

EL REDESCUBRIMIENTO DE *MEXIPEDIUM XEROPHYTICUM* (SOTO ARENAS, SALAZAR & HÁGSATER) V.A. ALBERT & M.W. CHASE

EDUARDO A. PÉREZ-GARCÍA

Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 04510, D.F., México.
eduardo.perez-garcia@ciencias.unam.mx

El descubrimiento de *Mexipedium xerophyticum* ha sido catalogado como uno de los hallazgos más notables de la orquideoflora neotropical en las últimas décadas (Salazar y Hágsater, 1997). A pesar de que esta especie tiene cierto interés hortícola, su importancia radica más en términos biológicos, ya que ha modificado las ideas que se tenían sobre las relaciones filogenéticas y biogeográficas de la subfamilia Cyripedioideae (Albert, 1994; Albert & Chase, 1992; Chase, 1996; Salazar & Hágsater, 1997; Shefferson, 2007; Leitch, 2009).

La historia del descubrimiento de esta especie fue documentada desde su descripción original (Soto-Arenas *et al.*, 1990) y ha sido retomada en otras ocasiones (Salazar-Chávez & Hágsater, 1997; Hágsater & Soto Arenas, 1998). De igual forma, algunas descripciones detalladas de esta especie ya han sido publicadas (Soto-Arenas *et al.*, 1990; Soto, 2003; Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007). De esta manera, ahora sabemos que *M. xerophyticum* es un género paleoendémico, exclusivo de la región de Los Chimalapas, en el estado mexicano de Oaxaca. Cabe señalar que la descripción de su hábitat también fue realizada desde la publicación original de esta especie; sin embargo, la información sobre su hábitat se ha ido deformando en publicaciones subsecuentes, hasta llegar a considerar a *Mexipedium* como una especie del desierto (Koopowitz, 2008). Otros aspectos de esta especie también han sido estudiados, como su citología (Cox, 1997) o su anatomía vegetativa (Sandoval *et al.*, 2003), pero debido a su rareza todavía tiene muchos aspectos importantes desconocidos (Cox *et al.*, 1998; Shefferson, 2007).

El cultivo de esta planta ha causado cierto impacto entre los orquideólogos y los aficionados, y ya se han desarrollado varios trabajos sobre este tema (Koopowitz, 1995, 2008; Pasetti, 1995; LeDoux, 1996; Reddy, 2008; Anónimos 2009a,b). Por ello, en esta nota se atenderá a dos de los principales puntos

del valor biológico de esta especie: (I) su particular situación filogenética y su interpretación evolutiva, y (II) el hábitat y el estado de conservación de esta especie.

Evolución y filogenia

Desde su publicación, *Phragmipedium xerophyticum* ha cambiado de ubicación genérica y se le ha ubicado también en otros dos géneros: *Mexipedium* y *Paphiopedilum*, en orden cronológico de las respectivas publicaciones. Hasta ahora, estos son los únicos sinónimos que se conocen para esta especie:

Phragmipedium xerophyticum Soto Arenas, Salazar & Hágsater. Orquídea (México) 12(1):2. 1990.

Mexipedium xerophyticum (Soto Arenas, Salazar & Hágsater) V.A. Albert & M.W. Chase, *Lindleyana* 7(3):174. 1992.

Paphiopedilum xerophyticum (Soto Arenas, Salazar & Hágsater) V.A. Albert & Borge Pett., *Lindleyana* 9(2):138. 1994.

Aunque su posición en cualquiera de los tres géneros es factible de acuerdo con los análisis filogenéticos, actualmente se ha aceptado su ubicación como un género monotípico distinto (Pridgeon *et al.*, 1999; Soto, 2003). Se ha postulado que *M. xerophyticum* es una especie relictual que representa al único sobreviviente de un clado basal entre los Cyripedioideae de hojas conduplicadas, con rasgos intermedios entre los *Phragmipedium* que se distribuyen exclusivamente en la región neotropical y los *Paphiopedilum* que son propios del viejo mundo (Salazar-Chávez & Hágsater, 1997; Sandoval *et al.*, 2003; Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007). El genoma de *Mexipedium* tiene un tamaño de $1C \frac{1}{4} 6.73$ pg, y $2n \frac{1}{4} 26$ cromosomas, lo cual lo hace muy similar a *Phragmipedium*, por lo cual se le considera como su género hermano (Leitch *et al.*, 2009). Consistentemente con estos resultados, al basarse

