

**Informe final\* del Proyecto JM008**  
**Distribución potencial de las especies de Bromeliaceae mexicanas**

**Responsable:** Dr. Mario Adolfo Espejo Serna  
**Institución:** Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Iztapalapa  
División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Departamento de Biología  
**Dirección:** San Rafael Atlixco # 186, Vicentina, Iztapalapa, 09340, Ciudad de México  
**Correo electrónico:** [aes@xanum.uam.mx](mailto:aes@xanum.uam.mx)  
**Teléfono/Fax:** 58044689  
**Fecha de inicio:** Junio 29, 2012.  
**Fecha de término:** Julio 18, 2017.  
**Principales resultados:** Bases de datos, cartografía, informe final.  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Espejo Serna, M. A. 2017. Distribución potencial de las especies de Bromeliaceae mexicanas. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. **Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. JM008.** Ciudad de México.

**Resumen:**

Se generarán modelos de distribución potencial de las especies mexicanas de la familia Bromeliaceae. Para ello se utilizarán los programas GARP y MaxEnt, con una base de datos de ca. 14 000 registros. Se generarán modelos con una resolución espacial de 1 km<sup>2</sup>. Los perfiles bioclimáticos de cada localidad y de cada especie serán generados con BIOCLIM. Se generarán mapas de las cerca de 350 especies de Bromeliaceae mexicanas.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**Febrero 2017**

**Informe del Proyecto JM008**

**Distribución potencial de las especies de Bromeliaceae mexicanas**

**Responsable:**

Dr. Mario Adolfo Espejo Serna

**Participantes:**

Dra. Claudia Ballesteros Barrera

M. en B. Ivonne Nayeli Gomez Escamilla

**Institución:**

Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa

**Dirección:**

Área de Botánica Estructural y Sistemática Vegetal, Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco No.186, Col. Vicentina, Del. Iztapalapa, C.P.09340, México, D.F.

**Correo electrónico:**

aes@xanum.uam.mx

**Teléfono/Fax:**

01-55-58044689

## Índice

### RESUMEN EJECUTIVO

### INTRODUCCION

### DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Calidad de información
2. Criterio de selección de la región de referencia (M) por especie
3. Variables utilizadas en la modelación
4. Método de modelación
5. Parámetros utilizados en la modelación
6. Evaluación del modelo

### CONCLUSIONES

### REFERENCIAS

### ANEXOS

ANEXO I.- Lista de especies

ANEXO II.- Control de calidad de datos por especie

ANEXO III.- Perfiles bioclimático por especie (archivo en formato de Excel)

ANEXO IV.- Regiones de referencia (M) por especie (en formato ASCII)

## RESUMEN EJECUTIVO

Se realizaron los modelos de distribución potencial de 138 especies de las 350 especies propuestas de la familia Bromeliaceae. Las especies se incluyen en 14 géneros: *Aechmea*, *Bromelia*, *Catopsis*, *Greigia*, *Hechtia*, *Hohenbergia*, *Pepinia*, *Pitcairnia*, *Racinaea*, *Tillandsia*, *Ursulaea*, *Viridantha*, *Vriesea* y *Werauhia* (Cuadro1), cuyas distribuciones son consideradas endémicas de México.

Los modelos fueron generados con los algoritmos GARP y MaxEnt, y se elaboró su correspondiente cartografía. Para todas las especies los modelos se realizaron a una resolución de 1 km<sup>2</sup>. Se obtuvieron 276 mapas de distribución potencial con sus respectivos metadatos. Asimismo se realizaron los perfiles bioclimáticos para cada una de las especies utilizando el programa BIOCLIM. Para ello se emplearon las capas correspondientes a 23 parámetros ecológico-climáticos que fueron interpoladas para el periodo 1910-2009, con el programa BIOCLIM y que se encuentran disponibles en la red. Se utilizaron localidades georreferenciadas de los sitios donde las especies han sido registradas.

En términos generales los objetivos propuestos en este proyecto fueron cumplidos, sin embargo cabría puntualizar que el número de modelos comprometidos según el listado que se incluyó en los Términos de Referencia del Convenio establecido era de 350 especies. Sin embargo se realizaron modelos para 138 especies, ya que no contamos con el número mínimo de localidades para generar los modelos faltantes, esto debido a que hay especies con un área de distribución muy restringida y a la falta de exploración de diversas zonas en México.

## INTRODUCCIÓN

Las Bromeliaceae contienen aproximadamente 3 150 especies distribuidas en 56 géneros (Luther, 2012), en México existen 19 géneros y ca. 400 especies (Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998; Espejo *et al.*, 2004, Espejo-Serna y López-Ferrari, 2008; Espejo-Serna, 2012). La familia se distribuye en todo el país, así como en todos los tipos de vegetación *sensu* Rzedowski (1978). Se trata de un componente valioso de varias y muy diferentes asociaciones vegetales, no sólo por la abundancia de sus especies, sino también por el importante papel ecológico que desempeñan dentro de las mismas.

La familia Bromeliaceae ocupa, por su número de especies, el tercer lugar dentro de las monocotiledóneas mexicanas, después de las orquídeas y de las Poaceae y el quinceavo lugar entre las angiospermas del país (Villaseñor, 2003).

La familia es importante en muchos otros aspectos. Ecológicamente muchas de sus especies son elementos epífitos claves para los diversos ecosistemas, que poseen diferentes adaptaciones fisiológicas para adaptarse al estrés atmosférico, además de servir como hábitats únicos para muchas especies animales (insectos, arañas, anfibios, reptiles, etc.). Otros más son habitantes conspicuos e importantes de las zonas áridas del país, como es al caso del género *Hechtia* que presenta su centro de radiación y especiación en el país (Espejo-Serna y López-Ferrari, 1998). Económicamente, las bromelias son valiosas debido a sus numerosas especies ornamentales, comestibles y/o medicinales.

Su importancia florística se debe principalmente a su amplia distribución en todo el Neotrópico y al elevado número de especies endémicas. En México, cerca del 75% de las 400 especies de la familia conocidas para el país son endémicas del mismo.

Existen varios tratamientos florístico taxonómicos regionales para las Bromeliaceae mexicanas (por ejemplo, McVaugh (1989), Utley y Burt-Utley (1994), Victoria (2001), Arellano Mijangos (2002), Pulido-Esparza *et al.* (2004), Espejo-Serna *et al.* (2005) y Ramírez-Morillo *et al.* (2004)). Sin embargo, las dos únicas contribuciones de alcance nacional son la de Smith y Downs (1974, 1977, 1979) y la de Espejo-Serna *et al.* (2004) y sólo en dos (Pulido-Esparza *et al.*, 2004; Espejo-Serna *et al.*, 2007) se proporcionan mapas detallados de distribución de las especies. En lo que toca a análisis de distribución potencial de las especies mexicanas de Bromeliaceae no se tienen, hasta donde sabemos, antecedentes publicados.

Actualmente en la Universidad Autónoma Metropolitana, contamos con una base de datos florístico-taxonomía de la familia Bromeliaceae para México, la cual contiene más de 23 000 registros de especímenes de herbario, que representan cerca de 14 000 colectas. Dicha base recoge la información de especímenes herborizados depositados en 51 colecciones institucionales tanto nacionales como extranjeras (A, B, BM, BR, C, CHAPA, CHAP, CICY, CIIDIR, CODAGEM, ECON, ENCB, F, FCME, FI, GH, GOET, HAL, HEID, HUMO, IBUG, IEB, IZTA, JE, K, LE, LG, LL, M, MA, MEXU, MICH, MO, NY, OAX, OXF, P, QMEX, SEL, SERO, TEX, UAMIZ, UC, UMO, UNICACH, US, VT, W, WU, XAL, y Z). Además, en el Herbario Metropolitano “Ramón Riba y Nava Esparza” (UAMIZ) contamos con la colección de Bromeliaceae más completa del país, así como con los especialistas en la familia.

## DESARROLLO DEL PROYECTO

### 1. Calidad de Información

En términos generales los objetivos propuestos en este proyecto fueron cumplidos, sin embargo cabría puntualizar que el número de modelos comprometidos eran cerca de 700, ya que se estaban considerando 350 especies mexicanas de Bromeliaceae, según el listado que se incluyó en los Términos de Referencia del Convenio establecido. Sin embargo se realizaron 276 modelos en GARP y en MaxEnt para 138 especies debido a que:

- 1) Revisando sinonimias y las distribuciones conocidas por especie, encontramos como Endémicas de México solo a 286 especies
- 2) Para las especies incluidas en el cuadro 1 con \* solo se pudieron recabar de 1 hasta 4 localidades de recolecta únicas por lo cual no se pudieron realizar los modelos de distribución potencial (119 especies) (ANEXO 1)
- 3) Para las especies incluidas en el cuadro 1 con \*\* no se pudo recabar información de localidad o de sus georreferencias (29 especies) (ANEXO 1)

Se crearon dos bases de datos: una nombrada como original a la cual no se le hizo ninguna modificación y otra nombrada base 1, con la cual se trabajó para este proyecto, esto con la finalidad de tener un marco de referencia. Como primer paso se eliminaron todos los duplicados, esto es aquellos ejemplares que tenían el nombre de colector y número de colecta iguales, dejando solo un registro de ellos, lo cual nos dejó con 15 300 registros de las Bromeliaceae que existen en México.

Sin embargo, la base carecía de mucha información, destacando el hecho de que 8 745 registros no contaban con coordenadas, es decir más del 50 % de la base de datos tuvo que ser georreferenciada. Por otro lado, a 2 400 registros les faltaba información sobre el municipio en que se encuentran. Se eliminaron aquellos registros sin localidad o con insuficiente información para ser georreferenciados, así como los ejemplares cultivados y de jardines botánicos. El resto de los registros fueron georreferenciados.

