



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

Estado de conservación del género *Polianthes*
spp. (Agavoideae) en Michoacán

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

LIZBETH CARRILLO HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. SANTIAGO ARIZAGA PEREZ

MORELIA, MICHOACÁN

SEPTIEMBRE, 2018



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

LIC. IVONNE RAMÍREZ WENCE
DIRECTORA
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE

Por medio de la presente me permito informarle que en la sesión ordinaria 04 del H. Consejo Técnico de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día 11 de abril del 2018, acordó poner a su consideración el siguiente curso para la presentación en trabajo de titulación de la alumna Lizbeth Carrillo Hernández de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, con número de cuenta 414004786, con la tesis titulada: "Estado de conservación de *FoliumPlus* spp. [Agaveaceae], en Michoacán", bajo la dirección como tutor(a) Dr. José Santiago Arzaga Pérez.

El curso queda integrado de la siguiente manera:

Presidente: Dr. Ignacio Torres García
Vocal: Dra. Silvana Marfán Rodríguez
Secretaría: Dr. José Santiago Arzaga Pérez
Suplente: Dr. Ab'el José García Méndez
Suplente: Dr. Eloy Solano Contreras

En otro particular, queda de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Morelia, Michoacán a 17 de septiembre de 2018.

DR. VÍCTOR HUGO ANAYA MUÑOZ
SECRETARIO GENERAL

CAMPUS MORELIA
Avenida Universidad Patzcuaro s/n 5701 Col. B. Morelos de San José de la Huerta
36120, Morelia, Michoacán México tel: 540 519 2 100 y 540 519 2 101 La Morelia Mex 2945 8711
www.enesmorelia.unam.mx

Agradecimientos institucionales

A la Universidad Nacional Autónoma de México, y a la Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, por la formación académica, por darme la oportunidad de ser parte de esta gran casa de estudios.

Al Dr. Santiago Arizaga, el director de esta tesis, por guiarme durante este proyecto, por toda la ayuda y la paciencia brindada.

A los miembros del jurado, gracias por su disposición, tiempo y sus aportes para mejorar este trabajo.

A todo el personal de Servicios Escolares de la ENES Morelia, por su paciencia y orientación durante mi estancia en la ENES.

A EcoJardin del IIES, por el espacio y la oportunidad de trabajar en sus instalaciones.

Al Ing. Daniel Beltrán Martínez, Técnico Académico de la ENES, por el apoyo y disposición en todo momento.

Al M. en C. Fernando Alvarado por su ayuda en la elaboración de mapas.

Al proyecto PAPIME PE200316: “Estudio de la Vegetación como Base para el Manejo de Recursos Naturales” por el apoyo financiero.

Agradecimientos personales

A mis padres, Carlos y Noelia, sin ustedes no estaría en donde estoy. Mil gracias por su apoyo y su amor incondicional, por nunca frenar mis aspiraciones.

A mis hermanos Carlos Eymard y Yozelin: Que a pesar lo los pesares cuando más los necesité allí estaban dándome ánimos.

A mi rayito de alegría, Allison, no sé qué haría sin ti.

A todos mis profesores de la licenciatura, quienes forjaron mi camino académico, gracias por todos los conocimientos compartidos.

A todos mis amigos y compañeros de la licenciatura por todo el tiempo y las experiencias compartidas. . En especial a Erandi y Sol, por estar conmigo siempre y más durante este largo proceso.

A Juan Martínez, gracias por tu tiempo, apoyo, consejos y motivación durante toda la carrera.

A mi novio, por esperar durante estos cinco años con paciencia y amor.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1. ANTECEDENTES	4
1.1. BREVE HISTORIA TAXONÓMICA DEL GÉNERO <i>POLIANTHES</i>	4
1.2. DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO <i>POLIANTHES</i>	5
1.3. IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL	7
1.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	8
1.5. ESTUDIOS SOBRE CONSERVACIÓN EN EL GÉNERO <i>POLIANTHES</i>	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS.....	10
3.1. GENERAL	10
3.2. ESPECIFICO	11
4. HIPÓTESIS	11
5. MÉTODOS	12
5.1. REVISIÓN DE REGISTROS DE <i>POLIANTHES</i> EN HERBARIOS	12
5.2. RECONOCIMIENTO DE ESPECIES Y DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	12
5.3. DEMOGRAFÍA POBLACIONAL	13
5.4. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA.....	14
5.5. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES.....	21
6. RESULTADOS.....	24
6.1. REGISTROS DE <i>POLIANTHES</i>	24
6.2. IDENTIDAD DE LAS ESPECIES Y DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	25
6.3. DEMOGRAFÍA POBLACIONAL	28
6.4. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA.....	30
6.5. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES.....	53
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	59
7.1. BIODIVERSIDAD DE NARDOS EN MICHOACÁN.....	59
7.2. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS REPRODUCTIVOS	60
7.3. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA.....	61
7.4. ESTATUS DE CONSERVACIÓN DE <i>POLIANTHES</i> EN MICHOACÁN.....	62
REFERENCIAS	68
ANEXOS	74

CUADROS

	Pág.
1. Diversidad de nardos silvestres y domesticados descritos para México	6
2. Categorías de riesgo establecidas en el MER para plantas en México	23
3. Descripción del hábitat en donde se localizan las poblaciones silvestres de nardos en Michoacán	28
4. Características demográficas de las poblaciones de nardos michoacanos	29
5. Valores promedio de los caracteres vegetativos que presentan las cuatro especies de nardos michoacanos.....	31
6. Valores promedios de los caracteres reproductivos de los nardos michoacanos	32
7. Capacidad reproductiva de los nardos michoacanos.....	38
8. Germinación de semillas entre los nardos estudiados.....	46
9. Valores de F y P de acuerdo a los factores de la germinación de <i>Polianthes</i>	47
10. Valores correspondientes a las características de la distribución geográfica de los nardos michoacanos	54
11. Valores correspondientes a las características del hábitat de los nardos michoacanos	55
12. Valores correspondientes a la vulnerabilidad biológica intrínseca de los nardos michoacanos	56
13. Valores correspondientes al impacto de la actividad humana en los nardos michoacanos	57
14. Categoría de riesgo de las especies de nardos silvestres en Michoacán.....	58
15. Categoría del estado de conservación de <i>Polianthes</i> para México.....	65

FIGURAS

	Pág.
1. Imagen satelital de las zonas de las poblaciones de nardos silvestres.....	13
2. Individuos de <i>Polianthes</i> sp. nov. depositados en la Unidad de propagación de Plantas Silvestres de la ENES Campus Morelia.....	15
3. Frutos de <i>Polianthes venustuliflora</i>	16
4. Semillas maduras y vanas de <i>Polianthes venustuliflora</i>	17
5. Lotes de semillas en placas de agar.....	19
6. Diseño factorial y tratamientos para evaluar la capacidad germinativa de las semillas de las cuatro especies de nardos michoacanos	19
7. Plántulas derivadas de lagerminación llevadas a invernadero.....	21
8. <i>Polianthes</i> de Michoacán	25
9. Longitud promedio de las cápsulas entre de nardos michoacanos	33
10. Tamaño promedio del diámetro de las cápsulas de nardos michoacanos.	34
11. Longitud de las semillas que presentan los nardos silvestres michoacanos	35
12. Diámetro de las semillas de las cuatro especies de nardos silvestres de Michoacán.....	36
13. Peso promedio de las semillas de los nardos silvestres michoacanos.	37
14. Número promedio de óvulos producidos por ovario entre las diferentes especies de nardos	39
15. Número promedio de flores producidos por inflorescencia entre las diferentes especies de nardos.....	40
16. Número promedio de frutos por inflorescencia entre las diferentes especies de nardos	41
17. Número de semillas maduras y vanas producidas por los nardos michoacanos	42
18. Proporción de flores que se transforman en frutos entre los nardos michoacanos.....	43
19. Proporción de óvulos que son fecundados para producir semillas maduras entre los nardos michoacanos	44
20. Potencial reproductivo que exhiben los nardos michoacanos.....	45

21. Capacidad germinativa que exhiben las semillas de los nardos michoacanos	48
22. Tiempo medio de germinación que exhiben las semillas de los nardos michoacanos	49
23. Cinética de germinación de los nardos michoacanos	50
24. Crecimiento promedio de las plántulas en términos de la longitud de la primera hoja desarrollada, al final del monitorio de ocho meses.....	51
25. Cinética del crecimiento de la primera hoja desarrollada de las plántulas de <i>Polianthes</i>	52
26. Curva de supervivencia entre las plántulas de nardos michoacanos	53

RESUMEN

Se estudió y generó información sobre la diversidad y ecología de los nardos silvestres en el estado de Michoacán, para determinar su estado de conservación y manejo sustentable. Se caracterizaron atributos ecológicos y biológicos de cada especie, entre ellos: *fruit-set*, *seed-set*, capacidad reproductiva, capacidad germinativa, índice de supervivencia, que permitieron determinar el estado de conservación de las poblaciones, tomando como marco de referencia el MER. Se registraron cuatro especies de nardos silvestres: *Polianthes geminiflora* sp., *P. longiflora*, *P. venustuliflora* y *P. sp. nov.* Las especies estudiadas se distribuyen entre los 1800 y 2500 m. en bosques templados, matorrales subtropicales y humedales templados del noroeste y centro-norte de Michoacán. Las especies presentan muy pocas poblaciones, con excepción de *P. geminiflora*. La densidad total de individuos de todas las poblaciones son bajas en *P. geminiflora* y *P. sp. nov.* y más abundantes en *P. venustuliflora* y *P. longiflora*. En promedio, los nardos tienen un potencial reproductivo de 166 individuos por planta en edad reproductiva. La capacidad germinativa fue mayor a temperatura intermedia y casi nula a baja temperatura. Las curvas de supervivencia de las plántulas fueron de Tipo I. con un promedio del 50% de plántulas supervivientes en un periodo de ocho meses. De acuerdo con criterios del MER, *P. geminiflora* está en la categoría de amenazada, mientras que el resto de las especies se colocan en peligro de extinción. Los nardos michoacanos son especies cuyas poblaciones están siendo afectadas drásticamente por el cambio de uso de suelo. Por tanto, será necesario desarrollar programas para su conservación.

ABSTRACT

Information on the diversity and ecology of wild tuberose in the state of Michoacán was studied and generated in order to determine its state of conservation and sustainable management. Various ecological and biological attributes of each species were characterized, among them: fruit-set, seed-set, reproductive capacity, germinative capacity, survival index, which allowed to determine the state of conservation of the populations, taking the Mexican MER (Risk evaluation Method) as a frame of reference. Four species of wild tuberose were recorded: *Polianthes geminiflora* sp., *P. longiflora*, *P. venustuliflora* and *P. sp. nov.* The studied species are distributed between 1800 and 2500 m. in temperate forests, subtropical thickets and temperate wetlands of the northwest and north-central Michoacán. This species has very few populations, with the exception of *P. geminiflora*. The total density of individuals of all populations are low in *P. geminiflora* sp. and *P. sp. nov.* and more abundant in *P. venustuliflora* and *P. longiflora*. During their reproductive age on average, the tuberoses have a reproductive potential of 166 individuals per plant. The germination capacity was higher at intermediate temperature and almost zero at lower temperatures. The survival curves of the seedlings were Type I. with an average of 50% of surviving seedlings in a period of eight months. According to MER criteria, *P. geminiflora* sp. is categorized as threatened, while the rest of the species are placed in danger of extinction. The michoacan tuberoses are species whose populations are being drastically affected by land use change. Therefore, it is necessary to develop programs for its conservation.

I. INTRODUCCIÓN

México es el centro de diversidad de Agavoideae. *Agave* es el género más representativo y diverso, con cerca de 166 especies, el 75% de ellas se encuentran en nuestro país. El segundo lugar en diversidad corresponde al género *Yucca*, con alrededor de 50 especies y un endemismo del 60%. El 55% de las especies del género *Furcraea* y el 75% especies del género *Manfreda* también se encuentran en México. Mientras que el 100% de las especies de los géneros *Beschoneria*, *Hesperaloe*, *Polianthes* y *Prochnyantes* se encuentran en México (García-Mendoza, 2004; García-Mendoza y Galván, 1995).

Se tiene registro del aprovechamiento de Agavoideae desde épocas prehispánicas. Su gran variedad de usos aún está presente en el ámbito doméstico en muchas comunidades rurales, así como su potencial de aprovechamiento a gran escala. La gama de usos es muy diversa: alimento, medicinas, jabones, elaboración de bebidas destiladas y extracción de fibras. En la actualidad, la mayoría de los géneros son potencialmente plantas ornamentales (Verhoek, 1980; UICN, 1997; Solano, 2000; Feria-Arroyo *et al.*, 2010; González, 2016; García-Mendoza *et al.*, 2017). Mientras que su uso ecotecnológico aprovechando las fibras, metabolitos secundarios y perfumes, aún es incipiente (Gschaedler Mathis, 2017; Arizaga, comunicación personal).

El género *Polianthes* no es la excepción, sin embargo, debido a que son plantas silvestres perennes, y geófitas durante la época seca, pasan desapercibidas por la mayoría de la gente. A pesar de la importancia biológica y económica la mayoría de las poblaciones de este género están siendo afectas por actividades antropicas (Feria-Arroyo, 2009; Feria-Arroyo *et al.*, 2010; Cruz-Cruz, 2013; Cruz-Cruz *et al.*, 2015).

El presente trabajo es una contribución a la ecología de los nardos michoacanos: *Polianthes geminiflora* sp., *P. longiflora*, *P.* sp. nov. y *P. venustuliflora*. Todas estas especies se usan localmente como plantas ornamentales y ceremoniales, la mayoría de ellas con distribución limitada o endémicas y aprovechamiento no sustentable. Por tanto, los resultados de esta investigación no sólo pretenden incrementar el conocimiento biológico del género

Polianthes, sino comprender el estado de conservación que presentan a nivel estatal.

1. ANTECEDENTES

1.1. BREVE HISTORIA TAXONÓMICA DEL GENERO *POLIANTHES*

El género *Polianthes* se encuentra incluido dentro de la subfamilia Agavoideae de la familia *Asparagaceae* (APG III, 2009; APG IV, 2016), la taxonomía de este género ha sido modificada a lo largo de los años y actualmente existe polemica en la delimitación entre el género de estudio y los géneros *Bravoa*, *Pseudobravoa*, *Runyonia* y *Coetocapnia* (Solano, 2002; Castro-Castro *et al.* 2015). Para algunos autores *Prochnyantes mexicana*, pertenece al género *Polianthes* (*P. mexicana*) (Solano, comunicación personal).