en estudios moleculares, Albert (1994) encontró que la separación entre *Mexipedium* y *Paphiopedilum* data de entre 16.4 y 23 millones de años, por lo que a nivel biogeográfico se le ha considerado como un ejemplo de la antigua flora boreotropical del Mioceno temprano (Salazar-Chávez & Hágsater, 1997; Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007). La presencia de elementos de la flora boreotropical, que relaciona a la flora de Norteamérica con la asiática (Tiffney, 1985a,b; Cevallos-Ferriz & González-Torres, 2005), parece ser algo muy importante en la región del hábitat *Mexipedium* (Wendt, 1989). De hecho, se puede argumentar que en general, la orquideoflora oaxaqueña tiene de manera consistente varios de los linajes de Orchidaceae más basales en sus respectivas grupos filogenéticos (Soto & Salazar, 2004). Cabe señalar que los Cyripedioideae son uno de los grupos más antiguos de las Orchidaceae, y por lo tanto el análisis de este grupo de plantas es relevante para el entendimiento de la historia evolutiva de una familia que tiene un origen desde hace 111 a 119 millones de años (Janssen & Bremer, 2004).

Hábitat

Mexipedium xerophyticum sólo se ha colectado en una localidad de la región de Los Chimalapas, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Pero además, sólo se conoce de un particular afloramiento calcáreo a 320 m s.n.m. La localidad exacta de *M. xerophyticum* se ha mantenido en resguardo en el Herbario AMO, esto con la finalidad de evitar colectas furtivas.

Los *Mexipedium* son plantas que producen módulos en forma de abanicos y a partir de éstos se producen estolones con nuevos abanicos, permitiendo cierta expansión clonal. No obstante, al parecer esta expansión clonal está aparentemente algo limitada en el hábitat natural a la existencia un tapete microbiano (Salazar & Hágsater, 1997). En la expedición original de la búsqueda de esta especie, en 1988, sólo se encontraron siete cúmulos de plantas que probablemente representen genotipos diferentes (genetos; Soto-Arenas *et al.*, 1990). Este número de genetos se obtuvo considerando una separación espacial entre plantas, pero sin utilizar algún marcador molecular para ver si en verdad son genetos diferentes o no. En esa expedición se extrajo un geneto completo y parte de otro (Salazar & Hágsater, 1997, Hágsater & Soto Arenas, 1998). A partir de estas plantas se han propagado todas las que se conocen en cultivo

fuera de México, tanto por propagación vegetativa como a partir de semillas (LeDoux, 1996; Salazar & Hágsater, 1997; Hágsater & Soto Arenas, 1998; Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007).

Posteriormente a su descubrimiento, dos genetos más fueron extraídos en su totalidad por un aficionado. Hasta ahora no se tiene gran idea sobre el paradero de estas dos plantas, salvo que originalmente fueron llevadas a Minatitlán, Veracruz (Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007). En julio de 1996, en una nueva prospección botánica en la localidad, Gerardo Salazar encontró dos genetos nuevos, por lo que para esa fecha solamente se tenían contabilizados seis genetos diferentes en estado silvestre. Cabe señalar que, aunque se ha observado la producción de frutos en el campo (en 1988, 1996, 1997; Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007), todas las plantas observadas son adultos y aparentemente no hay reclutamiento de nuevos individuos provenientes de reproducción sexual (Salazar & Hágsater, 1997). La región del hábitat de *Mexipedium* ha sido explorada con detalle y no se han detectado localidades nuevas, si bien no se descarta su existencia, aparentemente estos afloramientos rocosos no son comunes en el sitio y gran parte de la selva que los rodea ya ha sido transformada (Salazar & Hágsater, 1997). Por estas razones, se ha considerado que probablemente *M. xerophyticum* no pueda mantener ninguna población viable en estado silvestre (Soto Arenas, 1996).