Se quitaron caracteres extraños por ejemplo, algunos registros aparecían de la siguiente manera:

en estación Chajul, sobre el río Lacantún (que se corrigió como en estación Chajul, sobre el río Lacantún)

camino a Peña Bonita, al noreste de la comunidad de Magnolia (que se corrigió como camino a Peña Bonita, al noreste de la comunidad de Magnolia)

Posteriormente se homogenizaron los nombres aceptados de las especies siguiendo a Espejo-Serna 2012, y se identificaron las especies endémicas. Como resultado de este proceso nos quedamos con 5 942 registros. En primera instancia se revisaron los nombres y los registros contenidos por la base de datos, realizando los siguientes cambios:

Cuando en la base de datos se encontró *Catopsis hahnii* se actualizó su nombre a *Catopsis paniculata*; de *Catopsis mexicana* a *Catopsis pendula*; de *Hechtia gayorum* a *Hechtia montana*; de *Hechtia ghiesbreghtii* y *Hechtia capituligera* a *Hechtia glomerata*; de *Hechtia glabra* a *Hechtia stenopetala*; de *Hechtia perotensis* a *Hechtia liebmannii*; de *Hechtia michoacana* a *Hechtia reflexa*; de *Pitcairnia loki-schmidtii* a *Pitcairnia abundans*; de *Pitcairnia undulosepala* a *Pitcairnia breedlovei* y de *Tillandsia aesii* a *Tillandsia cucaensis*.

No se incluyó a *Catopsis minimiflora* por extenderse hasta Mesoamérica; a *Hechtia glomerata* porque su distribución llega hasta Guatemala; de *Hechtia suaveolens* no se tiene la certeza de que se encuentre en México y *Tillandsia cucaensis* no se incluye porque se extiende más allá de los límites de México.

Los siguientes nombres no se incluyeron *Tillandsia alfredo-lauui*, *Tillandsia jaguactalensis*, *Tillandsia maya*, *Tillandsia nidus*, *Tillandsia rectifolia*, porque se trataban de híbridos.

Se incluyeron las siguientes ocho especies: *Catopsis occulta*, *Hechtia aquamarina*, *H. complanata*, *H. hernandez-sandovalii*, *H. isthmusiana*, *H. ixtlanensis*, *H. mapimiana*, *H. montis-frigidii*, *H. purhepecha* y *H. rubicunda* que se describieron en los años 2012, 2013 y 2014. Así como a *Greigia oaxacana* por ser endémica de Oaxaca.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de los protólogos de las especies propuestas en este proyecto, con el objetivo de obtener más localidades, o bien completar o corroborar la información proveniente de las otras fuentes consultadas. Esto permitió tener mayor certeza de la distribución de los organismos, tanto de las obtenidas en las consultas de los portales especializados, como en el momento de efectuar la

georreferenciación. Con ayuda del experto en el grupo de plantas del presente proyecto se cotejó la distribución conocida.

Cuando se tenía duda de la identificación de los ejemplares de herbario se cotejaba con la foto del ejemplar o se cotejó presencialmente contra el protólogo de la descripción de la especie.

También se realizaron cambios en cuanto a la identificación en algunos registros de las siguientes especies: *Catopsis compacta*, *C. occulta*, *C. paniculata*, *C. pendula*, *C. wawraea*, *Greigia oaxacana*, *Hechtia aquamarina*, *H. caudata*, *H. chichinautzensis*, *H. edulis*, *H. galeottii*, *H. hintoniana*, *H. ixtlanensis*, *H. liebmanni*, *H. lundelliorum*, *H. lyman-smithii*, *H. mapimiana*, *H. montana*, *H. montis-frigidi*, *H. oaxacana*, *H. purpusii*, *H. stenopetala*, *H. tillandsioides*, *Pitcairnia breedlovei*, *P. jaliscana*, *P. matudae*, *P. ocotensis*, *P. palmeri*, *Racinaea adscendens*, *Tillandsia achyrostachys*, *T. bochilensis*, *T. borealis*, *T. bourgaei*, *T. chiapensis*, *T. circinnatioides*, *T. eistetteri*, *T. hintoniana*, *T. langlasseana*, *T. macrochlamys*, *T. macvaughii*, *T. makrinii*, *T. oaxacana*, *T. polita*, *T. pseudobaileyi*, *T. rettigiana*, *T. rothii*, *T. sessemocinoi*, *T. tehuacana*, *T. violacea*, *T. weberi*, *Viridantha atroviridipetala*, *V. curvifolia* y *V. lepidosepala*,.

Debido a la falta de información acerca de las coordenadas geográficas de las localidades y/o localidades mal georreferenciadas se procedió a ubicarlas geográficamente, así como corroborar las coordenadas obtenidas de los ejemplares de herbario. Para corroborar que las localidades estuvieran dentro de la distribución conocida de la especie, o al menos que tuvieran coherencia con la geografía y ecología de la especie, se consultó la opinión del experto en la familia Bromeliaceae, así como los protólogos de las especies y la bibliografía pertinente.

La base de datos fue revisada minuciosamente desde la perspectiva del control de la calidad de los datos solicitada por CONABIO. Esta etapa de revisión fue la parte del proyecto que tomó más tiempo completar, ya que para obtener mapas de distribución potencial necesitamos partir de información confiable.

Después de realizar todo lo anterior finalmente se trabajó con una base de datos de 5 942 registros provenientes de 55 colecciones nacionales y del extranjero (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Colecciones consultadas, número de registros y número de especies obtenidas por colección

<b>institución</b>	<b>acrónimo de la colección</b>	<b>colección</b>	<b># registros</b>	<b># especies</b>
<b>IBUNAM</b>	MEXU	Herbario Nacional, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México	1883	201
<b>UAMI</b>	UAMIZ	Herbario Metropolitano, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa	1423	201
<b>NMNH-SI</b>	US	United States National Herbarium, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution	361	112
<b>INECOL</b>	IEB	Herbario, Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío	311	78
<b>ENCB-IPN</b>	ENCB	Herbario, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional	235	73
<b>WU</b>	WU	Herbarium, Universität Wien	148	73
<b>INECOL</b>	XAL	Herbario, Instituto de Ecología, A. C., Xalapa	296	64
<b>HU</b>	GH	Gray Herbarium, Harvard University	117	64
<b>UMMZ</b>	MICH	Herbarium, University of Michigan, Museum of Zoology, University of Michigan	150	62
<b>FC-UNAM</b>	FCME	Herbario, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México	265	53
<b>MSBG</b>	SEL	Herbarium, Marie Selby Botanical Gardens	65	47
<b>CUCBA-UDG</b>	IBUG	Herbario, Instituto de Botánica, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara	115	38
<b>UACH</b>	CHAP	Herbario, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo	61	34
<b>MOBOT</b>	MO	Herbarium, Missouri Botanical Garden	58	33
<b>CNS-UT</b>	TEX	Herbarium, College of Natural Sciences, University of Texas, Austin	59	31
<b>MNHN</b>	P	Herbier, Muséum National d'Histoire Naturelle	55	31
<b>UCB</b>	UC	University Herbarium, University of California, Berkeley, University of California	31	25
<b>RBG</b>	K	Herbarium, Royal Botanic Gardens, Kew	28	24
<b>CNS-UT</b>	LL	Lundell Herbarium, College of Natural Sciences, University of Texas, Austin	25	17
<b>CICY</b>	CICY	Herbario-Fibroteca U Najil Tikin Xiw, Departamento de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.	23	17
<b>IHNE</b>	CHIP	Herbario, Instituto de Historia Natural y Ecología	35	15
<b>ND</b>	SERO	Herbario, Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca	16	14
<b>UNICACH</b>	HEM	Herbario Eizi Matuda, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	52	12
<b>IFIT-CP</b>	CHAPA	Herbario-Hortorio, Instituto de Fitosanidad, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados	26	12
<b>BGBM</b>	B	Herbarium, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem	19	10
<b>FCN-UAQ</b>	QMEX	Herbario, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro	19	10
<b>BR</b>	BR	Herbarium, National Botanic Garden of Belgium	9	9
<b>UNI-HEIDELB</b>	HEID	Herbarium, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg	9	9

<b>ERG</b>				
<b>CIIDIR-IPN</b>	CIIDIR	Herbario, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional	15	8
<b>NYBG</b>	NY	Herbarium, New York Botanical Garden	7	7
<b>HU</b>	A	Herbarium of the Arnold Arboretum, Harvard University	7	6
<b>CIIDIR-IPN</b>	OAX	Herbario, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional	7	6
<b>FCA-UAEM</b>	CODAGE M	Herbario Eizi Matuda, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México	6	6
<b>ECOSUR</b>	ECO-SC-H	El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de las Casas	10	5
<b>FMNH</b>	F	Herbarium, Field Museum of Natural History	7	5
<b>BSM</b>	M	Herbarium, Botanic Staatssammlung, München	6	5
<b>ND</b>	ND	ND	5	5
<b>FESI-UNAM</b>	IZTA	Herbario Iztacala, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México	6	4
<b>HU</b>	ECON	Economic Herbarium of Oakes Ames, Harvard University	5	3
<b>UVM</b>	VT	Pringle Herbarium, University of Vermont	3	3
<b>ND</b>	Z	Herbarium, Institut für Systematische Botanik, Universität Zürich	3	3
<b>CIIDIR-IPN</b>	CIMI	Herbario, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, Instituto Politécnico Nacional	4	2
<b>NHM</b>	BM	Herbarium, Natural History Museum	2	2
<b>ND</b>	HAL	Herbarium, Institut für Geobotanik und Botanischer Garten, Martin-Luther-Universität	2	2
<b>CIBYC-UAEM</b>	HUMO	Herbario, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, Universidad Autónoma del Estado de Morelos	2	2
<b>RJB</b>	MA	Herbario, Real Jardín Botánico, Madrid, España	2	2
<b>OU</b>	OXF	Fielding-Druce Herbarium, University of Oxford	2	2
<b>NHM</b>	W	Wein Herbarium, Naturhistorisches Museum Wien	2	2
<b>UAA</b>	HUAA	Herbario, Universidad Autónoma de Aguascalientes	4	1
<b>UA</b>	ARIZ	Herbarium, University of Arizona	1	1
<b>SNM</b>	C	Herbarium, Statens Naturhistoriske Museum	1	1
<b>CAS</b>	DS	California Academy of Sciences	1	1
<b>RAS</b>	LE	Herbarium, V. L. Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences	1	1
<b>ND</b>	LG	Herbarium, Département de Botanique, Université de Liège	1	1
<b>RSABG</b>	RSA	Herbarium, Rancho Santa Ana Botanic Garden	1	1
<b>MU</b>	UMO	Dunn-Palmer Herbarium, Missouri University	1	1

Un siguiente paso para verificar la calidad de la información que tenía la base de datos que fue recopilada durante más de 20 años fue realizar mapas de distribución conocida para cada una de las especies. Se inspeccionó visualmente la distribución geográfica de los registros de cada especie, para evitar anomalías en los modelos resultantes (Figs. 1 y 2).

