
MEXU – Herbario Nacional. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRAND, A. 1913. Hydrophyllaceae. **Pflanzenr.** 4, 251: 1-210.
- CONSTANCE, L. 1949. A revision of *Phacelia* sungenus *Cosmanthus* (Hydrophyllaceae). *Contr. Gray Herb.* 168: 3-47.
- CONSTANCE, L. 1963. Chromosome Number and Classification in Hydrophyllaceae. **Brittonia** 15: 273-285.
- CROAT, T. 1968. Hydrophyllaceae. **Flora de Panamá.** *Ann. Missouri Bot. Gard.* 54 (3): 415-418.
- CRONQUIST, A. 1981. Hydrophyllaceae. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants.** Columbia University Press. 906-909.
- DAVENPORT, L. J. 1988. A monograph of *Hydrolea* (Hydrophyllaceae). **Rhodora** 90 (862): 169-208.
- DAVENPORT, L.J. A. Pool. 2000. A new varietal combination in a central American *Hydrolea* (Hydrophyllaceae). **Novon** 10: 12.
- ERBAR, C., S. Porembski, P. Leins. 2005. Contributions to the Systematic Position of *Hydrolea* (Hydrophyllaceae) based on Floral Development. **Plant Syst. Evol.** 252: 71-83.
- FERGUSON, D. 1999. Phylogenetic Analysis and Relationships in Hydrophyllaceae based on *ndhF* Sequence Data. **Systematic Botany.** 23 (3): 253-268.
- FOREY, P. 1993. **Cladistics: A practical course in systematics.** Oxford University Press. 191 p.
- GIBSON, D. 1968. Studies in American Plants. **Fieldiana Botany** 31 (15): 353-354
- GIBSON, D. N. 1970. Hydrophyllaceae. **Flora de Guatemala.** *Field Mus. Nat. Hist. Bot. Ser.* 24, part IX (2): 99-111.
- GREUTER, W., J. MCNEILL, F. R. BARRIE, H. M. BURDET, V. DEMOULIN, T. S. FILGUEIRAS, D. H. NICHOLSON, P. C. SILVA, J. E. SKOG, P. TREHANE, N. J. TURLAND. 2000. **International Code of Botanical Nomenclature.** Koeltz Scientific Books. 474 p.
- JUDD, W. S., C.S. Campbell, E. A. Kellogg, P. F. Stevens 1999 & 2002. Hydrophyllaceae. Hydroleaceae. Boraginaceae. **Plant Systematics, a Phylogenetic Approach.** Sinauer Associates Inc. Pub. 363.
- HEYWOOD, V. H. 1985. **Las plantas con flores.** Editorial Reverté. 1-331.
- HILLIS, D., C. Moritz, B. K. Mable (Editores). 1996. **Molecular Systematics. 2<sup>nd</sup> Edition.** Sinauer Associates Inc. Pub. 655.
- HITCHCOCK, C. L. 1933. A taxonomic study of the genus *Nama*, I and II. **Amer. J. Bot.** 20: 415-430 y 518-534.

- HITCHCOCK, C. L. 1939. The perennial Mexican Namas. **Amer. J. Bot.** 26: 341-347.
- LOREA, F., L. LOZADA. 1989. Contribución al estudio de la flora y vegetación de una región costera en el estado de Guerrero. Informe mimeográfico. Archivo de la comisión de Biologías de Campo. Facultad de Ciencias, UNAM.
- MABBERLEY, D. J. 2002. **The Plant Book**. A Portable Dictionary of the Vascular Plants. Cambridge University Press. 1-858.
- MARTÍNEZ, M. 1969. **Las Plantas Medicinales de México**. Ediciones Botas. 656 p.
- MEZA, L., J. LÓPEZ GARCÍA. 1997. **Estudios Florísticos en Guerrero: Vegetación y Mesoclima de Guerrero**. Número especial 1. Facultad de Ciencias, UNAM. 1-53.
- MORENO, N. 1984. **Glosario Botánico Ilustrado**. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Compañía Editorial Contrata S. A. de C. V. 300 p.
- MORRONE, J. J. 2003. **El Lenguaje de la Cladística**. Facultad de Ciencias, UNAM. 1-109.
- NASH, D. 1979. Hydrophyllaceae. **Flora de Veracruz**. INIREB. 5: 1-37.
- PÉREZ-ESTRADA, L., Z. CANO-SANTANA, K. OYAMA. 2000. Variation in leaf trichomes of *Wigandia urens*: environmental factors and physiological consequences. **Tree Physiology** 20: 629-632.
- SKELTON, P., A. SMITH. 2002. **Cladistics a practical primer on C-ROM**. Cambridge University Press. 80 p.
- SOLTIS, D. E., P. S. SOLTIS, P. K. ENDRESS, M. W. CHASE. 2005. **Phylogeny and Evolution of Angiosperms**. Sinauer.
- SULLIVAN, G., A. POOL. 2001. Hydrophyllaceae. **Flora de Nicaragua**. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. 85(2): 1154—1156.
- TOLEDO, C. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en el estado de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM.
- TURNER, B. L. 1991. New Species of Mexican *Phacelia*, subgenus *Cosmanthus* (Hydrophyllaceae). **Phytologia**. 71(6): 445-452.
- WILSON, K. 1960. The genera of Hydrophyllaceae and Polemoniaceae in the Southeastern United States. **J. Arnold Arboretum**. 56: 197-205.



**WWW**

<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>

<http://www.botany2001.org/section12/abstracts/167.shtml>

<http://www.ou.edu/cas/botany-micro/bsa-abst/section13/abstracts/141.shtml>

[http://www.csd.tamu.edu/FLORA/cgi/gateway\\_family?fam=Hydrophyllaceae](http://www.csd.tamu.edu/FLORA/cgi/gateway_family?fam=Hydrophyllaceae)

[http://links.jstor.org/sici?sici=0363-6445\(199807%2F09\)23%3A3%3C253%3APAARIH%3E2.0.CO%3B2-D](http://links.jstor.org/sici?sici=0363-6445(199807%2F09)23%3A3%3C253%3APAARIH%3E2.0.CO%3B2-D)

<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/orders/solanalesweb.htm#Hydroleaceae>