Carlos Linneo fue el primero en hacer la distinción entre las *tuberosas* (de origen mexicano) y los jacintos (de origen asiático y europeo), asignándoles el nombre científico de *Polianthes floribus alternis* (Linnaeus, 1738; citado por Solano, 2002). Solano (2000) describe las modificaciones taxonómicas históricas por las que ha transitado este género: “en 1748 Heister usó el nombre genérico de *Tuberosa* en su *Systema Plantarum*, nuevamente Linneo (1753) en *Species plantarum* propone la combinación *Polianthes tuberosa*. Esta especie permaneció como la única del género hasta que Link (1821), describió *P. gracilis* y en 1888 Link & Otto ex Baker reconocen esta especie como una variedad de *P. tuberosa* (*P. tuberosa* var. *gracilis*). Lexarza describió en 1824 *Bravoa geminiflora*, la cual fue reconocida por Link y Otto (1828) como *Coetocapnia geminiflora*. Años después Drapiez (1841) la designó como *Robynsia geminiflora* y finalmente Rose (1903) la reconoció como *Polianthes geminiflora*. Así mismo, *Bravoa densiflora* fue descrita por Robinson y Fernald en 1894, más tarde fue transferida por Rose (1899) a *Pseudobravoa densiflora*, por último, Shinnors (1966) propuso la combinación *Polianthes densiflora*.

Álvarez (1990) tomando en cuenta el complejo estomático de los agaves sitúa al género *Polianthes* después de *Agave* en su filogenia. Establece que a partir de un ancestro que mostraba hojas fibrosas y suculentas persistentes durante años, derivaron a otras formas que dieron origen por otro lado a las formas herbáceas, según el autor no perennes que caracterizan a *Polianthes*.” Thiede (2001, en Thiede 2012), a partir de estudios filogenéticos propone la inclusión de los géneros *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyantes* al género *Agave*, aunque esta propuesta no es del todo aceptada.

Rose en 1903 hizo una revisión del género y concluyó que existen 12 especies (citado por Solano y García-Mendoza, 1998), Espejo y López (1992) definieron 15 especies, mientras que García-Mendoza y Galván (1995) establecieron 13, Solano (2000), concluye que el género está constituido por 14 especies, tres variedades y dos cultivares ubicadas en dos subgéneros: *Bravoa* y *Polianthes*. García-Mendoza y Solano (2007) reportan dos nuevas taxa de *Polianthes* para México, para 2011 y 2014 Solano y Ríos-Gómez describen dos nuevas especies y Castro *et al.* (2015 y 2016) aportan dos nuevas taxa, definiendo la lista a 19 especies, cuatro variedades y dos cultivares (Ver cuadro 1).

1.2. DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *POLIANTHES*

El género es endémico de México y se distribuyen en 19 estados de la República Mexicana, incluida la Ciudad de México. La mayor diversidad se sitúa en el sur de Durango, este de Nayarit, sur de Zacatecas, norte y centro de Jalisco, sur de Aguascalientes y norte de Michoacán (Solano, 2000; Solano y Feria, 2007).

El género *Polianthes* se desarrolla principalmente en bosque de pino, encino o bosques mixtos y pastizales. También, algunas especies pueden habitar los bosques de *Juniperus*, los matorrales xerófilos, y una minoría en selvas bajas caducifolias o en medianas subcaducifolias (Solano, 2000).

En el estado de Michoacán, Solano (2000) registra tres especies y dos variedades: *Polianthes longiflora*, *P. venustuliflora*, *P. geminiflora* var. *clivicola* y var. *geminiflora*, además de una especie nueva inédita (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diversidad de nardos silvestres y domesticados descritos para México.

No	Subgénero	Especie	Variedades	Distribución	Perfume	Estado Conservación	
						NOM 059	UICN (1997)
1	Bravoa	<i>Polygonatum bicolor</i> E.Solano & García-Mend.	–	Oax ¹	No ¹	–	–
2		<i>P. cernua</i> Art.Castro, J.G.González & Aarón Rodr	–	Oax ⁶	?	–	–
3		<i>P. geminiflora</i> (Lex.) Rose	<i>Clivicola</i> McVaugh	Jal y Mich ²	No ²	–	–
			<i>geminiflora</i>	CdMex, Dgo, Gro, Hgo, Jal, Edo. Mex, Mich, Mor, Nay, Pue, Qro y Tlax. ²	No ²	–	–
			<i>poblana</i> Solano & García-Mend.	Pue ²	No ²	–	–
			<i>Pueblensis</i> E.Solano & García-Mend.	Pue ³	No ³	–	–
4		<i>P. graminifolia</i> Rose	–	Ags, Jal y Zac ²	?	–	–
5		<i>P. howardii</i> Verh.-Will.	–	Col y Jal ²	?	Pr	R
6		<i>P. montana</i> Rose	–	Jal y Nay ²	?	–	–
7		<i>P. multicolor</i> E.Solano & Dávila	–	Gto ²	?	–	–
8	<i>P. oaxacana</i> García-Mend. & E.Solano	–	Oax ³	No ³	–	–	
9	<i>P. quilaë</i> Castro, J.G.González & Aarón Rodr	–	Jal ⁷	¿	–	–	
10	<i>P. zapopanensis</i> E.Solano & Ríos-Gómez	–	Jal ⁴	No ⁴	–	–	
11	Polygonatum	<i>P. alboaustralis</i> E.Solano & Ríos-Gómez	–	Oax ⁵	Si ⁵		
12		<i>P. densiflora</i> (B.L.Rob. &	–	Chih ²	?	Pr	R

		Fernald) Shinnars					
13		<i>P. longiflora</i> Rose	–	Jal y Mich ²	Si ²	Pr	R
14		<i>P. nelsonii</i> Rose	–	Ags, Chih y Dgo ²	Si ²	–	–
15		<i>P. palustris</i> Rose	–	Nay ²	?	Pr	R
16		<i>P. platyphylla</i> Rose	–	Dgo, Jal, Nay y Zac ²	?	Pr	R
17		<i>P. sessiliflora</i> (Hemsl.) Rose	–	Ags, Dgo, Jal, Nay, SLP y Zac ²	Si ²	–	–
18		<i>P. tuberosa</i> L.	cv. Plena	Cultivada en varios países ²	Si ²	–	–
			cv. Mexicana		Si ²	–	–
19		* <i>P. venustuliflora</i> E. Solano & García-Mend.	–	Mich ²	Si ⁸	–	–

Fuentes: ¹Solano y García-Mendoza (1998); ²Solano (2000); ³García-Mendoza y Solano (2007); ⁴Solano y Ríos-Gómez (2011); ⁵Solano y Río-Gómez (2014); ⁶Castro-Castro *et al.* (2015); ⁷Castro-Castro *et al.* (2016); ⁸Este trabajo. Pr = Especie Protegida (NOM-059); R= Especie rara (UICN, 1997). *Artículo en revisión

1.3. IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ECONÓMICA Y CULTURAL

Las 19 especies, cuatro variedades y dos cultivares del género *Polianthes*, el 100% de ellas es endémica de México. Lo que lo hace importante desde el punto de vista biológico, así mismo, reciente taxones descritos (*Polianthes oaxacana*, *P. zapopanensis*, *P. cernua*, *P. quilae*; *P. venustuliflora* con publicación en proceso) y los que podrían seguir agregándose (en este trabajo *P. sp. nov.*).

Las especies de este género son importantes a nivel científico, cultural y económico para México con trascendencia internacional. Ejemplo de ello se evidencia en los múltiples usos que ha tenido, principalmente como ornamentales y ceremoniales (Solano, 2000; Feria-Arroyo *et al.*, 2010; González, 2016). La especie más conocida en el país y el mundo es *Polianthes tuberosa* L. Se trata de la única especie domesticada del género y que ha sido cultivada desde tiempos precolombinos en México. Después de su extracción del país por los españoles durante el siglo XVI, se introduce a varias partes del mundo (Barba-González, 2016). Al menos hay otras cuatro especies de nardos silvestres, además del nardo

domesticado, que tienen potencial ornamental e industrial, en el último caso, para la producción de esencias utilizadas en la elaboración de perfumes. Algunas especies se usan con fines medicinales: *P. longiflora* es usado en algunas regiones de Michoacán para tratar la bronquitis y dolores reumáticos; *P. geminiflora* var. *poblana*, se usa como cicatrizante; *P. bicolor*, para combatir problemas de caspa y remediar fracturas (Solano, 2000); *P. geminiflora*, *P. graminifolia* y *P. tuberosa* han sido utilizadas como sustitutos del jabón, debido a las altas concentración de saponinas que presentan sus rizomas y raíces tuberosas (Solano, 2000), sin embargo, esta propiedad es más evidente en los géneros *Manfreda* y *Prochnyanthes* (Ayala, 2006; Barba-González *et al.*, 2012).

1.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Los *Polianthes* son plantas herbáceas perennes, hojas alternas dispuestas en forma de roseta, presentan un tallo hipógeo transicional, constituido de dos partes, la primera en la parte inferior es un corno desnudo, con raíces contráctiles y yemas de crecimiento, en la parte superior un bulbo cubierto en la base con las hojas de la roseta. Las láminas foliares, en general son de forma lineal, con ápice agudo, en algunas especies elíptico-lanceoladas a angostamente ovadas, con ápice mucronado y angostamente oblanceoladas a lineares; márgenes enteros, hialinos o finamente denticulados. En la base aparecen puntos de color violeta. La inflorescencia es una espiga o racimo, provista de brácteas y bractéolas; pueden tener de uno hasta 41 nudos fértiles y en cada uno, generalmente, dos flores protegidas por una bráctea y dos bractéolas. Los frutos son capsulas con dehiscencia loculicida de forma elipsoide a esférico. Las semillas pueden ser deltoides a semicirculares, con un lado recto, prominentemente aguladas y rugosa en su cara tangencial, de color negro opaco o brillante (Solano, 2000).

Existen diferencias morfológicas entre los subgénero *Bravoa* y *Polianthes*. El primero se distingue por su inflorescencia en racimo, estambres insertos en la base o porción media del tubo y flores anaranjadas, anaranjado-verdosas con el ápice verde, amarillentas o rosadas, generalmente sin fragancia. Mientras que el

subgénero *Polianthes* se caracteriza por su inflorescencia en espiga, estambres insertos por debajo de la base de los lóbulos y flores blancas o amarillas en anthesis, generalmente fragantes (García-Mendoza y Solano, 2007).

1.5. ESTUDIOS SOBRE CONSERVACIÓN EN EL GÉNERO *POLIANTHES*.

En México, existe la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en la cual, se enlistan las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo, en dicha lista se incluyen cinco especies del género *Polianthes* (ver cuadro 1). Además de esto, existen al menos tres trabajos. En uno de ellos, se realizó un modelado del nicho ecológico y distribución geográfica de género (Solano y Feria, 2007) para delimitar el área de distribución de 12 especies y tres variedades de *Polianthes*, empleando tres enfoques para la caracterización de la distribución geográfica y así evaluar el riesgo de extinción aplicando el MER (Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de Plantas en México): cálculo de las áreas de ocupación y ocurrencia, y modelos de nicho ecológico con base en la distribución potencial. De acuerdo con estos autores, la mayoría de las especies de este género deben considerarse como amenazados debido a su distribución altamente restringida en México y el hecho de que su hábitat ha sido severamente modificado y colocan a *P. palustris* en la categoría de extinta.

Feria *et al.* (2010), realizaron una reevaluación del riesgo de extinción de las cinco especies que están enlistadas en la NOM-059, nuevamente con base en el MER. El criterio A del MER (amplitud de la distribución geográfica) se estimó mediante tres métodos: área ocupada, extensión del área ocupada y mapas obtenidos a partir de modelos de distribución. Los criterios B (condición del hábitat natural) y D (impacto humano) fueron evaluados con en el mapa de Influencia Humana de Sanderson *et al.* (2002). Con este trabajo se sugiere modificar los estatus de conservación de las cinco especies evaluadas, *Polianthes densiflora* y *P. howardii* pasan de sujetas a protección especial a peligro de extinción, *P. longiflora* y *P. platyphylla* a amenazadas y *P. palustris* a extinta (Feria *et al.*, 2010).

Arroyo *et al.* (2014) hace una comparación del MER y del marco utilizado por la IUCN (International Union for Conservation of Nature) para la determinación del riesgo de extinción de 16 especies del género *Polianthes* usando una combinación de datos de herbario con Sistemas de Información Geográfica y modelos de distribución geográfica de especies. En ambos métodos se identificaron 14 especies con una categoría de riesgo importante entre amenazado, en peligro de extinción e incluso una de ellas extinta.

2. JUSTIFICACIÓN

Se trata de plantas silvestres mexicanas que están enlistadas en una categoría de riesgo. Por lo tanto, los resultados de esta investigación permitirán conocer las especies presentes en Michoacán, determinar su estado de conservación y establecer las bases para su manejo sustentable. Lo anterior es esencial para establecer acciones que conlleven a mitigar el grado de amenaza o extinción local al que pudieran estar sujetas las poblaciones por actividades humanas en sus hábitats.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

- Estudiar y generar información sobre la diversidad y ecología de los nardos silvestres en Michoacán, para determinar su estado de conservación y manejo sustentable, con el fin de contribuir al establecimiento de estrategias de conservación.

3.2. ESPECIFICO

- Realizar una revisión bibliográfica y de herbario del género *Polianthes* con énfasis en las especies que se distribuyen en Michoacán.

- Caracterizar atributos ecológicos (reproducción, crecimiento, estructura poblacional) que influyen sobre el estado de conservación y aprovechamiento de los nardos en Michoacán.

4. HIPÓTESIS

En Michoacán, *Polianthes longiflora* y *P. venustiflora* se encuentran en una categoría de riesgo alto, comparado con las otras especies de nardos, debido a su potencial ornamental y a la alta concentración de aceites aromáticos en sus flores. Mientras que *P. geminiflora* no presenta problemas de conservación por ser una planta de amplia distribución y no fragante.

5. MÉTODOS

5.1. REVISIÓN DE REGISTRO DE *POLIANTHES* EN HERBARIOS.

Se visitaron dos herbarios en el estado de Michoacán, el Herbario del INECOL-Centro Regional del Bajío y el Herbario de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. En la ciudad de México se visitó el Herbario Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México y el de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. En los cuatro herbarios visitados se consultó todo el acervo disponible del género *Polianthes*, en cada ejemplar herborizado se registró el lugar y fecha de colecta.