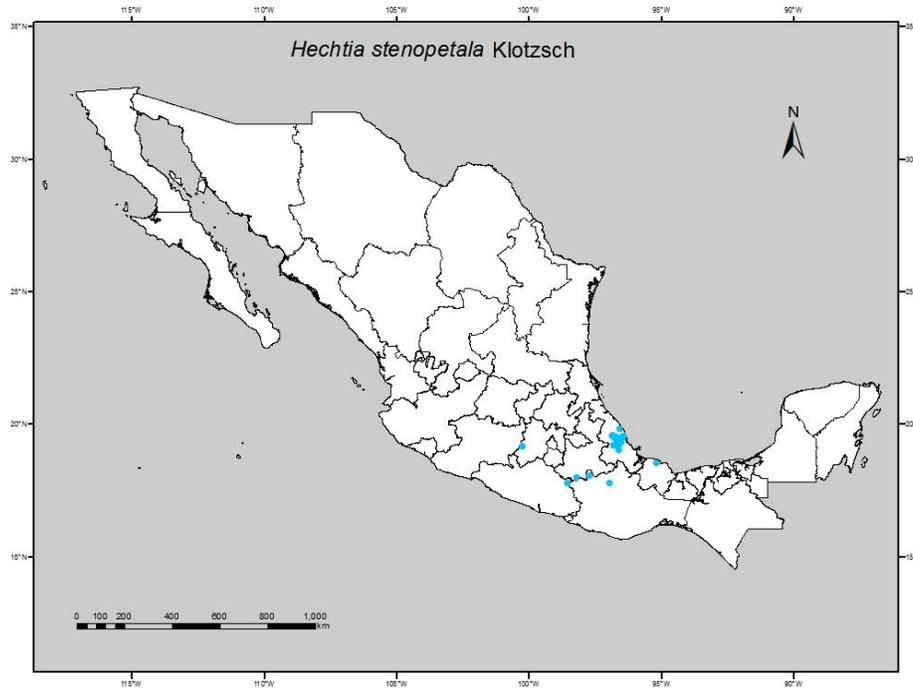


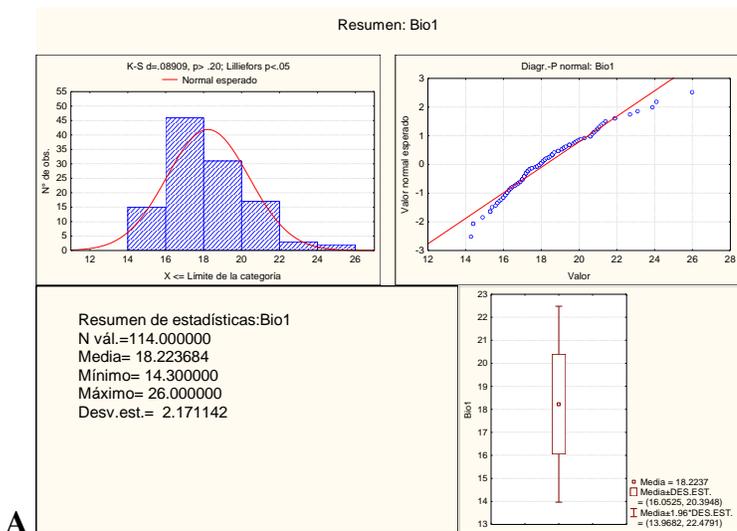
Figura 1.- Distribución conocida de *Hechtia stenopetala* Klotzsch con registros dudosos en Guerrero, México, Oaxaca, Puebla y uno al SE de Veracruz



Figura 2.- Distribución conocida de *Hechtia stenopetala* Klotzsch con registros dudosos revisados, corregidos y excluidos.

Esto nos permitió detectar varios tipos de errores, como son coordenadas en medio del mar, en otros estados o fuera del país. Algunos errores provenían desde el etiquetado de los ejemplares, así que en esos casos se buscó consultar las libretas de colecta de los colectores para confirmar de qué tipo de error se trataba. Leyendo la travesía del colector se pudo corregir el error. Este procedimiento también permitió revisar y corregir aquellos problemas de índole nomenclatural relacionados con la taxonomía.

Asimismo, se revisó el intervalo ambiental en el que se distribuyen los registros, de acuerdo con el conocimiento que se tiene acerca de la biología, geografía, ecología y fisiología de la especie. Para ello se elaboraron los perfiles bioclimáticos para cada especie, correlacionando las coordenadas de registro de cada una de las especies con las 23 variables ecológico-climáticos (Anexo III). Con esta información se realizaron análisis exploratorios de datos por medio de los estadísticos básicos, así como graficando la distribución de frecuencias de los registros en distintos intervalos que toma cada variable y con diagramas de caja con bigotes (ejemplo en la fig. 6). En algunos casos se encontraron valores que no concordaban con la especie. Una posible explicación es que las capas ecológico-climáticas tienen cierto grado de error, al ser generadas a partir de interpolaciones. Los resultados del análisis de calidad de información se presentan por especie en el Anexo II.



A

Variable ambiental	Estadísticas descriptivas (vir_atr_variables)				
	Número de localidades únicas	Media	Mínimo	Máximo	Desv.est.
Bio1	114	18.22	14.3000	26.00	2.171
Bio2	114	14.02	10.0000	18.20	1.347
Bio3	114	0.65	0.5800	0.74	0.027
Bio4	114	0.62	0.2900	1.20	0.134
Bio5	114	29.30	22.8000	35.90	2.498
Bio6	114	7.56	1.7000	15.20	2.523
Bio7	114	21.74	15.9000	30.20	2.432
Bio8	114	19.20	14.7000	27.90	2.081
Bio9	114	0.00	0.0000	0.00	0.000
Bio10	114	20.35	15.9000	27.90	2.221
Bio11	114	15.83	11.4000	23.40	2.352
Bio12	114	819.65	380.0000	1581.00	254.655
Bio13	114	45.94	23.0000	84.00	12.986
Bio14	114	0.00	0.0000	0.00	0.000
Bio15	114	98.87	81.0000	113.00	8.231
Bio16	114	481.34	196.0000	952.00	175.215
Bio17	114	10.38	0.0000	88.00	18.503
Bio18	114	190.38	79.0000	516.00	83.358
Bio19	114	28.44	9.0000	100.00	15.905
Indice_topo	114	399.44	91.0000	1512.00	229.632
Pendiente	114	532.38	3.0000	1981.00	364.131
Elevación	114	1871.40	2.0000	2608.00	350.143
Aspect	114	16879.39	561.0000	35104.00	9599.727

**B**

Figura 3. A) Gráficas de la distribución de frecuencias de los registros de *Viridantha atroviridipetala* y diagrama de caja con bigotes B) Cuadro con los estadísticos descriptivos de las 23 variables ambientales utilizadas del perfil bioclimático de *Viridantha atroviridipetala*.

## **2.- Criterio de selección de la región de referencia (M) por especie**

Es complicado determinar cuáles son las posibles regiones M para cada una de las especies, ya que se desconoce para la mayoría de las mismas cuál es “el conjunto de sitios que la especie ha tenido tiempo de visitar, o explorar desde una fecha dada”. Por ello se siguieron diferentes caminos para poder determinar los criterios que se utilizarían para definir sus límites: 1) la distribución conocida de las especies y 2) una relación general con distintas regionalizaciones del país, y que han sido propuestas bajo una combinación de criterios biológicos, geomorfológicos, fisiográficos y climáticos, entre otros.

Después de buscar y probar distintas regionalizaciones bióticas (como las provincias florísticas, las provincias biogeográficas, etc...) que estuvieran relacionadas con la distribución de las Bromeliaceae endémicas, decidimos utilizar la cobertura de “Provincias fisiográficas de México” (Cervantes-Zamora, 1990), que se descargó del portal de Metadatos de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>). Consideramos que utilizar las provincias fisiográficas como base para definir las regiones M tienen un sentido biológico para las especies, ya que una provincia fisiográfica es una región en el que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico, lo que un mismo o muy semejante tipo de suelo y de la vegetación que sustenta (INEGI, 2008).