La precaria situación de *M. xerophyticum* se tornó mucho más seria en 1998, cuando un incendio arrasó con su hábitat. A partir de esta fecha no se había vuelto a explorar la localidad para evaluar si todavía sobrevivían plantas en estado silvestre. En agosto de 2009 se realizó una nueva expedición a esta localidad, y se encontró que de todos los genetos detectados previamente sólo sobrevivió uno. Esta planta fue severamente dañada por el fuego y al parecer no ha florecido desde entonces, pero actualmente se está recuperando. El Sr. Heriberto Hernández, quien fue uno de los colectores originales de esta especie, recorrió los lugares donde se habían encontrado los otros genetos y concluyó que ya no estaban. Junto con su hijo, Gerobuam, volvimos a explorar el pedregal, sobre todo en los sitios menos accesibles. De esta manera, en una cañada de paredes verticales se localizaron varias plantas más (Fig. 1). Un par de ellas presentaban flores y otra más tenía botones (Fig. 2).



FIGURA 1. Imágenes de diferentes cúmulos de plantas (¿genetos?) de *Mexipedium xerophyticum* creciendo en su hábitat. En el panel A se muestra el único genet sobreviviente de los siete que originalmente se encontraron.

Tomando en cuenta que *Mexipedium* tiene la potencialidad de clonar es difícil saber con exactitud cuántos genetos diferentes hay en la localidad actualmente. Pero considerando una distancia pertinente entre cúmulos de plantas se pudieron reconocer al menos seis nuevos grupos de plantas, que tentativamente se pueden considerar como genotipos diferentes. En este sentido, la elaboración de estudios moleculares para tratar de conocer cuántos genotipos realmente existen en estado silvestre se torna muy

pertinente. De igual forma, se requiere de un detallado estudio demográfico que permita conocer la dinámica de esta población para conocer su viabilidad.

Desafortunadamente nuestra visita a esta localidad fue muy breve, y no se pudo extraer mucha información del campo. No obstante, hay algunas observaciones rescatables. Una de ellas es que fue la primera vez que se registra la floración durante el mes de agosto, por lo que se extiende un poco el periodo de floración observado en el campo, ya que antes sólo se habían



FIGURA 2. Plantas de *Mexipedium xerophyticum* en estado reproductivo. En el panel A se observa un geneto con flor, el cual es distinto a los mostrados en la Figura 1. En el panel B se muestra un acercamiento de un cúmulo de plantas mostrado en la figura 1F y en el panel C se muestra un acercamiento de una inflorescencia de la planta mostrada en la Figura 1B.

visto flores en septiembre (Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007). No obstante, este hallazgo no es muy sorprendente, pues las plantas en cultivo empiezan a florecer desde la primavera (Anónimo, 2009a) y su floración puede extenderse hasta noviembre (Soto-Arenas & Solano-Gómez, 2007). Hay información de que la floración de esta especie puede ocurrir durante diferentes épocas del año cuando se cultivan bajo intensidades de luz constantes (Anónimo, 2009b).

El hábitat de esta especie es un pedregal cárstico de menos de dos hectáreas de extensión, lo que hace de *Mexipedium* al único “*Phragmipedium*” que crece en roca caliza (Anónimo, 2009a). En este pedregal, crecen plantas arborescentes de baja estatura como *Beaucarnea sanctomariana*, *Bursera simaruba*, *Plumeria rubra* y *Pseudobombax ellipticum*. Además, en este ambiente proliferan plantas de los géneros *Agave*, *Acanthocereus*, *Begonia*, *Catopsis*, *Peperomia*, *Phylodendrum*, *Pitcairnia*, *Selaginella*, *Tillandsia*, varios helechos no identificados y algunas otras