5.2. RECONOCIMIENTO DE ESPECIES Y DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

De acuerdo con la literatura, se realizaron salidas de campo con la finalidad de ubicar poblaciones de nardos silvestres en Michoacán. Los nardos han sido reportados en Michoacán por Solano (2002). Igualmente, Santiago Arizaga colectó tres especies en el estado para el proyecto del Jardín Botánico del Centro de Investigaciones en Ecosistemas en 2006 (S. Arizaga, comunicación personal).

A. Poblaciones del Noroeste. En esta zona se han reportado tres especies de nardos silvestres (*Polianthes longiflora*, *P. geminiflora* y *P. venustiflora*) en el municipio de Churintzio (Solano, 2002; S. Arizaga, Comunicación personal).

B. Poblaciones del Centro-Norte. En esta zona, se han reconocido dos especies de nardos silvestres (*P. longiflora* y *P. geminiflora*) en los municipios de Erongarícuaro y Huaniqueo (Solano, 2002; S. Arizaga, Comunicación personal)

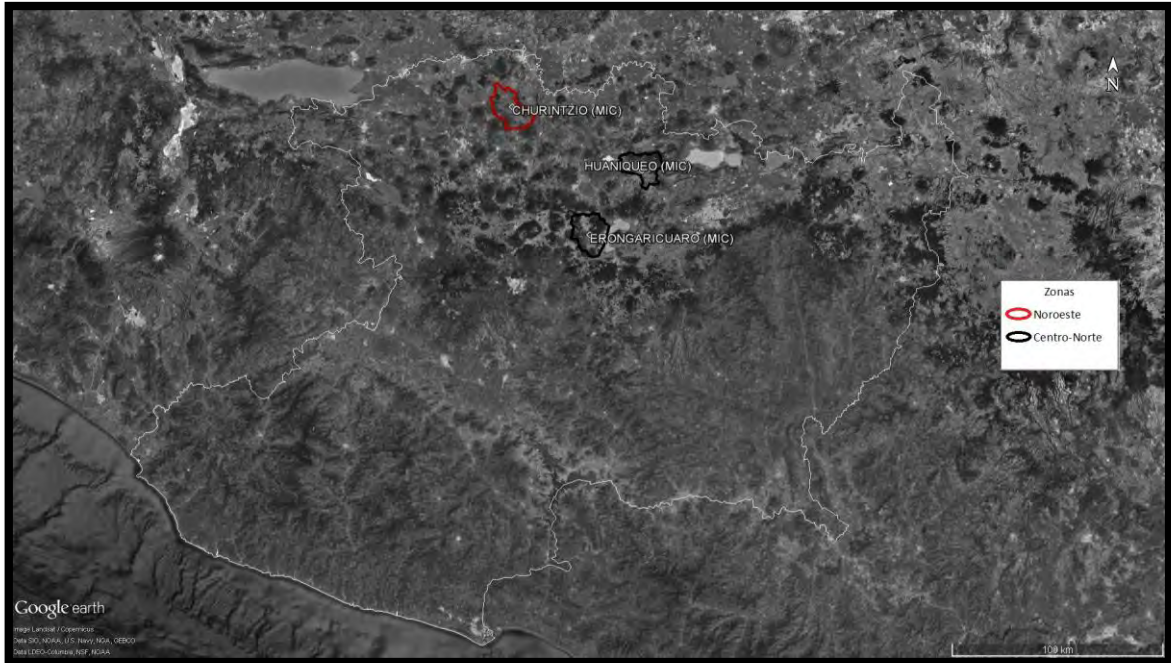


Figura 1. Imagen satelital de las zonas de las poblaciones de nardos silvestres.

Para cada población se registró el tipo de vegetación, a partir de la clasificación propuesta por Rzedowski (1978). Del mismo modo se hizo con los siguientes componentes físicos:

- a) **Ubicación Geográfica.** Se ubicaron las localidades donde están presentes las especies, por medio de un GPS Etrex. marca Garmin.
- b) **Altitud.** Se determinó con un altímetro marca Brunton.
- c) **Pendiente.** Se calculó con un clinómetro manual marca Suunto.
- d) **Topografía.** Corresponde a la forma geológica del sitio, definiéndose como ladera, cima o valle/planicie.

5.3. DEMOGRAFÍA POBLACIONAL

Con la finalidad de determinar la abundancia de individuos entre las poblaciones, se realizaron recorridos de campo en julio de 2016. Se estimó la densidad de individuos en una muestra aleatoria de las poblaciones mediante un censo, en transectos de 100 m de largo por 1 m de ancho y se estimó el

área total (A) de las diferentes poblaciones de nardos a partir de fotografías satelitales de Google Earth en donde se definieron los polígonos de distribución.

5.4. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

a) Colecta de individuos. Debido a que los nardos son consumidos por el ganado o las inflorescencias son colectadas con diferentes propósitos, se decidió realizar una colecta en campo de individuos reproductivos de cada especie para su estudio en condiciones de invernadero. La selección de individuos se realizó al azar y en cantidades reducidas para no impactar las poblaciones.

Con excepción de una población localizada al borde de una carretera, donde con frecuencia se elimina la vegetación por personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) para darle mantenimiento a esta vialidad. Debido a lo anterior, se colectó prácticamente la mayor cantidad de individuos reproductivos ubicados a los costados de la carretera.

b) Parámetros morfométricos vegetativos. Las plantas colectadas fueron llevadas al vivero de la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres de la ENES Campus Morelia. Antes de ser plantadas, se realizó el registro de los siguientes atributos morfométricos entre las diferentes especies:

- i) Largo de la inflorescencia
- ii) Número de hojas de la roseta
- iii) Largo y ancho de las hojas

La longitud de las inflorescencias se obtuvo con ayuda de una cinta métrica y las dimensiones de las hojas con un vernier.



Figura 2. Individuos de *Polianthes* sp. nov. depositados en la Unidad de Propagación de Plantas Silvestres de la ENES Campus Morelia

c) Caracteres cuantitativos reproductivos. Los individuos se plantaron en bolsas negras de polietileno y se mantuvieron a la intemperie durante varios meses. Cuando los frutos maduraron y previo a su dehiscencia, se registraron los siguientes parámetros morfométricos:

- i) Longitud y diámetro de los frutos.
- ii) Longitud y diámetro de las semillas.
- iii) Peso de las semillas.

Las mediciones de las dimensiones de los frutos y las semillas de cada especie se realizaron con un vernier, en las semillas, debido al poco peso que presentan, se pesaron cinco grupos de 25 semillas maduras, a partir de esto se tomó un promedio de peso por semilla.

Los parámetros morfométricos se registraron durante dos temporadas que comprende 2016 y 2017. La primera temporada (2016), corresponde a la colecta en campo durante la época de floración y posterior al trasplante en vivero (tratamiento *ex situ*). El segundo periodo, son la cohorte de plantas en

condiciones naturales que se visitaron durante su fase reproductiva del periodo de 2017 (tratamiento *in situ*).



Figura 3. Frutos de *Polianthes venustuliflora*

d) Parámetros de capacidad reproductiva. A los individuos del tratamiento *ex situ* y en estado reproductivo, se registraron los siguientes parámetros:

- i) Número de óvulos.
- ii) Número de flores.
- iii) Número de frutos.
- iv) Número de semillas producidas por fruto.
- v) Tipo de semillas producidas (maduras y vanas).

La cantidad de óvulos se determinó de manera indirecta a partir de la suma de las semillas maduras y vanas. Las semillas maduras (S_m) son negras y gruesas; mientras que las semillas vanas (S_v) son pardas/blancas y muy delgadas debido a la ausencia de embriones bien desarrollados.

El número de flores, frutos y semillas producidas entre las diferentes especies se registraron igualmente en los dos eventos reproductivos consecutivos para *Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora*, esto es, posterior a su colecta (*ex situ*) y un año después en condiciones naturales (*in situ*).

Se pretendía trabajar con las especies colectadas bajo condiciones de vivero (*ex situ*), pero no fue posible debido a que fueron afectadas por algún

patógeno. Para compensar este dato se revaluó en condiciones naturales (*in situ*).

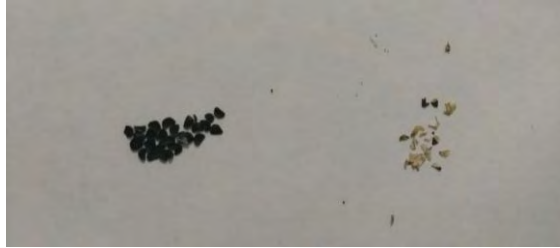


Figura 4. Semillas maduras y vanas de *Polianthes venustiflora*

e) Capacidad reproductiva. A partir de los datos morfométricos se determinaron los siguientes atributos reproductivos entre las diferentes especies:

i) *Fruit-Set*. Es la proporción de flores que se convierten en frutos. Este dato se determinó de la siguiente manera:

$$Fruit - Set = \frac{\text{Número de frutos producidos}}{\text{Número de flores producidas}}$$

ii) *Seed-Set*. Es la proporción de óvulos que desarrollan semillas fértiles, el cual se determinó con base en la siguiente fórmula:

$$Seed - Set = \frac{\text{Número de semillas maduras producidas}}{\text{Número de óvulos contenidos en las flores}}$$

iii) **Potencial reproductivo (PR).** Es una medida que refleja la fecundidad de las especies. Representa la cantidad promedio de descendencia que puede producir un individuo reproductivo en cada evento de floración. Su evaluación se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Potencial reproductivo} = (\text{Óvulos}) (\text{Seed set}) (\text{Flores}) (\text{Fruit set})$$

Obviamente el potencial reproductivo está determinado por las condiciones ambientales que favorecen la germinación adecuada y el establecimiento exitoso de la descendencia.

f) **Germinación.** Esta característica fisiológica se evaluó mediante un diseño experimental factorial consistente en cuatro especies, con dos temperaturas, dos fotoperiodos y tres repeticiones que dieron como resultado 16 unidades experimentales (4 X 2 X 2). De manera simplificada se trata de cuatro tratamientos por especie (1 X 2 X 2; figura 6).

De acuerdo con el reconocimiento de especies, fueron *Polianthes longiflora*, *P. geminiflora*, *P. venustuliflora* y un taxón nuevo (Solano, comunicación personal). Las temperaturas usadas fueron 12°C y 23°C. Los fotoperiodos evaluados fueron 12 horas de oscuridad y 12 horas de luz [12:12]; y 24 horas de oscuridad continua [00:24], en este caso, sólo se permitió el 1% de exposición de luz a las semillas cada vez que se realizó el registro de su germinación. Tanto las temperaturas como los fotoperiodos se consiguieron mediante el uso de una cámara de germinación Percival Scientific.

Para cada tratamiento se utilizaron lotes de 50 semillas seleccionadas al azar de una muestra procedente de los frutos cosechados de cada especie. Las semillas fueron previamente desinfectadas en una solución de agua destilada y cloro al 1% para evitar la contaminación del cultivo. Enseguida se colocaron sobre placas de agar al 2% que proporciona una adecuada y constante humedad para facilitar la germinación (Serrano, 1999).

El conteo de semillas germinadas se realizó cada 24 horas para los tratamientos con luz, y cada 48 para el fotoperiodo de oscuridad en este último para reducir el contacto con la luz. Una semilla se consideró germinada, cuando emergió la radícula. El experimento culminó pasando 23 días después de la siembra de las semillas en agar. Para analizar los datos se realizó un análisis de varianza.

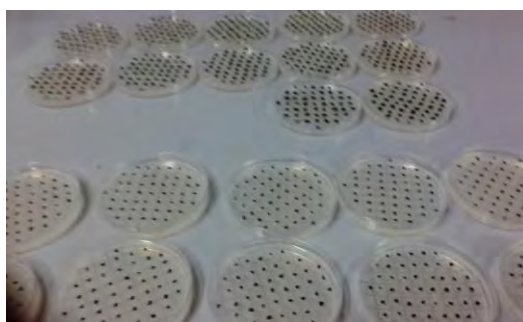


Figura 5. Lotes de semillas en placas de agar

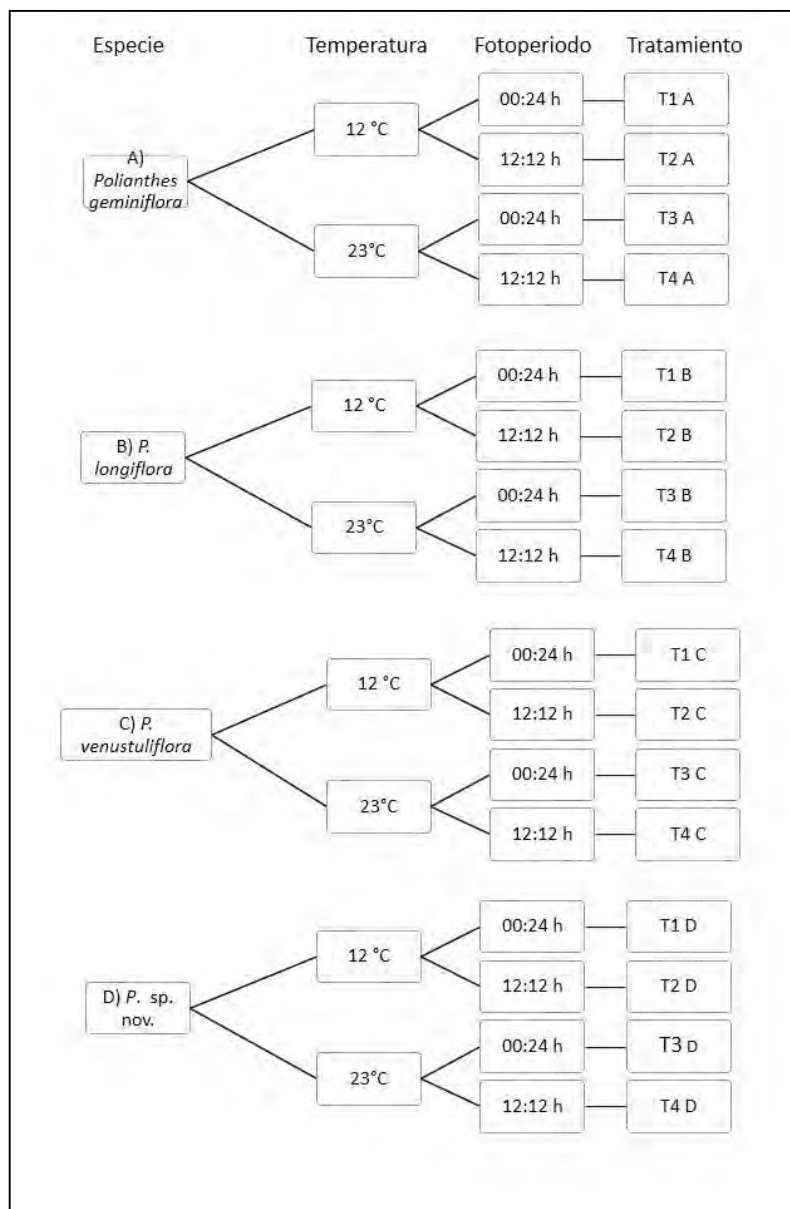


Figura 6. Diseño factorial y tratamientos para evaluar la capacidad germinativa de las semillas de las cuatro especies de nardos michoacanos.