Una vez descargada la cobertura se procedió a seleccionar los polígonos que incluyeran los registros de colecta de cada especie (Fig.8). A fin de obtener un polígono, la tabla de atributos de cada cobertura se le agregó una columna para utilizar valores en común y poder disolver los polígonos que conforman el área seleccionada. Esto se realizó en ArcView 3.2 utilizando la extensión GeoProcessing wizard. Finalmente, el polígono único se convirtió a formato grid (Fig. 9), para poder realizar un corte grid con grid con respecto a las coberturas climáticas. De esta forma se evitó tener un desfase entre coberturas al coincidir pixel con pixel. Las coberturas se cortaron utilizando la extensión Grid machine y la herramienta Cutting Machine. Las regiones M de cada especie se incluyen en el Anexo IV en formato Ascii.

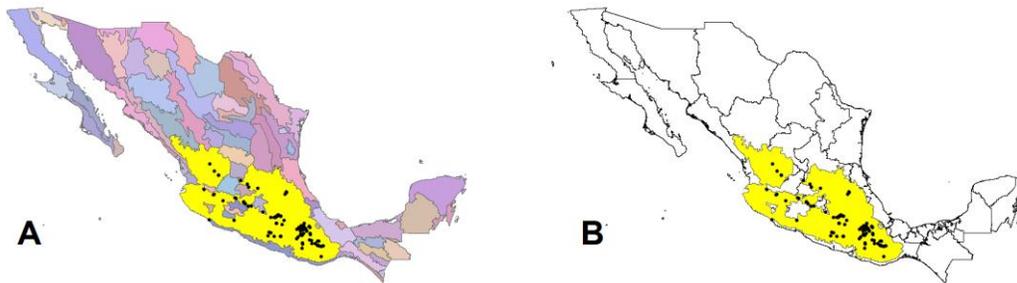


Fig. 4.- A) Cobertura de provincias fisiográficas de México (Cervantes-Zamora, 1990); en amarillo provincias seleccionadas para crear la región M de la especie *Viridantha atroviridipetala*, los puntos negros son las localidades de presencia de la especie. B) Área en amarillo: Región M generada a partir de los polígonos seleccionados en A y convertidos a formato grid.

### 3.- Variables utilizadas en la modelación

Las variables climáticas que se utilizaron en este proyecto son las generadas por Cuervo-Robayo *et al.*, (2013), las cuales se encuentran disponibles en la red (<http://idrissi.uaemex.mx/index.php/ligas/geodatos/306-superficies-climaticas-para-mexico>). A grandes rasgos, dichas variables fueron interpoladas a partir de valores promedio mensuales del periodo 1910-2009 de temperaturas máxima y mínima, así como de precipitación, de la red de estaciones meteorológicas estándar del sur de Estados Unidos, todo México y del norte de Centroamérica (Cuervo-Robayo *et al.*, 2013). Se tratan de coberturas de 19 parámetros climáticos (Cuadro 3) a una resolución espacial de celdas de 1 km<sup>2</sup>.

Cuadro 3. Parámetros bioclimáticos usados para generar los modelos de distribución potencial.

1. Temperatura media anual (°C).
2. Intervalo medio diurno (media mensual) (t°máx.- t° min.) (°C).
3. Isotermalidad (°C).
4. Temperatura Estacional (C of V) (%).
5. Temperatura máxima del mes más cálido (°C).
6. Temperatura mínima del mes más frío (°C).
7. Rango de Temperatura Anual (°C).
8. Temperatura media del trimestre más húmedo (°C).
9. Temperatura media del trimestre más seco (°C).
10. Temperatura media del trimestre más cálido (°C).
11. Temperatura media del trimestre más frío (°C).
12. Precipitación anual (mm).
13. Precipitación del mes más húmedo (mm).
14. Precipitación del mes más seco (mm).
15. Precipitación estacional (C of V) (%).
16. Precipitación del trimestre más húmedo (mm).
17. Precipitación del trimestre más seco (mm).
18. Precipitación del trimestre más cálido (mm).
19. Precipitación del trimestre más frío (mm).
20. Índice topográfico
21. Pendiente
22. Elevación
23. Aspect (orientación de la pendiente)

Estas variables se ordenaron en una matriz en la que las filas eran las localidades de cada especie y las columnas los valores de los 23 parámetros. Esta matriz fue procesada con ayuda del paquete Statistica versión 10 (StatSoft, Inc., 2010), con el fin de elaborar un resumen de los perfiles ecológico-climáticos de las localidades de cada especie. Dichos perfiles bioclimáticos fueron revisados estadísticamente y se calcularon los estadísticos básicos como la media, la desviación estándar, el valor máximo y el mínimo (Fig. 3, se incluyen en el Anexo II).

Considerando la posibilidad de que se presentara colinealidad entre las variables, se seleccionaron variables que se incluyeron en la modelación de la distribución de cada especie, mediante un análisis de componentes principales (PCA). El PCA está diseñado para reducir el universo de variables explicatorias, definiendo cuáles de ellas tienen mayor peso y ordenarlas por importancia. Se realizaron PCA por cada especie y se determinaron cuáles de las 23 variables se incluirían dentro del modelado de cada especie. Se utilizó el programa estadístico Statistica versión 10 (StatSoft, Inc., 2010).

Sin embargo los PCA para distintas especies marcaban sólo a una variable como explicatoria, lo cual es biológicamente imposible ya que las especies tienen interacciones con distintos factores abióticos. Es por eso que decidimos utilizar los 23 parámetros ecológico-climáticos. Si es necesario buscar qué parámetros tienen mayor peso en la presencia de una especie, en los resultados de modelación del algoritmo MaxEnt se puede consultar el Jackknife of AUC. Posteriormente se produjeron las capas de las regiones M definidas para cada especie. Estas fueron convertidas a formato ASCII para ser empleadas conjuntamente con los datos geográficos (coordenadas) de las especies en el programa MaxEnt 3.3.3k y a formato RAW por medio del Garp Dataset Manager para incluirlas en el programa GARP.

#### **4.- Método de modelación**

Se realizaron los modelos de distribución potencial de las especies cuyo número de registros en la base de datos tuviera al menos 5 localidades georreferenciadas (138 especies). Los modelos se generaron utilizando dos tipos de algoritmos: Genetic Algorithm for Rule-set Prediction (GARP, Stockwell & Noble, 1991; Stockwell & Peters, 1999) implementado como un software para PC

(<http://www.lifemapper.org/desktopgarp/>) y el de Máxima entropía o MaxEnt 3.3.3k (Phillips *et al.*, 2006).

Se seleccionó el método de GARP debido a que se ha demostrado su capacidad predictiva y robustez para modelar la distribución de especies aún con tamaño de muestra pequeña (Peterson & Cohoon, 1999; Stockwell y Peterson, 2002; Raxworthy *et al.*, 2003). Esto es importante para realizar los modelos de las especies que han sido poco colectadas o que tienen un área de distribución demasiado pequeña.

GARP es un algoritmo genético que produce de manera iterativa una serie de reglas que definen las condiciones ecológicas en las cuales se encuentra la especie, las evalúa, prueba e incorpora o rechaza. Los detalles del método se han descrito con detalle en Stockwell & Noble (1991) y Stockwell & Peters (1999). El algoritmo funciona de la siguiente manera. A partir de los datos de colecta, GARP genera al azar 1250 puntos de presencia de la especie y 1250 puntos de pseudoausencia. Estos 2500 puntos los remuestra y divide a la mitad, con el fin de tener 1250 puntos para realizar los modelos y 1250 puntos para probarlos. Después desarrolla reglas o condicionantes que se refieren a la relación que tienen las localidades de colecta con las variables ambientales. Cada modelo o regla es evaluado estadísticamente por medio de una prueba de Chi cuadrada ( $\chi^2$ ) al sobreponer los puntos de prueba. Una vez que se tiene una serie de reglas, GARP, al azar, modifica de una manera genética (a través de mutaciones y traslocaciones de las reglas), y el funcionamiento de la regla es re-evaluada. Si una regla transformada muestra mejoría en su funcionamiento, entonces reemplaza a la regla de origen; de otra forma se descarta, y las reglas son acomodadas de acuerdo con nuevos puntajes. El algoritmo desarrolla 1000 iteraciones o hasta que las reglas no incrementan la precisión predictiva. El modelo generado en un espacio ecológico es proyectado a un escenario geográfico y finalmente se obtiene un mapa binario de presencia/ausencia de la especie. Cabe mencionar que los modelos que genera GARP se basan en factores ambientales y no toman en cuenta los factores bióticos ni históricos, los cuales pueden ser la causa de la ausencia de especies en zonas habitables, por lo que se habla de modelos de nicho ecológico o de distribución potencial (Peterson *et al.*, 1999; Sánchez-Cordero *et al.*, 2005).

El programa de Máxima Entropía, implementado en el programa MaxEnt versión 3.3.3 (Phillips *et al.*, 2006), ha sido reconocido como uno de los algoritmos más robustos para generar modelos de nicho ecológico (Elith *et al.*, 2006). MaxEnt, que pertenece a los algoritmos denominados

de “inteligencia artificial,” y es un programa que detecta relaciones no aleatorias entre la presencia de las especies y las condiciones ambientales, maximizando una distribución uniforme en el espacio ambiental. Una vez obtenido el modelo, éste es proyectado en el espacio geográfico, produciendo un mapa probabilístico de la distribución potencial de las especies (Phillips *et al.*, 2006).

Los modelos dan como resultado los valores de idoneidad del hábitat para determinada especie, en función de las variables ambientales, para las cuales genera curvas de respuesta y estima la importancia de cada variable en la distribución de la especie (Benito de Pando y Peñas de Giles, 2007; Margules y Sarkar, 2009). Entonces, si se determina cuál es el ambiente propicio para que las especies mantengan sus poblaciones (i. e., su nicho ecológico) es posible predecir los sitios en los que una especie pueda establecerse.