orquideas como *Bletia* sp., *Cyrtopodium macrobulbon* y *Encyclia* cf. *parviflora*. Si bien la vegetación del microhábitat de *Mexipedium* puede catalogarse como un matorral xerófilo, en realidad se trata de vegetación rupícola inmersa en una matriz de selva alta perennifolia. Algunas descripciones detalladas de ambientes similares pero en bosques estacionalmente secos pueden ser consultadas en Pérez-García y Meave (2004) y Pérez-García y colaboradores (2009). Cabe mencionar que los afloramientos calcáreos del Istmo de Tehuantepec albergan numerosas especies endémicas, como *Beaucarnea sanctomariana* L. Hernández (Hernández-Sandoval, 2001), *Agave guiengola* Gentry (Torres-Colín, 1989) y varias más en la región de Nizanda (Pérez-García & Meave, 2004). Con esta información se puede concluir que estos pedregales son ambientes antiguos que han permitido la diversificación de una flora muy particular.

Hasta ahora todas las plantas de *M. xerophyticum* que se han encontrado se ubican sobre paredes verticales

de roca, con una exposición hacia el norte. Debido a la latitud en la que se encuentra esta especie durante una parte del año estas plantas no reciben luz solar directa, pero esta situación cambia substancialmente durante la época de lluvias (que se concentran en el verano; ver Gallardo *et al.*, 2009). Quizá por esta razón, esta especie tiene tanto adaptaciones para captar luz en las hojas (Sandoval *et al.*, 2003) como una morfología muy xerófila.

Conservación

Es difícil hacer predicciones sobre el futuro de esta especie en su hábitat natural. Con la información que se tiene es claro que es una planta que tiene muy pocos individuos. Esto es válido incluso si se consideran todos los abanicos enraizados, independientemente de su origen genético. Además todas estas plantas se concentran en un área muy reducida de menos de una hectárea de superficie. Así, tanto su rareza demográfica, como la restricción de su hábitat la hacen muy vulnerable. Por ello, esta especie se encuentra catalogada como en Peligro de Extinción en la Norma Oficial Mexicana para especies en riesgo (SEMARNAT, 2002).

En contraparte, existe cierto interés por los dueños del predio para lograr la conservación de esta especie, no permiten el acceso a personas desconocidas y no tienen interés en transformar el sitio para alguna actividad agropecuaria. Si bien el sitio no es apto para actividades agrícolas o ganaderas, es muy susceptible a las quemadas que se hacen regularmente en los alrededores, como se observó en los incendios

de 1998. Salazar y Hágsater (1997) propusieron algunas medidas para la conservación *in situ* de esta especie. Sin embargo, la localidad pertenece a un ejido y muchas de las decisiones se tienen que tomar de manera colectiva y mediante procedimientos algo complicados de entender. Aunado a este punto, el ejido al que pertenece la localidad se encuentra muy politizado y no es fácil que se acepten lineamientos del exterior.

En claro contraste, la conservación *ex situ* de la especie ha sido muy exitosa. La manera que siguieron los descubridores de la especie, de enviar plantas a los cultivadores y a los estudiosos del grupo (ver Hágsater, 1996; Hágsater & Soto Arenas, 1998) dio muy buenos resultados. Hoy en día hay varios viveros comerciales que venden plantas, y en algunos casos los precios de éstas han descendido desde 2002 (Reddy, 2008). En resumen, no se sabe exactamente la probabilidad de sobrevivencia de esta especie en su estado silvestre, pero se puede predecir que su futuro está asegurado en cultivo.

Dedico este trabajo a la memoria de Miguel Ángel Soto Arenas, quien fue uno de los descubridores y estudioso de esta especie, pero que además fue mi maestro y amigo.

AGRADECIMIENTOS. A H. Hernández González por guiarnos en el sitio de estudio. Se agradece al Téc. Ftal. G. Hernández Jiménez y a todo el personal de la RPC Istmo Oaxaqueño/RFSIPS/ de la CONANP (SEMARNAT) por su asistencia en el trabajo de campo. La DGAPA-UNAM financió la salida al campo a través del programa PAPITT (IN-216007-3).

LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2009a. *Mexipedium (Phragmipedium) xerophyticum*. Antec Laboratory and Ladyslipper Farm. <http://www.ladyslipper.com/mexipedium.htm> (página consultada en octubre de 2009).
- Anónimo. 2009b. *Phrag. (Mexipedium) xerophyticum*. Orchids Limited. <http://www.orchidweb.com/orchidofweek.aspx?id=397> (página consultada en octubre de 2009).
- Albert, V. 1994. Cladistic relationships of the slipper orchids (Cypripedioideae: Orchidaceae) from congruent morphological and molecular data. *Lindleyana* 9: 115–132.
- Albert, V. & M. W. Chase. 1992. *Mexipedium*: A new genus of Slipper orchid (Cypripedioideae: Orchidaceae). *Lindleyana* 7: 172–176.
- Albert, V. & B. Peterson. 1994. Expansion of genus *Paphiopedilum* to include all the conduplicate-leaved slipper orchids. *Lindleyana* 9: 133–139.
- Cevallos-Ferriz, S. R. S. & E. A. González-Torres. 2005. Geological setting and phytodiversity in Mexico. Pp. 1–18 in: F.J. Vega, T.G. Nyborg, M. del C. Perrilliat, M. Montellano-Ballesteros, S.R. Cevallos-Ferriz y S.A. Quiroz-Barroso (Eds.). *Studies on Mexican Paleontology*. Springer. Amsterdam.
- Cox, A. V. 1997. Cytological characterization of *Mexipedium xerophyticum*. *Lindleyana* 12: 162–165.