A partir de los registros de germinación, se evaluaron los siguientes parámetros:

i) Capacidad germinativa (CG). Es un índice que relaciona el total de plántulas con el número de semillas sembradas (Serrano, 1999). Su cálculo es mediante la siguiente fórmula:

$$CG = \frac{A \times 100}{M}$$

Donde:

A = Germinación acumulada hasta la última evaluación

M = Total de semillas sembradas

ii) Tiempo de germinación (TMG). Es un índice que evalúa el tiempo en que las semillas germinan (Serrano, 1999). Su evaluación se realizó con la siguiente fórmula:

$$TMG = \frac{SPG}{SG}$$

Donde:

SPG = Suma de los puntos de germinación sencilla =

$$(T_i + T_0)/2 * G_i + (T_2 + T_1)/2 * G_2 + \dots (T_n + T_{n-1})/2 * G_n =$$

$$P_1 * G_i + P_2 * G_2 \dots P_n * G_n$$

SG = Suma de germinación sencilla ($G_i + G_2 + G_n = A$)

g) Crecimiento de plántulas en función de la longitud de las hojas. Las plántulas derivadas de la germinación fueron trasplantadas en almácigos de plástico que contenían tierra y llevadas a invernadero. Luego fueron cubiertas con una bolsa de plástico para incrementar la humedad atmosférica. Cada mes se registró su crecimiento con base en la primera hoja desarrollada por las plántulas. El monitoreo se realizó durante ocho meses (mayo-diciembre de 2017), en este periodo las plántulas se regaron dos veces por semana. Durante dos meses (junio y julio), entre las 9:00 y 10:00 de la mañana, se registró la temperatura y humedad relativa del aire a la que estuvieron sometidas las plántulas.



Figura 7. Plántulas derivadas de la germinación llevadas a invernadero

h) Índice de sobrevivencia. A partir de las plántulas derivadas de las germinaciones, se seleccionó una muestra inicial de 50 de cada especie y durante ocho meses se registró su sobrevivencia. Con estos datos se evaluó el índice de sobrevivencia de la siguiente manera:

$$\text{Índice de sobrevivencia (\%)} = \left(\frac{\text{Número final de plántulas}}{\text{Número inicial de plántulas}} \right) \times 100$$

5.5. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES

Para definir el estado de conservación de las especies de estudio, se tomó como marco de referencia el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de Plantas en México (MER-Anexo Normativo II; SEMARNAT, 2010), que si bien, esta diseñado para su aplicación a nivel nacional, los cuatro

criterios en los que se basa son aspectos básicos para definir un estado de conservación:

- i) Características de distribución geográfica: Se refiere al tamaño relativo del ámbito de distribución natural actual en México, en este caso acotado a Michoacán.
- ii) Características del hábitat: Es el conjunto actual estimado de efectos del hábitat particular, con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo natural del taxón que se analiza, en términos de las condiciones físicas y biológicas.
- iii) Vulnerabilidad biológica: se refiere a los factores relacionados con la historia o la forma de vida propios del taxón que lo hacen vulnerable. Dependiendo de la disponibilidad de información específica, algunos ejemplos de tales factores pueden ser: estrategia reproductiva, parámetros demográficos más relevantes, historia de vida, etc.
- iv) Impacto de la actividad humana: Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre el taxón que se analiza. Considera aspectos como la presión por asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso de suelo, entre otros.

En este estudio se acota a nivel estatal para Michoacán. Su uso en este trabajo es una guía sobre aspectos a considerar. Para establecer la categoría de riesgo de los taxones analizados, se realizó una suma de los cuatro criterios de la MER para plantas, es decir de los resultados de los subtotales de cada categoría. Luego se determina el riesgo con base en el puntaje mostrado en el cuadro 2. (Ver ANEXO 1).

Cuadro 2. Categorías de riesgo establecidas en el MER para plantas en México. El puntaje deriva de la integración de los cuatro criterios que comprende la MER.

Categoría de riesgo		Puntaje obtenido
P	En Peligro de Extinción	≥ 2
A	Amenazada	1.7 – 1.9
Pr	Sujeta a Protección Especial	i) 1.5 – 1.6
		ii) 1 – 1.4 si $D \geq 0.3$

6. RESULTADOS

6.1. REGISTROS DE *POLIANTHES*

En los acervos de los herbarios visitados, tienen depositados 14 especies y cuatro variedades colectadas en 23 estados de la República Mexicana. Las fechas de colecta datan desde 1904, el registro más antiguo en Michoacán corresponde a 1909. En este estado se han colectado dos variedades (*Polianthes geminiflora* var. *clivicola* y *P. geminiflora* var. *geminiflora*), y las especies *P. longiflora* y *P. sessiliflora*, distribuyéndose principalmente en la zona centro del estado. La última especie mencionada, la literatura señala su distribución en los estados de Aguascalientes, Durango, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas. Por otro lado, no hay mención de *P. venustuliflora* en ninguno de los herbarios visitados.

Se registraron los siguientes sinónimos para *P. geminiflora* y *P. longiflora*:

Polianthes geminiflora: **Agave duplicata* Thiede & Egli

**Bravoa coetocapnia* M. Roem.

**Bravoa geminiflora* Lex.

**Coetocapnia geminiflora* (Lex.) Link & Otto

**Polianthes americana* Sessé & Moc.

**Polianthes tabulata* Sessé & Moc.

**Robynsia geminiflora* (Lex.) Drapiez

**Zetocapnia geminiflora* (Lex.) Link & Otto

Polianthes longiflora: * *Agave dolichantha* Thiede & Egli

***Polianthes michoacana* M. Cedano, Degad. & Enciso

* (The plant list, 2013)

** (Solano, 2000)

6.2. IDENTIDAD TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES Y DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

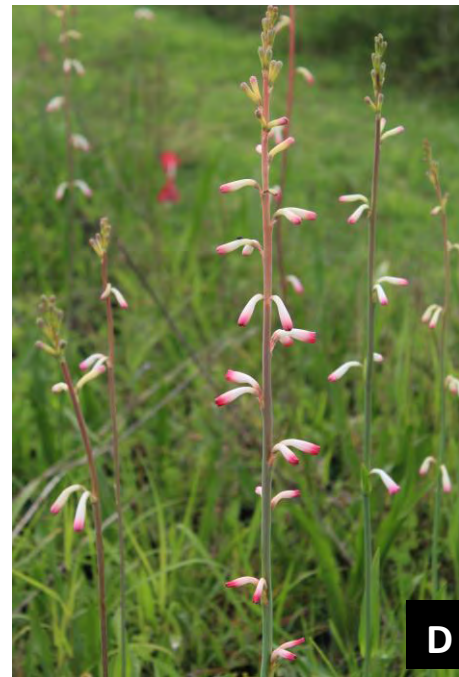
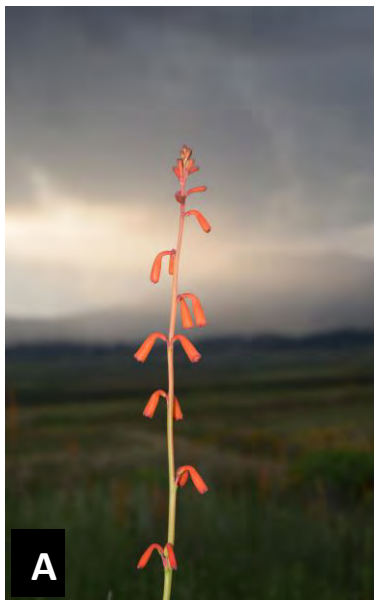


Figura 8. *Polianthes* de Michoacán. A= *P. geminiflora* sp., B= *P. longiflora*, C= *P. venustiflora*, D= *P. sp. nov.*

A. Poblaciones del noroeste

En el municipio de Churintzio se habían reportado las siguientes especies: *Polianthes geminiflora* sp., *P. longiflora* y *P. venustuliflora*, y se corroboró su localización. Además, durante los trabajos de exploración botánica, se encontró otro nardo no reportado para la zona. En Octubre de 2017 se visitó y llevó estos ejemplares herborizados al taxónomo especialista del género, Dr. Eloy Solano de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM, quien señaló que se trata de una especie nueva (*Polianthes* sp. nov.) por el momento endémica de Michoacán.

B. Poblaciones del centro-norte

En esta zona se localizaron dos nardos silvestres: *Polianthes geminiflora* sp. y *P. longiflora*.

C. Localidades

A continuación se describen las localidades en donde se estudiaron los nardos para esta investigación y en el cuadro 3 se presenta el resumen de los resultados correspondientes a la descripción del hábitat para cada especie.

- a) *Polianthes geminiflora* sp.** Para la zona centro-norte, la población se ubica a 0.7 km al norte del poblado Puente de San Isidro, perteneciente al municipio de Huaniqueo, a un costado de la carretera Comanja-Huaniqueo y del entronque que va hacia Tecacho (19° 52' 17.78" N, 101° 30' 53.15" W, altitud de 2048 m), creciendo en matorral subtropical. Existen otras dos poblaciones que no se estudiaron: zona perimetral del bosque del Llano de Zinciro, que pertenece al municipio de Erongarícuaro. Algunos ejemplares que crecían naturalmente en el campus de la UNAM-Morelia fueron rescatados y depositados en el Jardín Botánico del IIES para su exhibición y conservación local (S. Arizaga, comunicación personal).

Estos nardos se desarrollan principalmente en planicies (55% de las ocasiones) y laderas (45% de las ocasiones) en altitudes que oscilaron de 1976 a 2568 m. Las pendientes en donde están presentes las poblaciones son moderadas (4-35°) en matorrales subtropicales (con una frecuencia relativa de 45%) y bosques de encino (con una frecuencia relativa del 55%).

b) *Polianthes longiflora*. Se localizó en dos zonas exploradas. Para la zona noroeste, en el poblado de Nuevo Morelos, municipio de Churintzio. La población se ubicó aproximadamente a 0.5 km hacia el oriente de la carretera federal 37 (20° 03' 08.3" N, 102° 03' 38.1" W, altitud de 1922 m), creciendo en pastizales inundables (humedal semitropical), bordeado de parcelas agrícolas y de agostadero.

En la zona centro-norte, se localizaron en el Llano de Zinciro, municipio de Erongarícuaro, al sur de Zinciro (19° 39' 50.04" N, 101° 44' 26.35" W, altitud de 2,402 m), creciendo en praderas inundables (humedal templado) y alrededor de un pequeño depósito de agua.

c) *Polianthes venustuliflora*. Se ubicaron cuatro poblaciones de esta especie, estudiándose solo la población que se localiza en Nuevo Morelos, municipio de Churintzio, aproximadamente a 0.7 km hacia el oriente de la carretera federal 37 en una parcela abandonada y bordeada por otras parcelas agrícolas en uso y de agostadero (20° 03' 01.47" N, 102° 03' 31.7" W, altitud de 1914 m).

En general, están presente en planicies o laderas (50% c/u), en altitudes que oscilan entre 1823 a 2240 m. Se localizan en bosque de encino (25%) y humedales con disturbio por actividades antrópicas (75%). Las pendientes de los hábitats de estas poblaciones son ligeras (5-15°).

d) *Polianthes sp. nov.* Estos nardos de color blanco-rosado, se ubicaron a las orillas de la carretera federal 37 de Churitzio hacia Tlazazalca, después del Poblado de Gil. Esta población fue muestreada en un transecto de aproximadamente 600 m (20° 00' 56.6" N, 102° 03' 21.4" W y final 20° 01' 02.2" N, 102° 03' 27.6" W, altitud de 1852 m), hacia ambos costados de la vialidad. El tipo de vegetación corresponde a elementos propios del matorral subtropical que forman malezas que se desarrollan hacia ambos lados de la carretera. También se observaron individuos en menores densidades en el borde del matorral subtropical con el bosque de encino sin pendientes.

Cuadro 3. Descripción del hábitat en donde se localizan las poblaciones silvestres de nardos en Michoacán.

	<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	<i>P. longiflora</i>	<i>P. venustiflora</i>	<i>P. sp. nov.</i>
Número de Localidades	9	2	4	1
Altitud (m)	1976-2568	1911-2402	1823-2240	1849-1856
Pendiente (°)	4-35°	0°	5-15°	0°
Topografía	55% planicie 45% ladera	100% planicie	50% planicie 50% ladera	100% planicie
Vegetación	55% bosque mixto 45% Matorral xerófilo	Pastizal (inundable) 100%	25% bosque mixto 75% Veg. Sec./ pastizal (inundable)	50% bosque mixto 50% Veg. Sec.

6.3. DEMOGRAFÍA POBLACIONAL

- a) ***Polianthes geminiflora* sp.** La población de esta especie ocurre en aproximadamente 869 m² (cuadro 4). El censo registró 270 individuos, con una densidad de un individuo por cada 3.21 m².
- b) ***Polianthes longiflora*.** Para la población de la zona noroeste, se contabilizaron 195 individuos sobre un área aproximada de 11,676 m² (cuadro 4). Esto significa que hay una densidad de 1 individuo aproximadamente por cada 60 m². En contraste, para la población del centro-norte se distribuye en aproximadamente 554,504 m² con una estimación de 1, 000,518 individuos, la densidad en esta zona es de 1 individuo por 0.55 m².
- c) ***Polianthes venustuliflora*.** Esta especie se localiza en la zona noroeste, distribuyéndose en un área de 3254 m² con 8855 individuos estimados (cuadro 4). Esto implica que cada 0.36 m² hay un 1 individuo.
- c) ***Polianthes* sp. nov.** Esta población abarca una superficie de 600 m² a lo largo de la carretera hacia ambos lados, pero principalmente hacia el lado oriente. El número de individuos registrados fue de 570, con una densidad poblacional de 1 individuo/m².

Cuadro 4. Características demográficas de las poblaciones de nardos michoacanos.

Especie	Área de la población (m ²)	Densidad estimada (Número de individuos)
<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	869	270
NE	11,676	195
<i>P. longiflora</i>		
Centro-Norte	554,504	1,000,518
<i>P. venustuliflora</i>	3254	8855
<i>P. sp. nov.</i>	600	570

6.4. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA.