## **5.- Parámetros utilizados en la modelación**

Los parámetros utilizados tanto para GARP como para MaxEnt en cuestión de número de iteraciones y nivel de convergencia fueron los mismos. Se utilizaron 1,000 iteraciones como máximo y un nivel de convergencia de 0.0001. Tomando en cuenta que las especies muestran una gran diferencia en cuanto a número de localidades, variando desde 5 que es el mínimo de localidades que se utilizaron para modelar, como en *Hechtia aquamarina* hasta 195 para *Tillandsia makoyana*. Con respecto al análisis de validación extrínseca se optó por realizarlo para aquellas especies que tuvieran más de 40 registros, con el fin de destinar el mayor número de puntos posibles para la generación del modelo. En cuanto a la validación intrínseca, ésta se realizó con los siguientes porcentajes de registros: para GARP: 5-40 registros, 100 % para entrenamiento; de 41-120 registros, 70 % para entrenamiento y 30 % para prueba, y de 121-200 registros el 50 % respectivamente. Mientras que para MaxEnt los porcentajes fueron: 5-40 registros, 0 % de prueba; 41-120, 30 % para prueba y 70 % para entrenamiento, 120-200, el 50% respectivamente. La selección de puntos que se utilizaron para realizar la verificación extrínseca fue realizado al azar, por medio del software libre QGIS 2.0 Dufour y utilizando la herramienta: "Selección aleatoria", disponible en los análisis para formatos vectoriales.

En el caso de MaxEnt los modelos generados tuvieron como umbral de corte el percentil 10 de cada modelo (10 percentile training presence). Mientras que para GARP se generaron 100 modelos eligiendo los 10 mejores. Estos mejores modelos se sumaron y los valores de presencia

fueron considerados donde coincidieran al menos siete de los diez modelos (Olguín-Monroy *et al.*, 2013).

Finalmente, los mapas obtenidos tanto en Garp como en MaxEnt fueron convertidos a mapas binarios de presencia-ausencia en formato ASCII para su entrega a CONABIO (fig. 9). Los valores umbrales para los mapas binarios fueron de 7 a 10 en GARP y del percentil 10 fueron convertidos a 1 (presencia) y los valores diferentes a estos parámetros fueron 0 (ausencia).

## **6.- Evaluación del modelo**

Debido a los problemas que se manifestaron en el taller que impartieron el Dr. Soberón y el Dr. Peterson acerca del estadístico de las curvas ROC, se utilizó como método de evaluación de los modelos el análisis de la curva de Receiver Operating Characteristic Curve (ROC) parcial (Peterson *et al.*, 2008), en 22 especies de Bromeliaceae mexicanas. En la ROC parcial cuando el valor  $I$  de la razón de AUC (Área Bajo la Curva) se aleja de 1, el modelo mejora con respecto a un modelo aleatorio. El cálculo de las ROC parciales por especie se realizó mediante el software Partial ROC (Narayani, 2008). Las curvas ROC son la representación gráfica de la capacidad discriminativa de un determinado modelo a partir de todos sus puntos de corte posibles.

En el eje de abscisas se representan los valores de  $(1 - \text{especificidad})$  y en el de ordenadas los valores de la sensibilidad. La curva ROC explica que un aumento de la sensibilidad va en detrimento de la especificidad y viceversa, por lo que la selección del umbral, si es necesaria, exige un compromiso entre estos dos valores. El principal índice descriptivo de la curva ROC es el área por debajo de la misma o AUC (area under the ROC curve) cuyos valores están en el rango 0,5-1. Un valor de 0,5 significa que el modelo no tiene valor discriminante (es equivalente a una clasificación al azar).

Un problema con la evaluación de las ROC parciales es que se necesitan datos de validación externa, lo cual para especies con muy pocos registros como en el caso de muchas especies de este proyecto, haría que tanto la generación de los modelos como la validación misma se realizaran con un número de datos muy pequeño. Por ello (y consultándolo con el Dr. Soberón y la Dra. Munguía) se optó por evaluar los modelos de especies con más de 40 registros utilizando: las curvas ROC para los modelos de MaxEnt y la prueba de Chi cuadrada para los modelos de GARP.

## 7.- Conclusiones y recomendaciones

Obtener una base de datos confiable no es sencillo, ya que para ello se necesita invertir mucho tiempo de trabajo y consultar a los especialistas de los grupos a estudiar. La tarea se hace más difícil cuando se trata de una base con miles de registros de distintas especies. En nuestro caso, fue sencillo obtener la base de datos para la familia Bromeliaceae, ya que contábamos con una base de datos de más de 20 años de trabajo, que contiene aproximadamente 30 000 registros. Esta base ha sido cotejada de manera constante en cuanto a nomenclatura, sin embargo, tuvo que ser trabajada en diversos aspectos como la actualización de muchos nombres inválidos o incorrectos y la georreferenciación de muchos de ellos. Una ventaja es que se contaba con un listado de las Bromeliaceae mexicanas publicado justamente al iniciar con este proyecto (Espejo-Serna, 2012) y esto permitió tener un punto de partida para saber con cuantas especies íbamos a trabajar.

Dentro de la limpieza de la base de datos, el punto que tomó más tiempo de trabajar fue verificar la información desde el punto de vista geográfico, ya que detectamos numerosos errores de georreferenciación y de la manera en la que describían las localidades de recolección. Una manera de observar dichos errores fue realizando los mapas de distribución conocida para cada una de las especies y revisar las localidades una por una con el especialista, detectando así anomalías en la distribución geográfica de varias especies, o reconociendo que algunas tienen aparentemente distribución disyuntiva (*Greigia juareziana*, *T. belloensis*, *T. concolor*, *T. langlasseana*, *T. pseudobaileyi*). Este procedimiento también permitió comprender que existen complejos de especies, ya que hay varias especies aún no descritas, pero que de manera práctica las agregan a un nombre que pareciera ser el que más las identifica.

Detectamos que las recolecciones tienen un sesgo hacia las carreteras principales o a algunos sitios o regiones en particular, además de que en la literatura se cuentan con pocos trabajos de índole florístico-taxonómico para cada estado. Como resultado de estas observaciones se han ido llenando los huecos de información que existen para la familia y se puede precisar donde sería importante dirigir salidas de recolección.

El determinar la región M para cada una de las especies fue una tarea difícil ya que, mientras en especies con pocos registros una regionalización con grandes regiones se puede ajustar fácilmente, una especie con numerosos registros distribuidos heterogéneamente hace más complicada la

búsqueda. Por otro lado, el desfase de las capas de regiones bióticas con las variables usadas en el proyecto también representó dificultades. El uso de técnicas estadísticas (PCA) para reducir el número de variables a utilizar en la modelación y así evitar el sobreajuste del modelo arrojó como resultado que en distintas especies una sola variable explicaba la distribución de dicha especie. Debido a esto, se optó por usar las 23 variables ecológico-climáticas.

Donde se acentuaron los contratiempos fue en la parte de usar los algoritmos de modelación, ya que en principio no nos proporcionaron un manual de procedimiento para realizar los modelos para las especies, eso implicó que tuviéramos contratiempos en cómo modelar cada especie con diferentes números de registros.

En general, podemos decir que los modelos obtenidos con GARP sobrepredicen la distribución de las especies, en tanto que los generados con MaxEnt se apegan más a lo que consideramos las distribuciones reales.

Para el caso de las bromelias terrestres fue útil usar todas las capas climático-ecológicas, mientras que en el caso de las epífitas pensamos que la capa de suelo no es la más adecuada para referirnos al sustrato en el cual crecen (forófitos), quizá convendría sustituirla por una capa que de tipos de vegetación.

## **8.- Referencias**

Arellano Mijangos, J. J. 2002. Las Bromeliaceae del Estado de Oaxaca: Riqueza florística y potencial ornamental. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Universitario del Sureste. San José Puyacatengo, Tabasco. 135 pp.

Benito de Pando, B. y Peñas de Giles, J. 2007. "Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica", *GeoFocus* (Artículos), n° 7, p. 100-119.

Cervantes-Zamora, Y., Cornejo-Olgín, S. L., Lucero-Márquez, R., Espinoza-Rodríguez, J. M., Miranda-Viquez, E. y Pineda-Velázquez, A. 1990. 'Provincias Fisiográficas de México'. Extraído de Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México. <<<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>>

Cuervo-Robayo A. P., O. Téllez-Valdés, M. Gómez, C. Venegas-Barrera, J. Manjarrez y E. Martínez-Meyer. 2013. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology*. Doi: 10.1002/joc.3848

Demastes, J. W., A. L. Butt, M. S. Hafner, and J. E. Light. 2003. Systematics of a rare species of pocket gopher, *Pappogeomys alcorni*. *Journal of Mammalogy*, 84:753-761

Elith J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. McC Overton, A. Townsend Peterson, S. J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R. E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M. S. Wisz & N. E. Zimmermann. 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.

Espejo-Serna, A. 2012. El endemismo en las liliopsida mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* 100: 195-257.

Espejo-Serna, A. y A. R. López-Ferrari. 1998. Current floristic and Phytogeographical knowledge of mexican Bromeliaceae. *Rev. Biol. Trop.* 46(3): 493-513.

Espejo-Serna, A. y A. R. López-Ferrari. 2008. Monocotiledóneas. En S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.). Catálogo taxonómico de especies de México, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio. México, cd1.

Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari e I. Ramírez-Morillo. 2005. Bromeliaceae. Flora de Veracruz 136. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. 307 pp.

Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther y W. Till. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* 25(1): 33-86.

Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari, N. Martínez-Correa. & V. A. Pulido-Esparza. 2007. Bromeliad flora of Oaxaca: richness and distribution. *Acta Bot. Mex.* 81: 71-147.