- Cox, A. V., G. J. Abdelnour, M. D. Bennett & I. J. Leitch. 1998. Genome size and karyotype evolution in the slipper orchids (Cypripedioideae: Orchidaceae). *Amer. J. Bot.* 85: 681–687.
- Cox, A. V., A. M. Pridgeon, V. Albert & M. W. Chase. 1997. Phylogenetics of the slipper orchids (Cypripedioideae: Orchidaceae); nuclear rDNA sequences. *Pl. Syst. Evol.* 208: 197–223.
- Gallardo-Cruz, J. A., E. A. Pérez-García & J. A. Meave. 2009. β -Diversity and vegetation structure as influenced by slope aspect and altitude in a seasonally dry tropical landscape. *Landscape Ecol.* 24: 473–482.
- Hágsater, E. 1996. Mexico (Regional Account). *In*: Hágsater, E. (eds.) IUCN/SSC Orchid Specialist Group. Orchids - Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN.
- Hágsater E. & M. A. Soto Arenas. 1998. Orchid conservation in Mexico. *Selbyana* 19: 15–19.
- Hágsater, E., M. A. Soto Arenas, G. A. Salazar Chávez, R. Jiménez Machorro, M. A. López Rosas & R. L. Dressler. 2005. Las Orquídeas de México. Instituto Chinoín, México, 304 pp.
- Hernández-Sandoval, L. 2001. *Beaucarnea sanctomariana* (Nolinaceae), a new micro-endemic species of ponytail palm from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *Novon* 11: 50–53.
- Janssen T. & K. Bremer. 2004. The age of major monocot groups inferred from 800 + rbcL sequences. *Bot. J. Linn Soc.* 146: 385–398.
- Koopowitz, H. 1995. *Phragmipedium xerophyticum* and its culture. *Orchid Digest* 59: 108–110.
- Koopowitz, H. 2008. Tropical Slipper Orchids. *Paphiopedilum* and *Phragmipedium*. Timber Press. Portland.
- LeDoux, M. 1996. The diminutive *Phragmipedium xerophyticum*. *Orchid Digest* 60: 122–128.
- Leitch, I. J., I. Kahandawala, J. Suda, L. Hanson, M. J. Ingrouille, M. W. Chase & M. F. Fay. 2009. Genome size diversity in orchids: consequences and evolution. *Ann. Bot.* 104: 469–481.
- Pasetti, M. 1995. Le Cypripedioideae. Associazione Lombarda Amatori Orchidee. Varese.
- Pérez-García, E.A. & J.A. Meave. 2004. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region. *Pl. Ecol.* 175: 147–163.
- Pérez-García, E. A., A. C. Sevilha, J. A. Meave & A. Scariot. 2009. Floristic differentiation in continental Neotropical limestone outcrops of southern Mexico and central Brazil: a Beta diversity approach. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 84:45–58.
- Pridgeon, A. M., P. J. Cribb, M. W. Chase & F. Rasmussen (eds.). 1999. Genera Orchidacearum 1: Orchidoideae. Royal Botanic Gardens, Kew. Londres.
- Reddy, V. 2008. *Mexipedium xerophyticum*. *Orchid Forum*. The Newsletter of the Orchid Forum of Sacramento. Abril: 3–4.
- Sandoval, E., T. Terrazas, G. Salazar, A. Vallejo & B. Estrada. 2003. Anatomía vegetativa de *Mexipedium xerophyticum* (Soto, Salazar & Hágsater) V. A. Albert & M. W. Chase y géneros relacionados (Orchidaceae, Cypripedioideae). *Lankesteriana* 7: 54–56.
- Salazar-Chávez, G. & E. Hágsater. 1997. Diversidad y Conservación de orquídeas de la región de Chimalapa, Oaxaca, México. México. Informe final del Proyecto G024 presentado a la CONABIO.
- SEMARNAT 2002. Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- Shefferson, R. P., D. L. Taylor, M. Weiß, S. Garnica, M. K. McCormick, S. Adams, H. M. Gray, J. W. McFarland, T. Kull, K. Tali, T. Yukawa, T. Kawahara, K. Miyoshi y Y.-I Lee. 2007. The evolutionary history of mycorrhizal specificity among lady's slipper orchids. *Evolution* 61: 1380–1390.
- Soto Arenas, M.A. 1996. Mexico (Regional Account). Pp. 53-58 *in*: E. Hágsater & V. Dumont (eds.). Orchids - Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Orchid Specialist Group. UCN, Gland, Suiza & Cambridge, U.K.
- Soto, M. A. 2003. *Mexipedium xerophyticum* (Soto Arenas, Salazar & Hágsater) V.A. Albert & M.W. Chase. Plate 623 *in*: E. Hágsater & M. Soto (eds.). Icones Orchidacearum Fascicles 5 & 6, Orchids of Mexico Parts 2 & 3. Herbario AMO, México D.F.
- Soto, M.A. & G.A. Salazar. 2004. Orquídeas. Pp. 271-295 *in*: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. México, D.F.
- Soto-Arenas, M., G. Salazar-Chávez & E. Hágsater. 1990. *Phragmipedium xerophyticum*, una nueva especie del sur de México. *Orquídea (Méx.)* 12: 1–10.
- Soto-Arenas, M. A. & A. R. Solano-Gómez. 2007. Ficha técnica de *Mexipedium xerophyticum*. *In*: Soto-Arenas, M. A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto Chinoín A.C., Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. México. D.F.

- Soto Arenas, M. A., R. Solano Gómez & E. Hágsater. 2007. Risk of extinction and patterns of diversity loss in Mexican orchids. *Lankesteriana* 7:114–121.
- Tiffney, B. H. 1985a. Perspectives on the origin of the floristic similarity between eastern Asia and eastern North America. *J. Arnold Arbor.* 66: 73–94.
- Tiffney, B. H. 1985b. The Eocene north Atlantic land bridge: Its importance in Tertiary and Modern phytogeography of the Northern Hemisphere. *J. Arnold Arbor.* 66: 243–273.
- Torres-Colín, L.M. 1989. Estudio Florístico y Descripción de la Vegetación del Cerro Guiengola, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura (Biología). Universidad Nacional Autónoma de México. Los Reyes, Iztacala, Estado de México.
- Wendt, T. 1989. Las selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca: Evidencia de refugios florísticos cenozoicos. *An. Inst. Biol. ser. Bot.* 58: 29–54.
- Zuiderwijk R. *Mexipedium xerophyticum*. <http://www.phragweb.info/mexipedium> (consultada en octubre de 2009).