6.4.1. Parámetros morfométricos vegetativos

En el cuadro 5 se muestran los resultados de estos parámetros. A continuación se hace una descripción de los resultados.

- a) Tamaño de la inflorescencia.** Se registró que *Polianthes geminiflora* sp., *P. longiflora* y *P. venustuliflora* presentan tamaños similares en sus inflorescencias (60-62 cm). Por el contrario, la especie nueva (*P. sp. nov.*) desarrolla la inflorescencia más larga con 91 cm (cuadro 5).
- b) Número de hojas en la roseta.** Para las cuatro especies analizadas, el número promedio de hojas que llegan a desarrollar los individuos es significativamente diferente entre ellos. La especie con mayor número de hojas es *Polianthes longiflora* con 4.64 hojas. En contraste, *P. sp. nov.* desarrolla en promedio 1.46 hojas y en raras ocasiones hasta 4 (cuadro 5).
- c) Largo de las hojas.** Los nardos michoacanos en general muestran un tamaño mediano determinado principalmente por la longitud de sus hojas (cuadro 5). Se encontró que esta longitud oscila entre 14 a 37 cm según la especie. *Polianthes longiflora*, *P. venustuliflora* y *P. sp. nov.* mostraron hojas con tamaños similares, mientras que *P. geminiflora* desarrolla hojas mucho más pequeñas.
- d) Ancho de las hojas.** Las cuatro especies mostraron anchos diferentes que oscilaron entre 0.80 a 2.40 cm (cuadro 5). *Polianthes venustuliflora* registró las hojas más estrechas, mientras que *P. longiflora* desarrolla las más anchas.

Cuadro 5. Valores promedio y desviación estándar de los caracteres vegetativos que presentan las cuatro especies de nardos michoacanos.

Parámetro	<i>Polianthes geminiflora sp.</i>	<i>P. longiflora</i>	<i>P. venustuliflora</i>	<i>P. sp. nov</i>
n	45	78	25	100
Tamaño de la inflorescencia (cm)	62.42 ± 1.90	59.83 ± 1.60	62.18 ± 3.30	90.69 ± 1.87
Número de hojas desarrolladas	2 ± 0.14	4 ± 0.14	5 ± 0.18	1 ± 0.06
Largo de hojas desarrolladas (cm)	14.06 ± 0.91	36.86 ± 0.87	30.86 ± 1.71	31.40 ± 1.23
Ancho de hojas desarrolladas (cm)	1.63 ± 0.06	2.39 ± 1.22	0.74 ± 0.03	1.85 ± 0.07

6.4.2. Caracteres cuantitativos reproductivos

En cuadro 6 se muestran los resultados promedio de los atributos reproductivos de las cuatro especies para las dos temporadas. Cabe mencionar que para la temporada de 2017, las plantas resguardadas en invernadero no desarrollaron flores ni frutos debido a algún patógeno que las infectó. Por tanto, los frutos de *Polianthes venustuliflora* y *P. longiflora* se colectaron en campo, aunque para el caso de *P. longiflora* se observaron los mismos problemas fitosanitarios que en condiciones de vivero.

Cuadro 6. Valores promedio y desviación estándar de los caracteres reproductivos de los nardos michoacanos.

Carácter		<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	<i>P. longiflora</i>	<i>P. venustiflora</i>	<i>P. sp. nov</i>
n					
2016/2017		26	26/25	20/25	53
Longitud de los frutos (cm)	2016	1.06 ± 0.02	2.21 ± 0.05	1.40 ± 0.02	1.10 ± 0.01
	2017	–	2.41 ± 0.07	1.37 ± 0.03	–
Diámetro de los frutos (cm)	2016	0.75 ± 0.01	1.28 ± 0.02	0.95 ± 0.01	0.77 ± 0.005
	2017	–	1.27 ± 0.04	0.98 ± 0.01	–
n					
2016/2017		100	100/25	100/25	100
Longitud de las semillas (mm)	2016	3.05 ± 0.03	5.07 ± 0.04	3.92 ± 0.04	2.98 ± 0.03
	2017	–	4.98 ± 0.03	4.14 ± 0.03	–
Diámetro de las semillas (mm)	2016	2.49 ± 0.30	4.37 ± 0.05	3.37 ± 0.04	2.53 ± 0.03
	2017	–	4.14 ± 0.04	3.47 ± 0.03	–
Peso de las semillas (mg)	2016	2.56 ± 0.06	7.6 ± 0.07	4.48 ± 0.08	2.48 ± 0.03

a) Longitud de los frutos

En la figura 9 se muestran los resultados del tamaño de los frutos de los nardos registrados en dos temporadas consecutivas de reproducción, en la primera temporada, se observó que *Polianthes longiflora* desarrolla los frutos más grandes con 2.21 cm. Las otras especies mostraron frutos más pequeños que oscilan entre 1.10 a 1.40 cm de longitud. Para la segunda temporada de monitoreo, los cambios no son significativos entre las dos especies analizadas (cuadro 6).

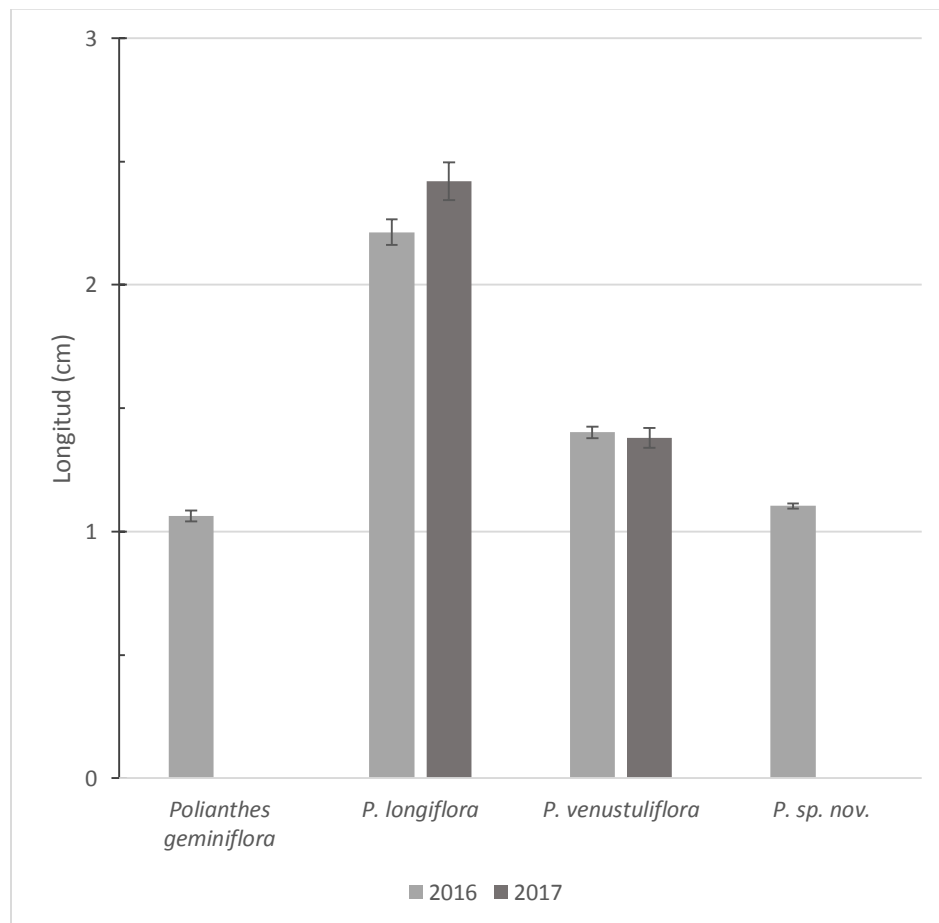


Figura 9. Longitud promedio de las cápsulas entre los nardos michoacanos registrados en dos temporadas reproductivas (2016 y 2017)

b) Diámetro de los frutos

Los frutos mostraron la misma tendencia que en el caso anterior, es decir, *P. longiflora* presenta los frutos más grandes con 1.28 cm de diámetro. Mientras que las otras especies mostraron frutos más pequeños que oscilan entre 0.76 a 0.96 cm de longitud. Para la segunda temporada de crecimiento reproductivo, se encontró que los valores son similares a la primera temporada (figura 10; cuadro 6).

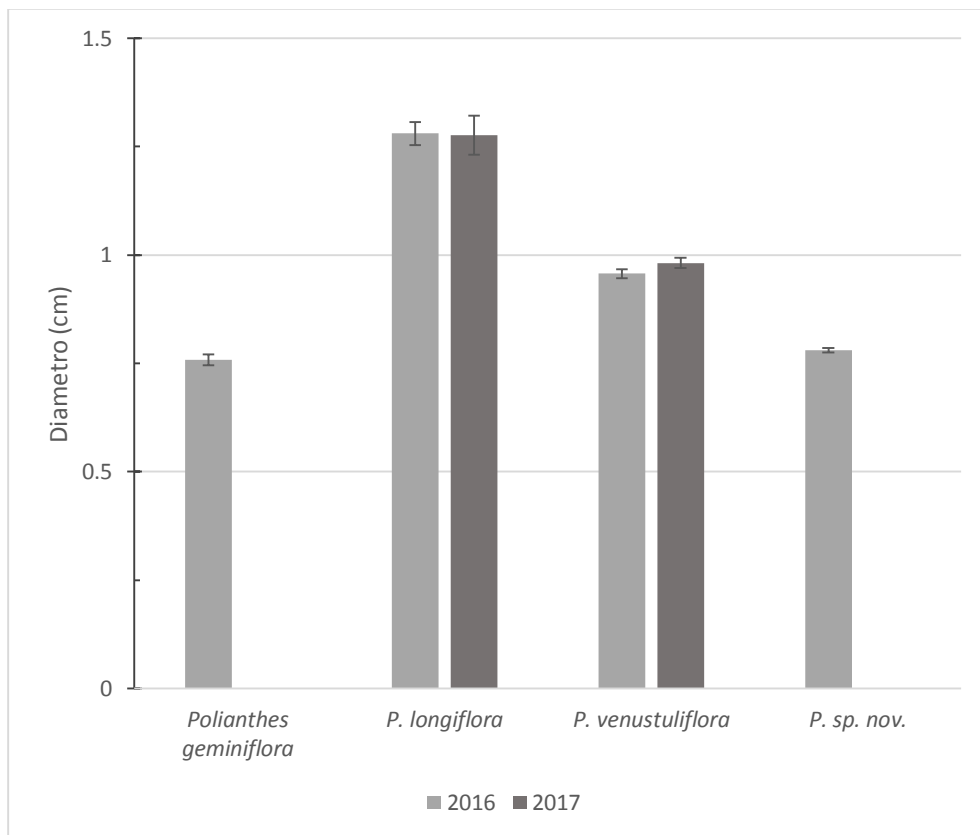


Figura 10. Tamaño promedio del diámetro de las cápsulas de nardos michoacanos registrados en dos temporadas reproductivas (2016 y 2017).

c) Longitud de las semillas

En la figura 11 se muestran los resultados de la longitud de las semillas de los nardos analizados. Se observa que las semillas son de tamaño pequeño, oscilando entre los 3 y 5 mm de longitud, según la especie. La mayor longitud se registró en *Polianthes longiflora* (5.07 ± 0.04 mm) y la más pequeña en *P. sp. nov.* (2.98 ± 0.03 mm). Las longitudes no cambian significativamente de una temporada a otra (cuadro 6).

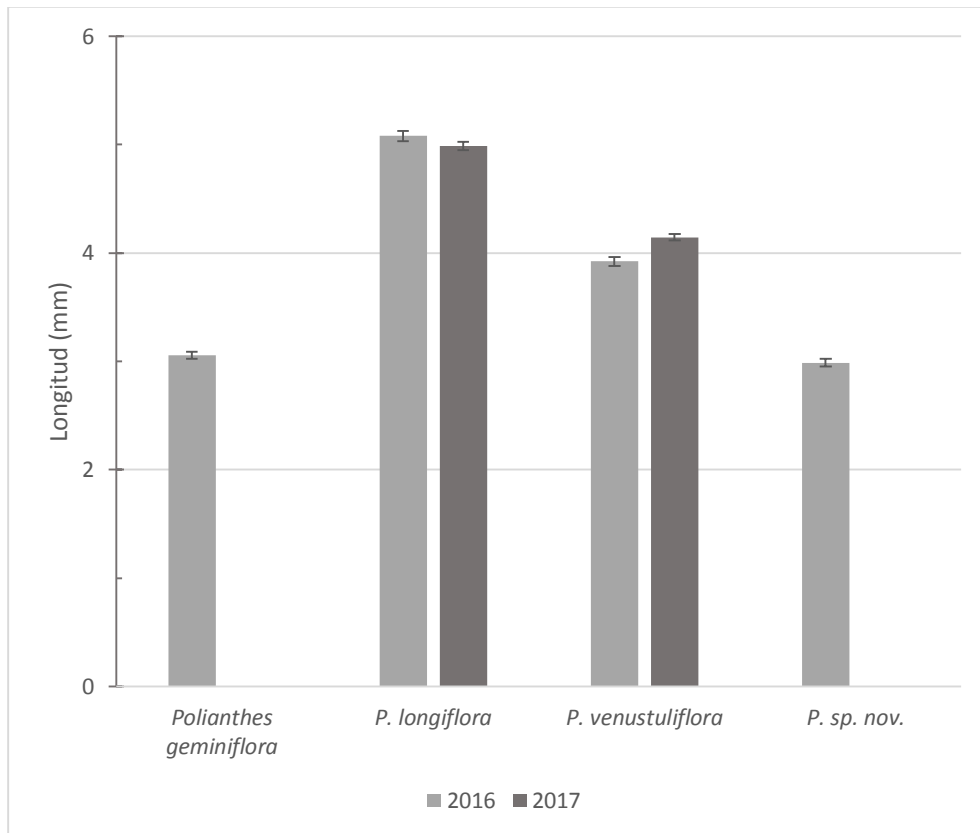


Figura 11. Longitud de las semillas que presentan los nardos silvestres michoacanos en dos temporadas reproductivas (2016 – 2017).

d) Diámetro de las semillas

En el caso del diámetro, las semillas de los nardos mostraron la misma tendencia que en el caso de la longitud de las mismas. *Polianthes longiflora* presenta las semillas con mayor diámetro con 4.37 ± 0.05 mm. Mientras que las otras especies mostraron un diámetro que oscilan entre 2.49 y 3.37 mm. Los tamaños que alcanzaron las semillas no cambian significativamente de una temporada a otra (figura 12; cuadro 6).