INEGI. 2008. Manual de características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Pág. 9 <<[http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf)>>

Luther, H. 2012. An alphabetical list of bromeliad binomials. 11a. ed. The Bromeliad Society International. Sarasota, Florida. 110 pp.

Margules, C. R. y Sarkar, S. 2009. Planeación Sistemática de la Conservación. (Trad. V. Sánchez-Cordero y F. Figueroa). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 304 pp. México D.F. (Original en inglés, 2007).

McVaugh, R. 1989. Bromeliaceae. In: Anderson, W. R. (ed.). Flora Novo-Galiciana. The University of Michigan Herbarium. Ann Arbor. pp. 4-79.

Narayani, B. 2008. Tool for Partial-ROC (versión 1.0). Biodiversity Institute. Lawrence, KS.

Olguín-Monroy, H. C., Gutiérrez-Blando, C., Ríos-Muñoz, C. A., León-Paniagua, L., Navarro-Sigüenza, A. G. 2013. Patrones biogeográficos de las selvas altas mesoamericanas con base en su mastofauna. *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology and Conservation)* 61 (2): 937-969.

Peterson, A.T. & K. P. Cohoon. 1999. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecol. Mod.* 117: 159–164.

Peterson, A. T., Soberón, J. & V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267.

Peterson, A. T., M. Papes and J. Soberón. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling* 213: 63-72.

Phillips S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling* 190: 231–259.

Pulido-Esparza, V. A., A. R. López-Ferrari y A. Espejo-Serna. 2004. Flora bromeliológica del Estado de Guerrero, México: riqueza y distribución. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 75: 55-104.

Ramírez-Morillo, I., G. Carnevali Fernández-Concha y F. Chi May. 2004. Guía ilustrada de las Bromeliaceae de la porción mexicana de la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán. 124 pp.

Raxworthy, C. J., E. Martínez-Meyer, N. Horning, R. A. Nussbaum, G. E. Schneider, M. A. Ortega-Huerta, and A. T. Peterson. 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature* 426:837–841

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 pp.

Sánchez-Cordero, V., V. Cirelli, M. Murguía y S. Sarkar. 2005. Place prioritization for biodiversity representation using Species' ecological niche modeling. *Biodiversity Informatics* 2: 11-23.

Smith, L. B. & R. J. Downs. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae), *Flora Neotropica* 14(1): 1-658.

Smith, L. B. & R. J. Downs. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae), *Flora Neotropica* 14(2): 659-1492.

Smith, L. B. & R. J. Downs. 1979. Bromelioideae (Bromeliaceae), *Flora Neotropica* 14(3): 1493-2142.

StatSoft, Inc. 2010. STATISTICA (data analysis software system), versión 9.1 <<[www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)>>

Stockwell, D. R. B. e I. R. Noble. 1991. Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 32: 249-254.

Stockwell, D. R. B. y D. Peters. 1999. The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Science* 13: 143-158. <<<http://www.lifemapper.org/desktopgarp/>>>

Stockwell D. & A. T. Peterson. 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling* 148: 1-13.

Utley, J. & K. Burt-Utley. 1994. Bromeliaceae. In: Davidse, G., M. Sousa Sánchez & A. O. Chater (eds.). *Alismataceae a Cyperaceae*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología, Missouri Botanical Garden, The Natural History Museum (London). México, D.F. pp. 89-156.

Victoria, A. 2001. Bromeliaceae. In: Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. *Flora Fanerogámica del Valle de México*. 2a. ed. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán. pp. 1179-1187.

Villaseñor, J. I. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28(3): 160-167.

## **9.- Anexos:**

Se incluyen por separado los siguientes archivos

1.- Archivo “Documentación del material entregado”, en formato Excel.

2.- Carpeta ANEXOS que incluye:

ANEXO I.- Lista de especies

ANEXO II.- Literatura consultada por especie

ANEXO II.- Control de calidad de datos por especie

ANEXO III.- Perfiles bioclimático por especie (archivo en formato de Excel)

ANEXO IV.- Regiones de referencia (M) por especie (en formato ASCII)

ANEXO I.- Listado de las especies incluidas en el proyecto para generar sus modelos de distribución potencial y su correspondiente cartografía. \* No se realizaron modelos para dichas especies ya que no se obtuvieron registros suficientes para realizar los modelos y \*\* no cuentan con localidades georreferenciadas.

	Géneros	Especies	Modelo	No hay registros suficientes	No hay localidades georreferenciadas
*1	Aechmea	Aechmea aenigmatica López-Ferrari, Espejo, Ceja et A. Mendoza		1	
2	Aechmea	Aechmea mexicana Baker	1		
3	Bromelia	Bromelia hemisphaerica Lam.	1		
4	Bromelia	Bromelia palmeri Mez	1		
5	Catopsis	Catopsis compacta Mez	1		
6	Catopsis	Catopsis occulta Mart.-Correa, Espejo & López-Ferr.	1		
7	Catopsis	Catopsis paniculata E. Morren Catopsis hahnii Baker	1		
8	Catopsis	Catopsis pendula Baker Catopsis mexicana L. B. Sm.	1		
9	Catopsis	Catopsis wawraneana Mez	1		
10	Greigia	Greigia juareziana L. B. Sm.	1		
*11	Greigia	Greigia oaxacana L. B. Sm.		1	
12	Greigia	Greigia vanhyningii L. B. Sm.	1		
13	Hechtia	Hechtia aquamarina I. Ramírez & C. F. Jiménez	1		
14	Hechtia	Hechtia bracteata Mez	1		
*15	Hechtia	Hechtia carlsoniae Burt-Utley & Utley		1	
16	Hechtia	Hechtia caudata L. B. Sm.	1		
17	Hechtia	Hechtia caulescens López-Ferrari, Espejo & Martínez-Correa	1		
*18	Hechtia	Hechtia chichinautzensis Martínez-Correa, Espejo y López-Ferrari		1	
*19	Hechtia	Hechtia colossa Martínez-Correa, Espejo y López-Ferrari		1	
**20	Hechtia	Hechtia complanata Burt-Utley			1
21	Hechtia	Hechtia confusa L. B. Sm.	1		
22	Hechtia	Hechtia konzattiana L. B. Sm.	1		
*23	Hechtia	Hechtia edulis I. Ramírez, Espejo & López-Ferr.		1	
24	Hechtia	Hechtia elliptica L. B. Sm.	1		
*25	Hechtia	Hechtia epigyna Harms		1	
*26	Hechtia	Hechtia fosteriana L. B. Sm.		1	
27	Hechtia	Hechtia fragilis Burt-Utley & Utley	1		
28	Hechtia	Hechtia galeottii Mez	1		
*29	Hechtia	Hechtia glauca Burt-Utley & Utley		1	
*30	Hechtia	Hechtia hernandez-sandovalii I. Ramírez & et al		1	

*31	Hechtia	Hechtia hintoniana Burt-Utley, Utley & García-Mend.		1	
*32	Hechtia	Hechtia iltisii Burt-Utley & Utley		1	
*33	Hechtia	Hechtia isthmusiana Burt-Utley		1	
*34	Hechtia	Hechtia ixtlanensis Burt-Utley		1	
*35	Hechtia	Hechtia jaliscana L. B. Sm.		1	
36	Hechtia	Hechtia laevis L. B. Sm.	1		
*37	Hechtia	Hechtia lanata L. B. Sm.		1	
*38	Hechtia	Hechtia laxisissima L. B. Sm.		1	
*39	Hechtia	Hechtia liebmannii Mez Hechtia perotensis I. Ramírez & Martínez-Correa		1	
40	Hechtia	Hechtia lundelliorum L. B. Sm.	1		
41	Hechtia	Hechtia lyman-smithii Burt-Utley & Utley	1		
*42	Hechtia	Hechtia mapimiana López-Ferr. & Espejo		1	
*43	Hechtia	Hechtia marnier-lapostollei L. B. Sm.		1	
44	Hechtia	Hechtia matudae L. B. Sm.	1		
45	Hechtia	Hechtia melanocarpa L. B. Sm.	1		
*46	Hechtia	Hechtia mexicana L. B. Sm.		1	
47	Hechtia	Hechtia montana Brandege	1		
*48	Hechtia	Hechtia montis-frigidi González-Rocha, Espejo, López-Ferr. et Cerros-Tlatilpa		1	
49	Hechtia	Hechtia mooreana L. B. Sm.	1		
50	Hechtia	Hechtia myriantha Mez	1		
*51	Hechtia	Hechtia nuusaviorum Espejo & López-Ferr.		1	
*52	Hechtia	Hechtia oaxacana Burt-Utley, Utley & García-Mend.		1	
*53	Hechtia	Hechtia pedicellata S. Watson		1	
54	Hechtia	Hechtia podantha Mez	1		
*55	Hechtia	Hechtia pretiosa Espejo & López-Ferr.		1	
56	Hechtia	Hechtia pringlei B. L. Rob. & Greenm.	1		
*57	Hechtia	Hechtia pumila Burt-Utley & Utley		1	
**58	Hechtia	Hechtia purhepecha I. García, Espejo & López-Ferr.			1
59	Hechtia	Hechtia purpusii Brandege	1		
*60	Hechtia	Hechtia reflexa L. B. Sm.		1	
61	Hechtia	Hechtia reticulata L. B. Sm.	1		
62	Hechtia	Hechtia rosea E. Morren ex Baker	1		
*63	Hechtia	Hechtia roseana L. B. Sm.		1	

<b>**64</b>	Hechtia	Hechtia rubicunda López-Ferrari & Espejo			1
<b>65</b>	Hechtia	Hechtia sphaeroblasta B. L. Rob.	1		
<b>66</b>	Hechtia	Hechtia stenopetala Klotzsch	1		
<b>67</b>	Hechtia	Hechtia subalata L. B. Sm.	1		
<b>*68</b>	Hechtia	Hechtia tehuacana B. L. Rob.		1	
<b>69</b>	Hechtia	Hechtia tillandsioides (André) L. B. Sm.	1		
<b>*70</b>	Hechtia	Hechtia zamudioi Espejo, López-Ferr. & I. Ramírez		1	
<b>*71</b>	Hohenbergia	Hohenbergia mesoamericana I. Ramírez, Carnevali et Cetzal		1	
<b>72</b>	Pepinia	Pepinia amblyosperma (L. B. Sm.) G. S. Varad. & Gilmartin	1		
<b>*73</b>	Pitcairnia	Pitcairnia abundans L. B. Sm.		1	
<b>74</b>	Pitcairnia	Pitcairnia breedlovei L. B. Sm.	1		
<b>75</b>	Pitcairnia	Pitcairnia colimensis L. B. Sm.	1		
<b>76</b>	Pitcairnia	Pitcairnia compostelae Mc Vaugh	1		
<b>77</b>	Pitcairnia	Pitcairnia cylindrostachya L. B. Sm.	1		
<b>78</b>	Pitcairnia	Pitcairnia densiflora Brongn. ex Lem.	1		
<b>*79</b>	Pitcairnia	Pitcairnia flavescens Matuda		1	
<b>80</b>	Pitcairnia	Pitcairnia flexuosa L. B. Sm.	1		
<b>*81</b>	Pitcairnia	Pitcairnia foliacea L. B. Sm.		1	
<b>82</b>	Pitcairnia	Pitcairnia hintoniana L. B. Sm.	1		
<b>83</b>	Pitcairnia	Pitcairnia jaliscana S. Watson	1		
<b>84</b>	Pitcairnia	Pitcairnia karwinskyana Schult. & Schult. f.	1		
<b>*85</b>	Pitcairnia	Pitcairnia leprosa L. B. Sm.		1	
<b>*86</b>	Pitcairnia	Pitcairnia matudae L. B. Sm.		1	
<b>87</b>	Pitcairnia	Pitcairnia micheliana André	1		
<b>*88</b>	Pitcairnia	Pitcairnia micropoda L. B. Sm.		1	
<b>*89</b>	Pitcairnia	Pitcairnia mirandae Utley-Burt Utley		1	
<b>90</b>	Pitcairnia	Pitcairnia modesta L. B. Sm.	1		
<b>*91</b>	Pitcairnia	Pitcairnia monticola Brandege		1	
<b>**92</b>	Pitcairnia	Pitcairnia mooreana L. B. Sm.			1
<b>93</b>	Pitcairnia	Pitcairnia oaxacana L. B. Sm.	1		
<b>*94</b>	Pitcairnia	Pitcairnia ocotensis Beutelsp. & G. López V.		1	
<b>95</b>	Pitcairnia	Pitcairnia palmeri S. Watson	1		
<b>96</b>	Pitcairnia	Pitcairnia pteropoda L. B. Sm.	1		
<b>97</b>	Pitcairnia	Pitcairnia ringens Klotzsch	1		

98	Pitcairnia	Pitcairnia roseana L. B. Sm.	1		
99	Pitcairnia	Pitcairnia schiedeana Baker	1		
100	Pitcairnia	Pitcairnia secundiflora L. B. Sm.	1		
*101	Pitcairnia	Pitcairnia sordida L. B. Sm.		1	
*102	Pitcairnia	Pitcairnia tabuliformis Linden		1	
*103	Pitcairnia	Pitcairnia tillandsioides L. B. Sm.		1	
104	Pitcairnia	Pitcairnia undulata Scheidw.	1		
105	Pitcairnia	Pitcairnia vallisoletana Lex.	1		
*106	Pitcairnia	Pitcairnia virginalis Utley & Burt-Utley		1	
107	Pitcairnia	Pitcairnia xanthocalyx Mart.	1		
*108	Pitcairnia	Pitcairnia yocupitziae Espejo & López-Ferr.		1	
109	Racinaea	Racinaea adscendens (L. B. Sm.) M. A. Spencer & L. B. Sm.	1		
110	Tillandsia	Tillandsia achyrostachys E. Morren ex Baker	1		
*111	Tillandsia	Tillandsia aguascalientensis C. S. Gardner		1	
112	Tillandsia	Tillandsia albida Mez & Purpus	1		
113	Tillandsia	Tillandsia alvareziae Rauh	1		
114	Tillandsia	Tillandsia andrieuxii (Mez) L. B. Sm.	1		
115	Tillandsia	Tillandsia arroyoensis (W. Weber & Ehlers) Espejo & López-Ferrari	1		
*116	Tillandsia	Tillandsia atenangoensis Ehlers & Wülfinghoff		1	
*117	Tillandsia	Tillandsia atroviolacea Ehlers & Koide		1	
118	Tillandsia	Tillandsia belloensis W. Weber	1		
*119	Tillandsia	Tillandsiabeutelspacheri Matuda		1	
120	Tillandsia	Tillandsia bochilensis Ehlers	1		
**121	Tillandsia	Tillandsia boqueronensis Ehlers			1
122	Tillandsia	Tillandsia borealis López-Ferrari & Espejo	1		
123	Tillandsia	Tillandsia botterii E. Morren ex Baker	1		
124	Tillandsia	Tillandsia bourgaei Baker	1		
*125	Tillandsia	Tillandsia caballosensis Ehlers		1	
126	Tillandsia	Tillandsia califanii Rauh	1		
*127	Tillandsia	Tillandsia callichroma L. Hrom.		1	
128	Tillandsia	Tillandsia calothyrsus Mez	1		
*129	Tillandsia	Tillandsia capistranoensis Ehlers & W. Weber		1	
130	Tillandsia	Tillandsia carlos-hankii Matuda	1		
131	Tillandsia	Tillandsia carlsoniae L. B. Sm.	1		

<b>*132</b>	Tillandsia	Tillandsia celata Ehlers & Lautner		1	
<b>133</b>	Tillandsia	Tillandsia chaetophylla Mez	1		
<b>**134</b>	Tillandsia	Tillandsia chapalillaensis Ehlers & J. Lautner			1
<b>*135</b>	Tillandsia	Tillandsia chiapensis C. S. Gardner		1	
<b>136</b>	Tillandsia	Tillandsia circinnatioides Matuda	1		
<b>*137</b>	Tillandsia	Tillandsia coalcomanensis Ehlers		1	
<b>*138</b>	Tillandsia	Tillandsia comitanensis Ehlers		1	
<b>139</b>	Tillandsia	Tillandsia concolor L. B. Sm.	1		
<b>*140</b>	Tillandsia	Tillandsia copalaensis Ehlers		1	
<b>141</b>	Tillandsia	Tillandsia cossonii Baker	1		
<b>*142</b>	Tillandsia	Tillandsia cretacea L. B. Sm.		1	
<b>*143</b>	Tillandsia	Tillandsia crista-galli Ehlers		1	
<b>144</b>	Tillandsia	Tillandsia cryptantha Baker	1		
<b>**145</b>	Tillandsia	Tillandsia delicata R. Ehlers			1
<b>146</b>	Tillandsia	Tillandsia deppeana Steud.	1		
<b>147</b>	Tillandsia	Tillandsia diguetii Mez & Rol. Goss.	1		
<b>148</b>	Tillandsia	Tillandsia dugesii Baker	1		
<b>*149</b>	Tillandsia	Tillandsia durangensis Rauh & Ehlers		1	
<b>*150</b>	Tillandsia	Tillandsia ehlersiana Rauh		1	
<b>151</b>	Tillandsia	Tillandsia eistetteri Ehlers	1		
<b>152</b>	Tillandsia	Tillandsia elizabethae Rauh	1		
<b>*153</b>	Tillandsia	Tillandsia elusiva Pinzón, I. Ramírez et Carnevali		1	
<b>154</b>	Tillandsia	Tillandsia erubescens Schtdl.	1		
<b>*155</b>	Tillandsia	Tillandsia escahuascensis Espejo, López-Ferrari, Ceja y A. Mendoza		1	
<b>156</b>	Tillandsia	Tillandsia exserta Fernald	1		
<b>*157</b>	Tillandsia	Tillandsia fascifolia M. Flores-Cruz et V. Diego-Escobar		1	
<b>*158</b>	Tillandsia	Tillandsia ferrisiana L. B. Sm.		1	
<b>159</b>	Tillandsia	Tillandsia flavobracteata Matuda	1		
<b>**160</b>	Tillandsia	Tillandsia florensensis Ehlers			1
<b>161</b>	Tillandsia	Tillandsia foliosa M. Martens & Galeotti	1		
<b>*162</b>	Tillandsia	Tillandsia fresnilloensis W. Weber & Ehlers		1	
<b>163</b>	Tillandsia	Tillandsia fuchsii W. Till	1		
<b>164</b>	Tillandsia	Tillandsia glabrior (L. B. Sm.) López-Ferrari, Espejo & I. Ramírez	1		