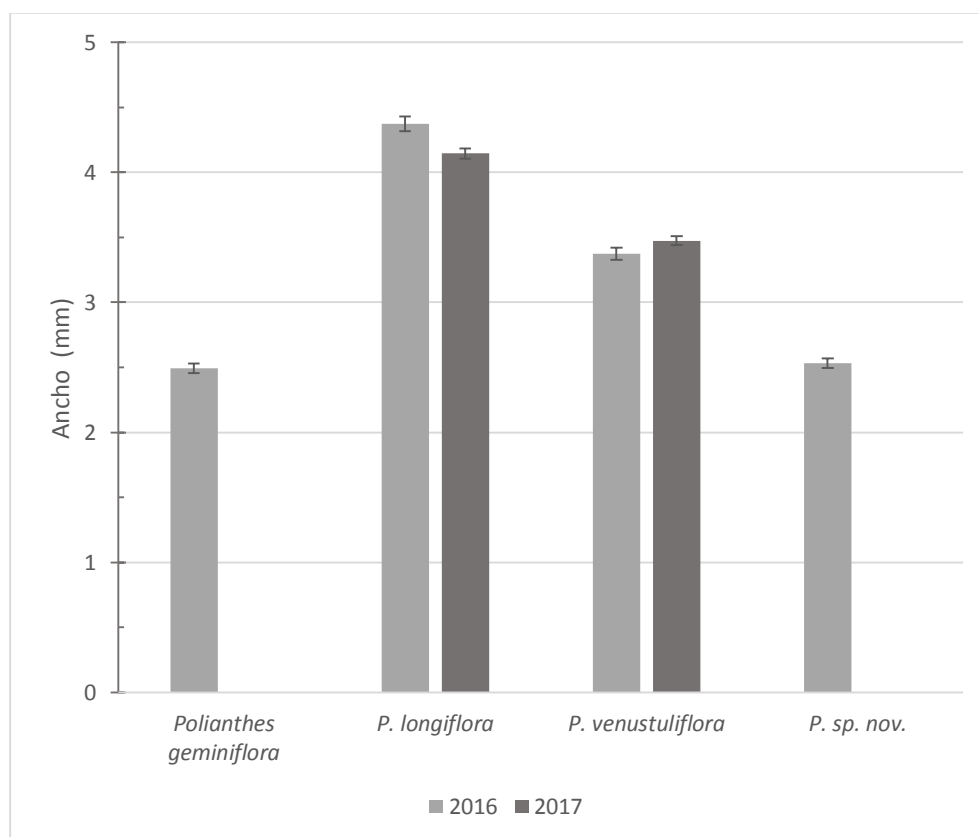


Figura 12. Diámetro de las semillas de las cuatro especies de nardos silvestres de Michoacán desarrollados en dos temporadas reproductivas (2016 – 2017).

e) Peso de las semillas

Las semillas de los nardos mostraron pesos bajos, oscilando entre 2.56 y 7.6 mg. Las semillas con mayor peso correspondieron a *Polianthes longiflora*. Por el contrario, las más ligeras a *P. geminiflora* y *P. sp. nov.* (Figura 13, cuadro 6).

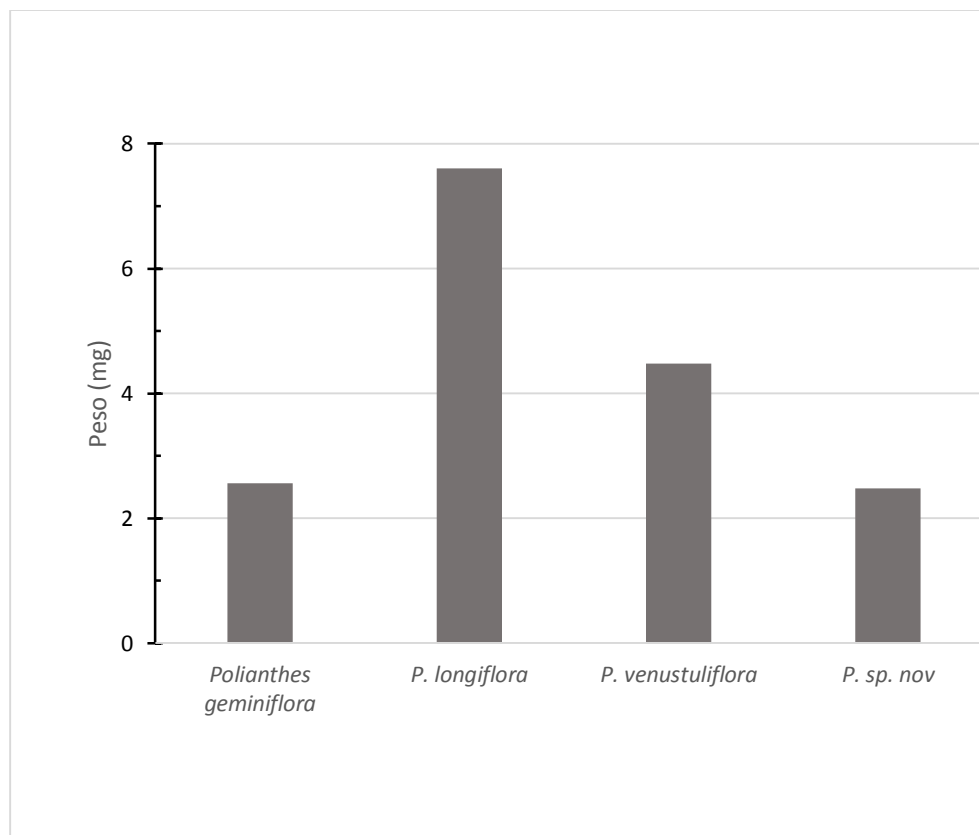


Figura 13. Peso promedio de las semillas de los nardos silvestres michoacanos.

6.4.3. Capacidad reproductiva de las especies

En el cuadro 7 se muestran los resultados correspondientes a la fase reproductiva de los nardos silvestres michoacanos. Con estos resultados se calculó el potencial reproductivo bajo cultivo (temporada reproductiva 2016) e *in situ* (temporada reproductiva 2017).

Cuadro 7. Capacidad reproductiva de los nardos michoacanos.

Parámetro		<i>Polianthes geminiflora sp.</i>	<i>P. longiflora</i>	<i>P. venustuliflora</i>	<i>P. sp. nov</i>
n		45	78/58	25/24	100
2016/2017					
Número de flores por inflorescencia	2016	8.27 ± 0.63	3.65 ± 0.19	12.4 ± 1.53	21.53 ± 1.25
	2017	–	5.86 ± 0.17	12.5 ± 0.65	–
Producción de frutos por inflorescencia	2016	1.78 ± 0.32	1.76 ± 0.20	2.8 ± 0.49	4.94 ± 0.71
	2017	–	4.05 ± 0.18	4.25 ± 0.38	–
n		26	26/25	20/25	53
2016/2017					
Número de óvulos	2016	38.17 ± 5.81	96.27 ± 5.83	60.65 ± 3.11	63.09 ± 2.30
	2017	–	129.48 ± 3.36	74.56 ± 2.43	–
Número de semillas maduras por fruto	2016	20.17 ± 5.78	36.65 ± 5.13	36.95 ± 3.89	46.83 ± 2.38
	2017	–	92.4 ± 3.89	43.84 ± 2.89	–
<i>Fruit-set</i>	2016	0.22	0.48	0.23	0.23
	2017	–	0.69	0.34	–
<i>Seed-set</i>	2016	0.52	0.38	0.60	0.74
	2017	–	0.71	0.58	–
<i>Potencial reproductivo</i>	2016	35.90	64.50	103.46	231.34
	2017	–	374.22	186.32	–

a) Número de óvulos

Se registró que los nardos, en general, contienen menos de una centena de óvulos por ovario. *Polianthes geminiflora* sp. y *P. sp. nov.* contienen 38.17 ± 5.81 y 63.09 ± 2.09 óvulos por ovario respectivamente (cuadro 7). Se encontraron diferencias entre las dos temporadas de monitoreo (2016 y 2017) en cuanto a la cantidad de óvulos para las otras dos especies de nardos. *P. longiflora* produjo 96.27 ± 5.83 y 120.48 ± 3.36 óvulos en las dos temporadas, mientras que *P. venustuliflora* 60.65 ± 3.11 y 74.56 ± 2.43 óvulos, respectivamente (figura 14).

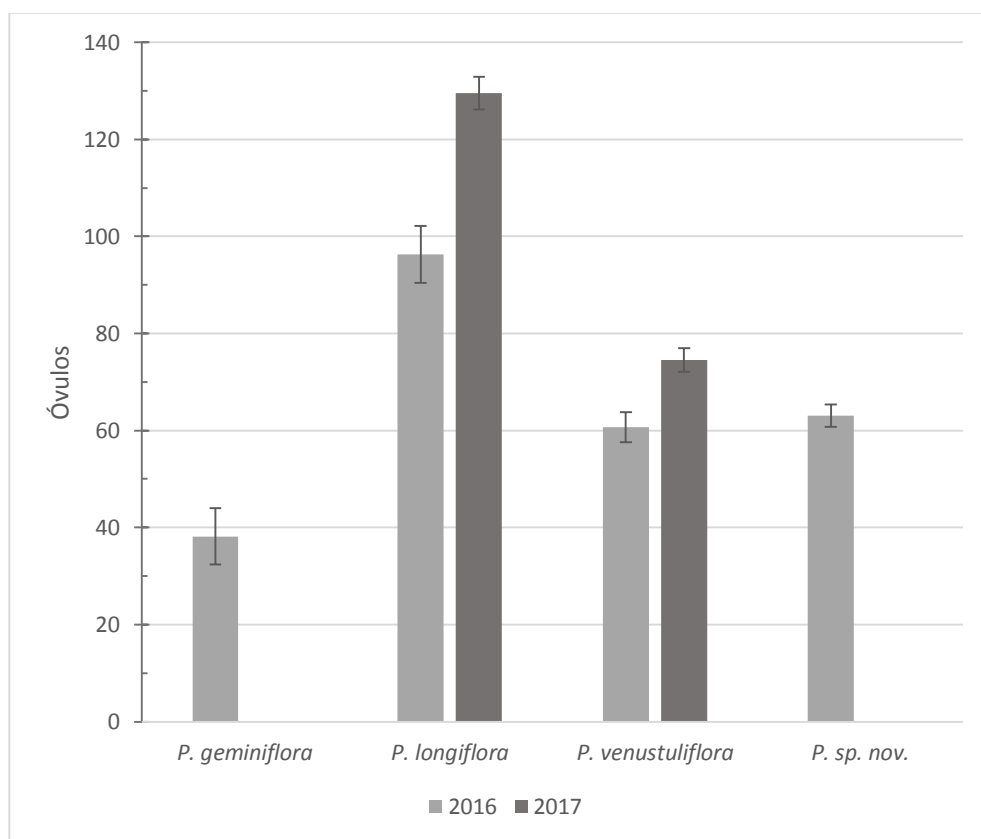


Figura 14. Número promedio de óvulos producidos por ovario entre las diferentes especies de nardos, de acuerdo a la temporada reproductiva analizada.

b) Número de flores

Los nardos estudiados producen menos de 25 flores (cuadro 7), *Polianthes* sp. nov. desarrolla en mayor cantidad (22 en promedio), mientras que *P. longiflora* desarrolla alrededor de 3 flores. Cuando analizamos las dos especies que se monitorearon sus fecundidades en términos de la cantidad de flores producidas, se encontró que *P. longiflora* incremento ligeramente el número de flores en la segunda temporada de 3.65 a 5.86 flores por inflorescencia. Para *P. venustuliflora* se mantuvo igual (figura 15).

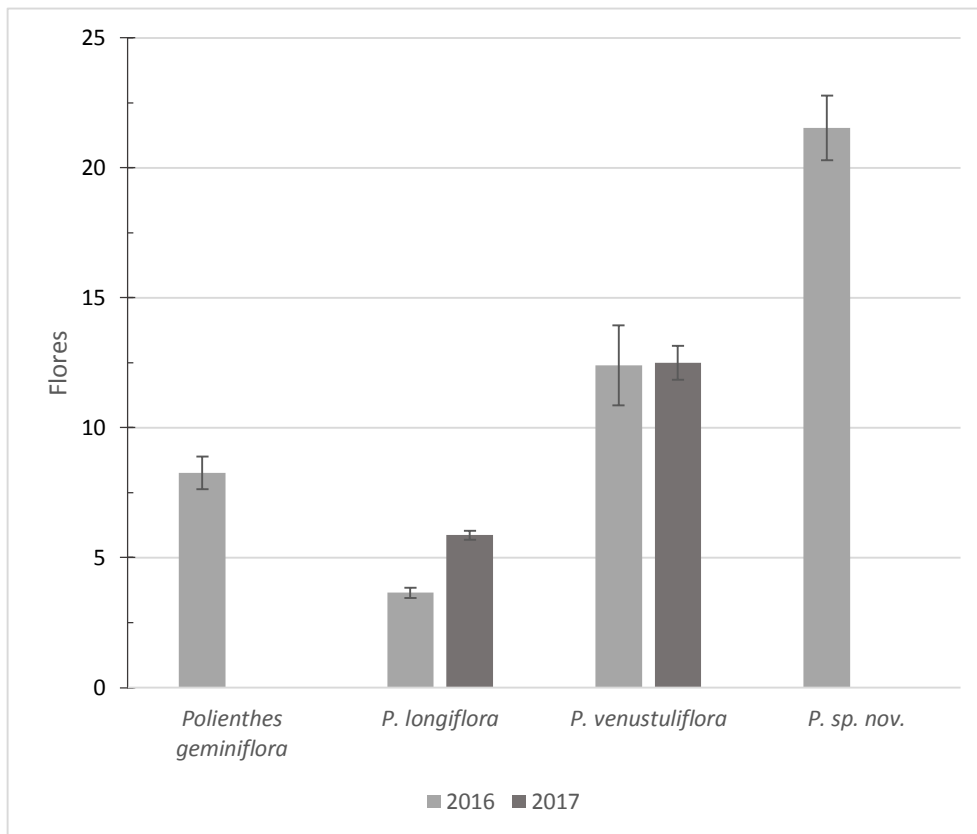


Figura 15. Número promedio de flores producidas por inflorescencia entre las diferentes especies de nardos, de acuerdo a la temporada reproductiva analizada.

c) Número de frutos producidos por inflorescencia

La cantidad de frutos que se producen por inflorescencia, oscilan de 2 a 5 frutos (cuadro 7). El número de frutos registrados para la primera temporada (2016) fue de 2, 3 y 5 frutos para *Polianthes geminiflora* sp. y *P. longiflora*, *P. venustuliflora* y *P. sp. nov.*, respectivamente. En la segunda temporada en número de fruto se duplico en *P. longiflora* y se incrementó uno para *P. venustuliflora* (figura 16).