<b>*165</b>	Tillandsia	Tillandsia gracillima L. B. Sm.		1	
<b>**166</b>	Tillandsia	Tillandsia graebeneri Mez			1
<b>**167</b>	Tillandsia	Tillandsia grandispica Ehlers			1
<b>*168</b>	Tillandsia	Tillandsia grossispicata Espejo, López-Ferr. & W. Till		1	
<b>169</b>	Tillandsia	Tillandsia guenther-nolleri Ehlers	1		
<b>**170</b>	Tillandsia	Tillandsia guerreroensis Rauh			1
<b>171</b>	Tillandsia	Tillandsia gymnobotrya Baker	1		
<b>172</b>	Tillandsia	Tillandsia hammeri Rauh & Ehlers	1		
<b>173</b>	Tillandsia	Tillandsia heterophylla E. Morren	1		
<b>174</b>	Tillandsia	Tillandsia hintoniana L. B. Sm.	1		
<b>**175</b>	Tillandsia	Tillandsia huajuapaneensis Ehlers et Lautner			1
<b>*176</b>	Tillandsia	Tillandsia huamelulaensis Ehlers		1	
<b>177</b>	Tillandsia	Tillandsia hubertiana Matuda	1		
<b>**178</b>	Tillandsia	Tillandsia ilseana W. Till			1
<b>179</b>	Tillandsia	Tillandsia imperialis E. Morren ex Roezl	1		
<b>180</b>	Tillandsia	Tillandsia inopinata Espejo, López-Ferr. & W. Till	1		
<b>*181</b>	Tillandsia	Tillandsia intermedia Mez		1	
<b>*182</b>	Tillandsia	Tillandsia intumescens L. B. Sm.		1	
<b>183</b>	Tillandsia	Tillandsia jalisco monticola Matuda	1		
<b>**184</b>	Tillandsia	Tillandsia jaliscopinicola L. Hrom. & P. Schneid.			1
<b>*185</b>	Tillandsia	Tillandsia juerg-rutschmannii Rauh		1	
<b>186</b>	Tillandsia	Tillandsia kalmbacheri Matuda	1		
<b>187</b>	Tillandsia	Tillandsia karwinskyana Schult. & Schult. f.	1		
<b>188</b>	Tillandsia	Tillandsia kirchhoffiana Wittm.	1		
<b>*189</b>	Tillandsia	Tillandsia klausii Ehlers		1	
<b>*190</b>	Tillandsia	Tillandsia lagunaensis Ehlers		1	
<b>191</b>	Tillandsia	Tillandsia langlasseana Mez	1		
<b>*192</b>	Tillandsia	Tillandsia laui Matuda		1	
<b>*193</b>	Tillandsia	Tillandsia leucolepis L. B. Sm.		1	
<b>194</b>	Tillandsia	Tillandsia limbata Schldtl.	1		
<b>*195</b>	Tillandsia	Tillandsia loma-blancae Ehlers & Lautner		1	
<b>**196</b>	Tillandsia	Tillandsia loxichaensis Ehlers			1
<b>*197</b>	Tillandsia	Tillandsia lydiae Ehlers		1	
<b>198</b>	Tillandsia	Tillandsia macdougallii L. B. Sm.	1		
<b>199</b>	Tillandsia	Tillandsia macrochlamys Baker	1		

200	Tillandsia	Tillandsia macvaughii Espejo & López-Ferr.	1		
*201	Tillandsia	Tillandsia magnispica Espejo & López-Ferr.		1	
202	Tillandsia	Tillandsia makoyana Baker	1		
203	Tillandsia	Tillandsia makrinii L. Hrom.	1		
204	Tillandsia	Tillandsia marabascoensis Ehlers & Lautner	1		
205	Tillandsia	Tillandsia maritima Matuda	1		
*206	Tillandsia	Tillandsia may-patii I. Ramírez & Carnevali		1	
*207	Tillandsia	Tillandsia mazatlanensis Rauh		1	
*208	Tillandsia	Tillandsia mirabilis L. Hrom.		1	
209	Tillandsia	Tillandsia mitlaensis W. Weber & Ehlers	1		
*210	Tillandsia	Tillandsia mixtecorum Ehlers & P. Koide		1	
*211	Tillandsia	Tillandsia mooreana L. B. Sm.		1	
*212	Tillandsia	Tillandsia moronesensis Ehlers		1	
*213	Tillandsia	Tillandsia nicolasensis Ehlers		1	
214	Tillandsia	Tillandsia nolleriana Ehlers	1		
*215	Tillandsia	Tillandsia novakii Luther		1	
*216	Tillandsia	Tillandsia nuyooensis Ehlers		1	
217	Tillandsia	Tillandsia oaxacana L. B. Sm.	1		
**218	Tillandsia	Tillandsia occulta H. Luther			1
*219	Tillandsia	Tillandsia ortgiesiana E. Morren ex Mez		1	
**220	Tillandsia	Tillandsia pacifica Ehlers			1
*221	Tillandsia	Tillandsia pamelaeh Rauh		1	
*222	Tillandsia	Tillandsia paraisoensis Ehlers		1	
223	Tillandsia	Tillandsia parryi Baker	1		
**224	Tillandsia	Tillandsia penascoensis Ehlers & Lautner			1
225	Tillandsia	Tillandsia pentasticha Rauh & Wülfinghoff	1		
*226	Tillandsia	Tillandsia pinicola I. Ramírez & Carnevali		1	
227	Tillandsia	Tillandsia polita L. B. Sm. Var. Elongata Ehlers	1		
228	Tillandsia	Tillandsia pringlei S. Watson	1		
229	Tillandsia	Tillandsia prodigiosa (Lem.) Baker	1		
230	Tillandsia	Tillandsia pseudobaileyi C. S. Gardner	1		
*231	Tillandsia	Tillandsia pseudooaxacana Ehlers		1	
232	Tillandsia	Tillandsia pseudosetacea Ehlers & Rauh	1		
233	Tillandsia	Tillandsia pueblensis L. B. Sm.	1		
234	Tillandsia	Tillandsia quaquaflorifera Matuda	1		
**235	Tillandsia	Tillandsia rayonesensis Ehlers			1

*236	Tillandsia	Tillandsia rettigiana Mez		1	
*237	Tillandsia	Tillandsia rhodocephala Ehlers & Koide		1	
**238	Tillandsia	Tillandsia roland-gosselinii Mez			1
*239	Tillandsia	Tillandsia roseoscapa Matuda		1	
**240	Tillandsia	Tillandsia roseospicata Matuda			1
241	Tillandsia	Tillandsia rothii Rauh	1		
*242	Tillandsia	Tillandsia rubripica Ehlers & Koide		1	
*243	Tillandsia	Tillandsia salmonea Ehlers		1	
**244	Tillandsia	Tillandsia santosiae Ehlers			1
*245	Tillandsia	Tillandsia schatzlii Rauh		1	
*246	Tillandsia	Tillandsia schusteri Rauh		1	
247	Tillandsia	Tillandsia sessemocinoi López-Ferr., Espejo & P. Blanco	1		
**248	Tillandsia	Tillandsia setiformis Ehlers			1
*249	Tillandsia	Tillandsia sierrahalensis Espejo et López-Ferrari		1	
250	Tillandsia	Tillandsia socialis L. B. Sm.	1		
**251	Tillandsia	Tillandsia subinflata L. B. Sm.			1
*252	Tillandsia	Tillandsia suesilliae Espejo, López-Ferrari & W. Till		1	
*253	Tillandsia	Tillandsia superinsignis Matuda		1	
254	Tillandsia	Tillandsia supermexicana Matuda	1		
*255	Tillandsia	Tillandsia takizawae Ehlers & H. Luther		1	
**256	Tillandsia	Tillandsia taxcoensis Ehlers			1
257	Tillandsia	Tillandsia tehuacana I. Ramírez & Carnevali	1		
**258	Tillandsia	Tillandsia teloloapanensis Ehlers et Lautner			1
*259	Tillandsia	Tillandsia thyrigera E. Morren ex Baker		1	
*260	Tillandsia	Tillandsia tillii Ehlers		1	
*261	Tillandsia	Tillandsia tonalaensis Ehlers		1	
**262	Tillandsia	Tillandsia trauneri L. Hrom.			1
*263	Tillandsia	Tillandsia ulrici Ehlers		1	
*264	Tillandsia	Tillandsia ventanaensis Ehlers & Koide		1	
**265	Tillandsia	Tillandsia vernardoi Rauh			1
266	Tillandsia	Tillandsia violacea Baker	1		
*267	Tillandsia	Tillandsia vriesioides Matuda		1	
*268	Tillandsia	Tillandsia weberi L. Hrom. & P. Schneid.		1	
*269	Tillandsia	Tillandsia wuelfinghoffii Ehlers		1	
*270	Tillandsia	Tillandsia yerba-santae Ehlers		1	

<b>**271</b>	Tillandsia	Tillandsia yutaninoensis Ehlers et Lautner			1
<b>*272</b>	Tillandsia	Tillandsia zacualpanensis Ehlers & Wülfingh.		1	
<b>*273</b>	Tillandsia	Tillandsia zaragozaensis Ehlers		1	
<b>274</b>	Tillandsia	Tillandsia zoquensis Ehlers	1		
<b>*275</b>	Ursulaea	Ursulaea mcvaughii (L. B. Sm.) Read & Baensch		1	
<b>*276</b>	Ursulaea	Ursulaea tuitensis (Magaña & E. J. Lott) Read & Baensch		1	
<b>277</b>	Viridantha	Viridantha atroviridipetala (Matuda) Espejo	1		
<b>278</b>	Viridantha	Viridantha curvifolia (Ehlers & Rauh) Ehlers	1		
<b>279</b>	Viridantha	Viridantha ignesia (Mez) Espejo	1		
<b>280</b>	Viridantha	Viridantha lepidosepala (L. B. Sm.) Espejo	1		
<b>281</b>	Viridantha	Viridantha mauryana (L. B. Sm.) Espejo	1		
<b>282</b>	Viridantha	Viridantha plumosa (Baker) Espejo	1		
<b>283</b>	Viridantha	Viridantha tortilis (Klotzsch ex Baker) Espejo	1		
<b>284</b>	Vriesea	Vriesea malzinei E. Morren	1		
<b>*285</b>	Werauhia	Werauhia nocturna (Matuda) J. R. Grant		1	
<b>286</b>	Werauhia	Werauhia vanhyingii (L. B. Sm.) J. R. Grant	1		