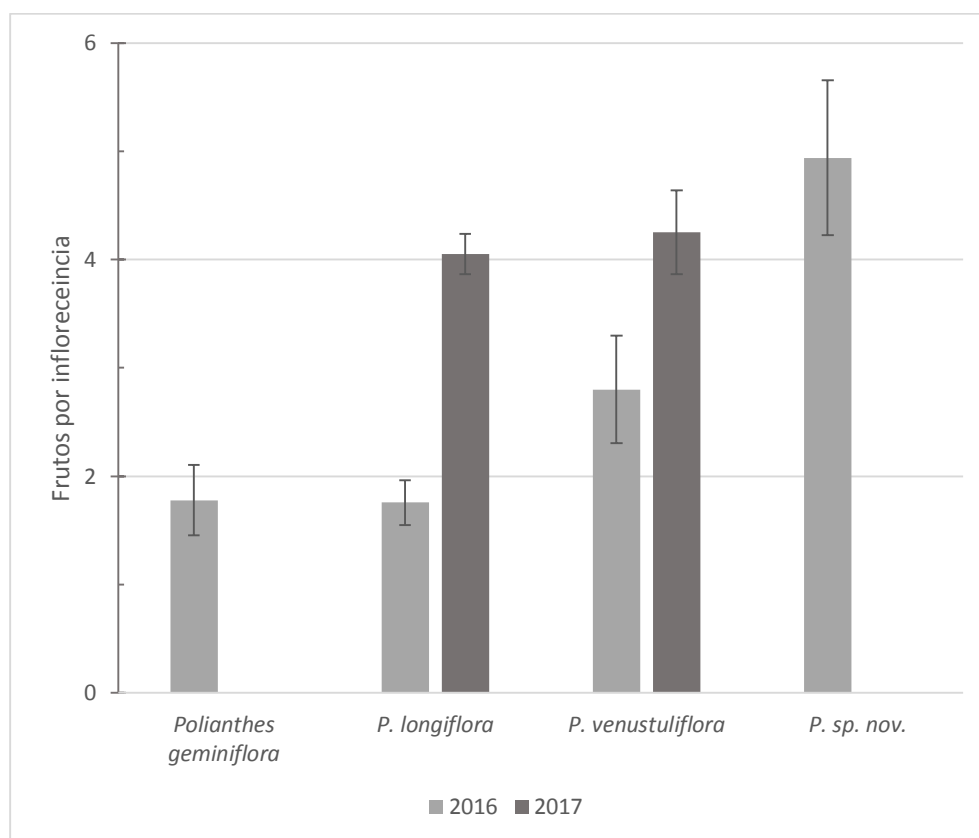


Figura 16. Número promedio de frutos por inflorescencia entre las diferentes especies de nardos, de acuerdo a la temporada reproductiva analizada.

d) Número de semillas (maduras y vanas)

Durante la primera temporada, se encontró que la cantidad de semillas maduras que producen los nardos michoacanos por fruto es baja: *Polianthes geminiflora* sp. 20, *P. longiflora* y *P. venustuliflora* 36 y *P. sp. nov.* 46. En contraste, para la segunda temporada reproductiva, se encontró que la fecundidad de las dos especies analizadas se incrementó a 44 y 92 semillas maduras en *P. venustuliflora* y *P. longiflora*, respectivamente (cuadro 7; figura 17).

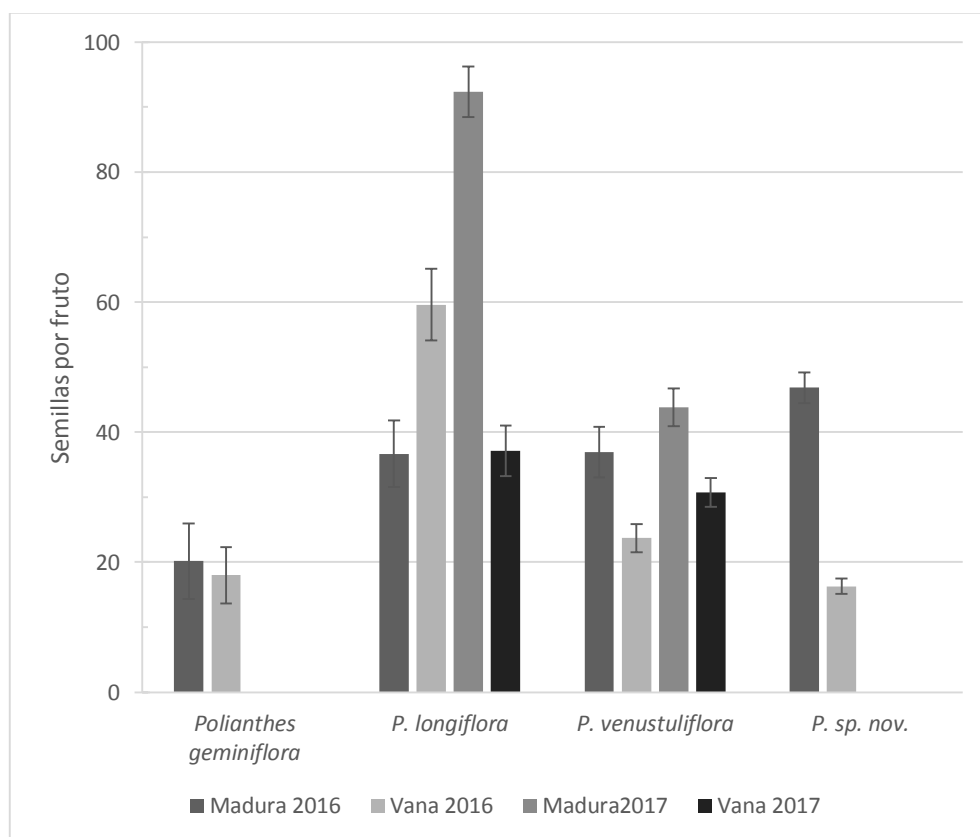


Figura 17. Número de semillas maduras y vanas producidas por los nardos michoacanos, correspondiente a dos temporadas reproductivas consecutivas.

e) *Fruit-Set*

Se documentó que sólo una proporción pequeña de las flores producen frutos entre los nardos michoacanos (cuadro 7). Esta variable adquiere valores que oscilan de 0.22 a 0.48 para la primera temporada reproductiva entre las cuatro especies y de 0.34 a 0.69 en *Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora* para la segunda temporada reproductiva (2017; figura 18).

Estos resultados muestran que hay una ineficiencia diferencial en el proceso de polinización de las flores en las cuatro especies bajo las dos condiciones (*ex situ* vs *in situ*), siendo más crítico en el primer caso. No obstante, es posible que la manipulación de los individuos durante su extracción y plantación, pudo influir en la reproducción de la primera temporada, que explicaría la diferencia en la eficiencia en la polinización de las dos condiciones.

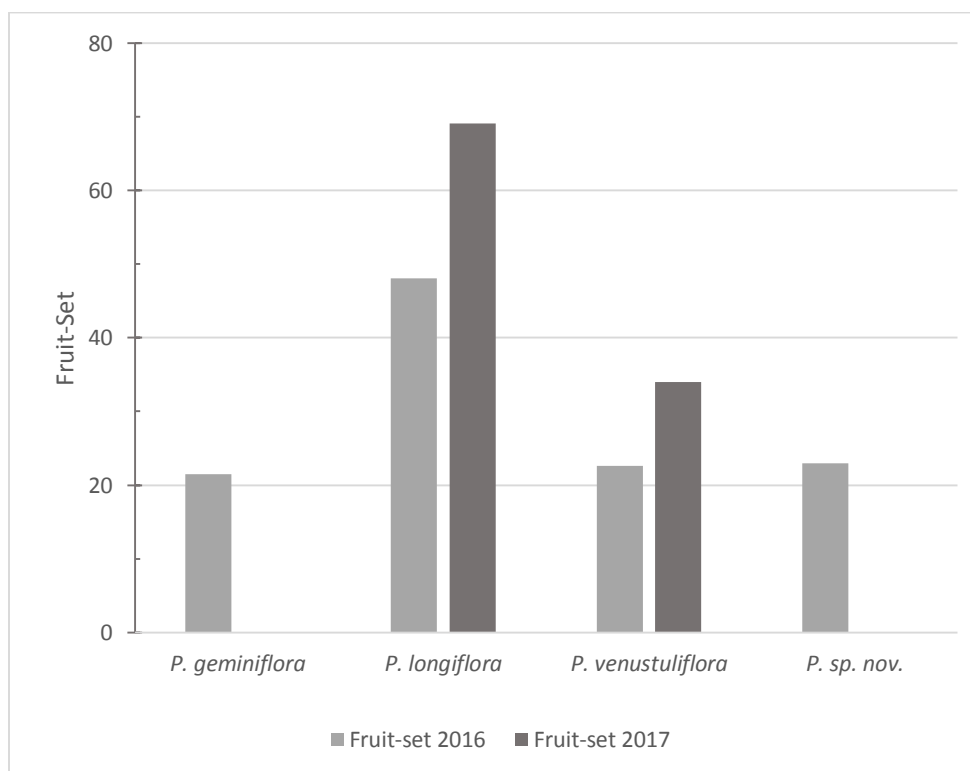


Figura 18. Proporción de flores que se transforman en frutos (*Fruit-Set*) entre los nardos michoacanos durante dos temporadas reproductivas consecutivas.

f) Seed-Set

Cuando se evaluó la proporción de los óvulos que producen semillas maduras, se encontró que oscila entre 0.38 en *Polianthes longiflora* y 0.74 en *P. sp. nov.* en la primera temporada; y de 0.58 y 0.71 entre *P. venustuliflora* y *P. longiflora*, respectivamente para la segunda temporada (cuadro 7, figura 19). Los resultados muestran que en condiciones de cultivo, no aumentó la fecundación en *P. venustuliflora*, mientras que en *P. longiflora* prácticamente se duplicó su eficiencia.

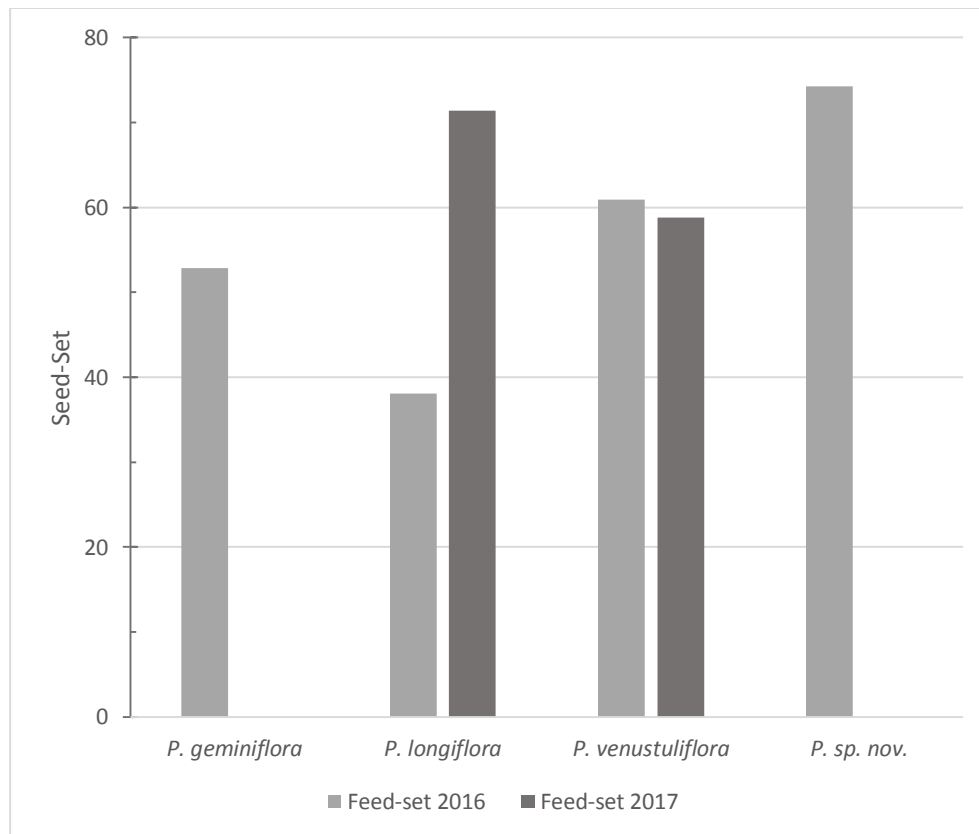


Figura 19. Proporción de óvulos que son fecundados para producir semillas maduras (*Seed-Set*) entre los nardos michoacanos durante dos temporadas reproductivas.

g) Potencial reproductivo (PR)

Se registró que el potencial reproductivo de los nardos michoacanos oscila de 35.90 individuos en *Polianthes geminiflora* sp. y hasta 374.22 individuos en *P. longiflora*, independientemente de la temporada analizada. Se observa que la descendencia potencial es mayor entre las dos especies mantenidas en condiciones naturales (temporada de 2017 o *in situ*; figura 20, cuadro 7)

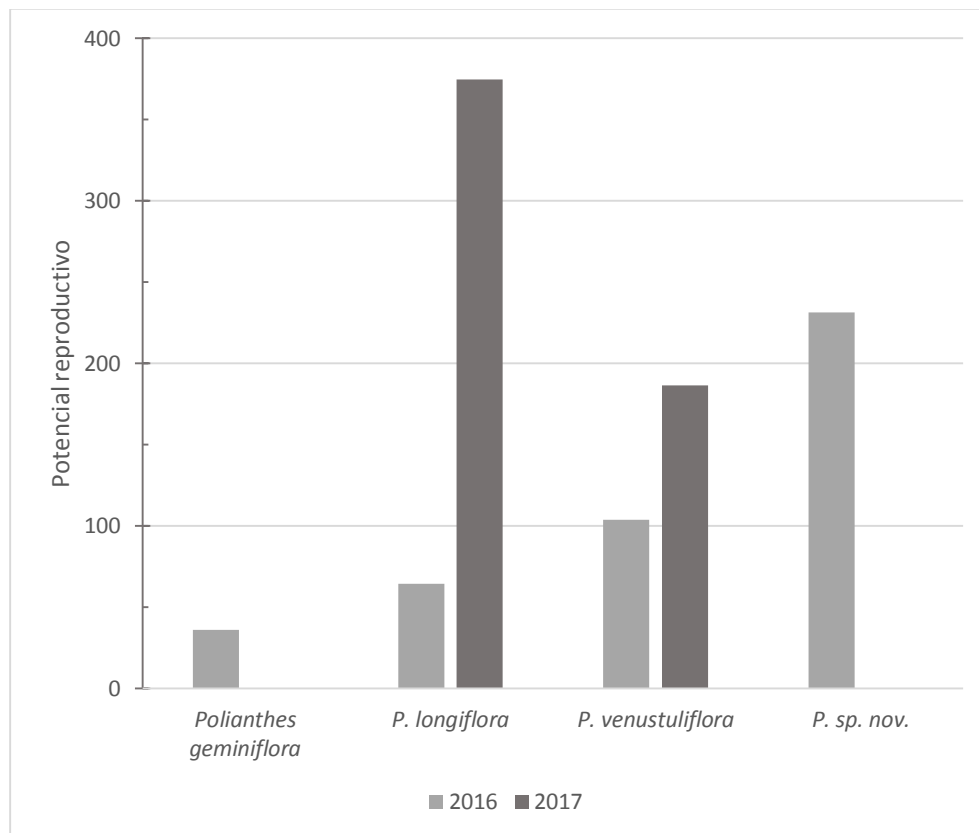


Figura 20. Potencial reproductivo que exhiben los nardos michoacanos durante dos temporadas reproductivas consecutivas.

6.4.4. Biología de la Germinación

En el cuadro 8 se muestran los resultados de la biología de la germinación de las cuatro especies estudiadas y en cuadro 9 los resultados del estadístico ANOVA. Se calculó la capacidad germinativa (CG) y el tiempo medio de germinación (TMG), en función de la temperatura y el fotoperiodo al que fueron sometidas las semillas.

Cuadro 8. Germinación de semillas entre los nardos estudiados. CG=Capacidad germinativa y TMG= Tiempo medio de germinación.

Especie	Temperatura (°C)	Fotoperiodo	CG (%)	TMG (días)
<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	12	Luz	0	0
		Sombra	0	0
	23	Luz	67.33 ± 4.37	11.81
		Sombra	60 ± 2	12.59
<i>P. longiflora</i>	12	Luz	3.33 ± 0.66	14.9
		Sombra	0.67 ± 2.40	4.5
	23	Luz	84.67 ± 0.66	6.41
		Sombra	86.67 ± 1.76	6.35
<i>P. venustuliflora</i>	12	Luz	2.67 ± 0.66	15
		Sombra	4 ± 1.15	11.83
	23	Luz	90.67 ± 2.66	8.88
		Sombra	92.67 ± 2.40	8.64
<i>P. sp. nov.</i>	12	Luz	0	0
		Sombra	0	0
	23	Luz	61.33 ± 1.76	11.67
		Sombra	68 ± 4	11.95

Cuadro 9. Valores de F y P de acuerdo a los factores de la germinación de *Polianthes*

Factor	F	P	Resultados
Comparación entre Especies	61.233	0.0001	Hay diferencias significativas entre Especies
Comparación entre Temperaturas	5412.007	0.0001	Hay diferencias significativas entre las Temperaturas
Comparación entre Fotoperiodos	0.167	0.686	NO hay diferencias significativas entre los Fotoperiodos
Comparación interacción entre Especies y Temperaturas	39.047	0.0001	Hay diferencias significativas entre la interacción Spp-Temp
Comparación interacción entre Especies y Fotoperiodos	2.14	0.115	NO hay diferencias significativas entre la interacción Spp-Fotoperiodos
Comparación interacción entre Temperaturas y Fotoperiodos	0.327	0.572	No hay diferencias significativas entre la interacción Temps-Foto
Comparación interacción entre Especies, Temperaturas y Fotoperiodos	2.3	0.096	NO hay diferencias significativas entre la interacción de Spp-Temps-Fotoperiodos

a) Capacidad germinativa (CG)

Las semillas exhiben una mayor capacidad para germinar a 23°C (promedio de 76.41%) que a 12°C (1.33%) entre las cuatro especies sin considerar el fotoperiodo existiendo una diferencia significativa entre ellas (cuadro 8 y 9). Si se evalúa el efecto del fotoperiodo, se encontró que es ligeramente mayor a la sombra (76.83% y 1.17% a 23°C y 12°C, respectivamente) que a la luz, pero estas diferencias no son significativas (76% y 1.5% a 23°C y 12°C, respectivamente; cuadro 9, figura 21).

A una temperatura de 23°C, *Polianthes venustuliflora* mostró los mayores porcentajes de germinación (92.67% y 90.67% sombra y luz, respectivamente). Los valores más bajos a la sombra se registraron en *P. geminiflora* (60%) y con luz para *P. sp. nov.* Los análisis estadísticos muestran que las diferencias entre especies son significativas (61.33%; cuadro 9, figura 21).

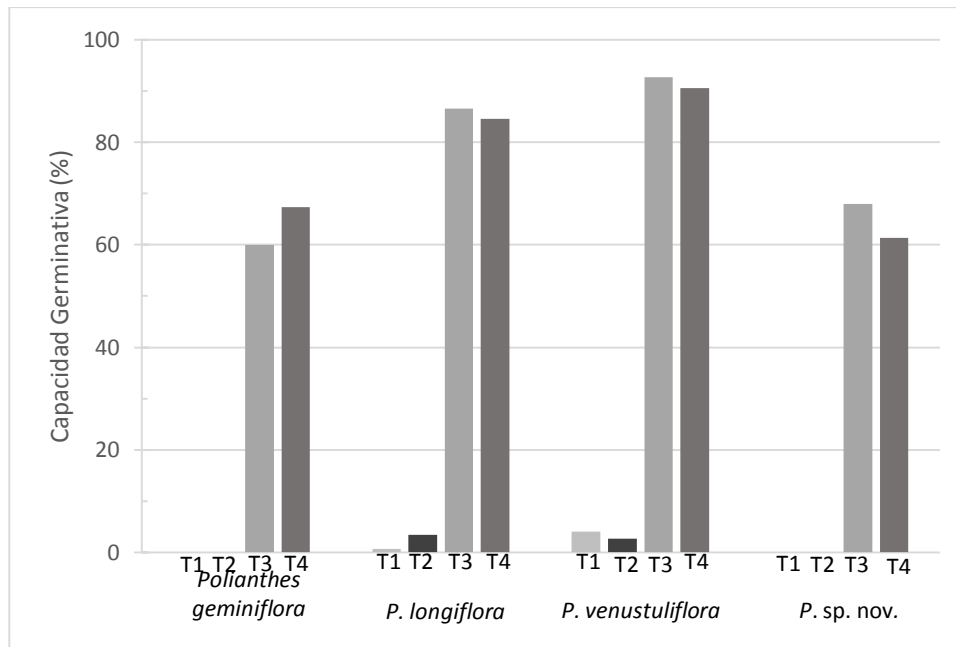


Figura 21. Capacidad germinativa que exhiben las semillas de los nardos michoacanos con diferentes tratamientos: T1 = 12°C y obscuridad; T2 = 12°C y luz; T3 = 23°C y obscuridad; y T4 = 23°C y luz.

b) Tiempo medio de germinación (TMG)

De manera general e independientemente de los fotoperiodos y las especies, las semillas expuestas a mayor temperatura demandaron de un menor tiempo para germinar (9.78 días a 23°C y 11.43 días a 12°C; cuadro 8).

Las semillas de las cuatro especies sometidas a 23°C tardaron en germinar de 6 a 13 días. *Polianthes longiflora*, registró el menor tiempo de germinación independientemente del fotoperiodo. Por otro lado, con temperatura de 12°C el tiempo fue de 4 a 15 días. Sin embargo, hay que recordar que a esta temperatura la capacidad germinativa fue casi nula y solo aplica para las especies de *P. longiflora* y *P. venustuliflora* (figura 22)

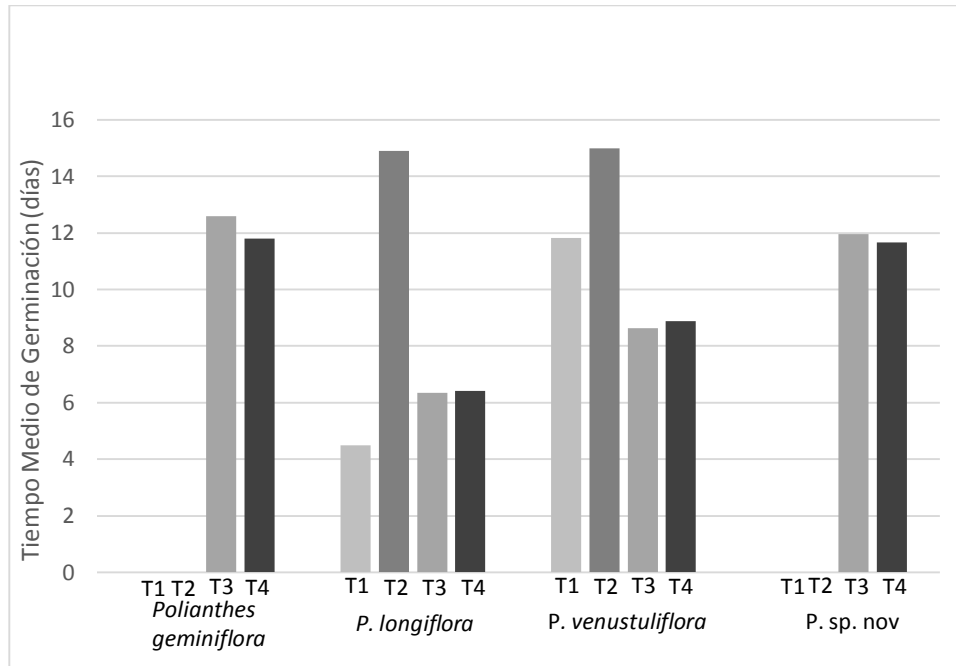


Figura 22. Tiempo medio de germinación que exhiben las semillas de los nardos michoacanos, con diferentes tratamientos: T1 = 12°C y obscuridad; T2 = 12°C y luz; T3 = 23°C y obscuridad; y T4 = 23°C y luz.

c) Cinética de la germinación

En la figura 23 se muestra la cinética de germinación que mostraron las cuatro especies de nardo. Se observó que *Polianthes longiflora* (b) alcanza en el menor tiempo su máxima capacidad germinativa para los tratamientos T3 y T4, seguido de *P. venustuliflora* (c), *P. sp. nov.* (d) y *P. geminiflora* (a). Con respecto a los tratamientos T1 y T2, la capacidad germinativa es prácticamente nula para todas las especies.

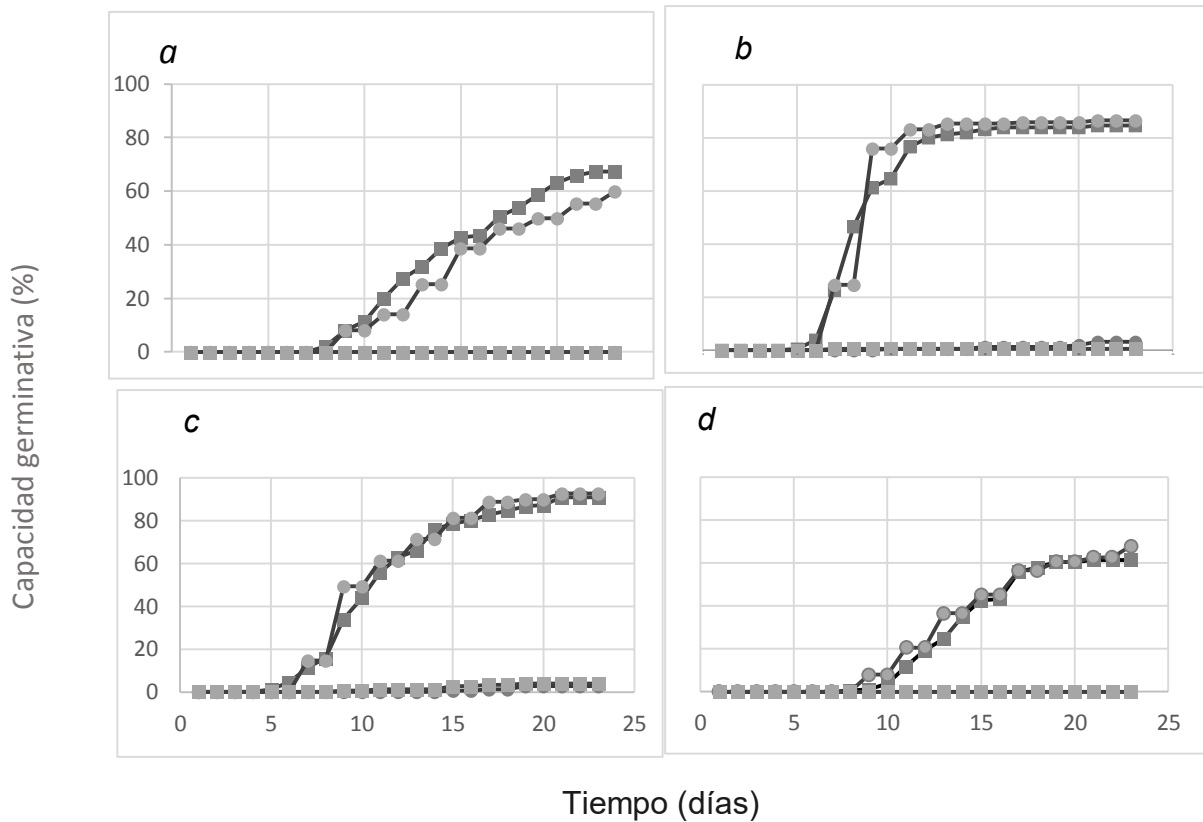


Figura 23. Cinética de la germinación de (a) *Polianthes geminiflora* sp., (b) *P. longiflora*, (c) *P. venustuliflora* y (d) *P. sp. nov.*, con diferentes tratamientos: T1 (■) = 12°C y obscuridad; T2 (●) = 12°C y luz; T3 (◐) = 23°C y obsc.; y T4 (◑) = 23°C y luz.

d) Crecimiento de plántulas en función a la longitud de las hojas

En la figura 24, se observa el incremento de la longitud promedio (cm) de la primera hoja desarrolla por las plántulas. Las especies que incrementaron su longitud en mayor medida fueron *Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora*. Cabe señalar que durante los dos meses en donde se registró el microclima de los almácigos en el invernadero, la temperatura promedio fue de 27.45°C con la mínima de 18°C y la máxima de 35°C. Mientras que la humedad atmosférica, en promedio fue de 63.63%, con una mínima de 47.33% y una máxima de 81.66% de humedad relativa.

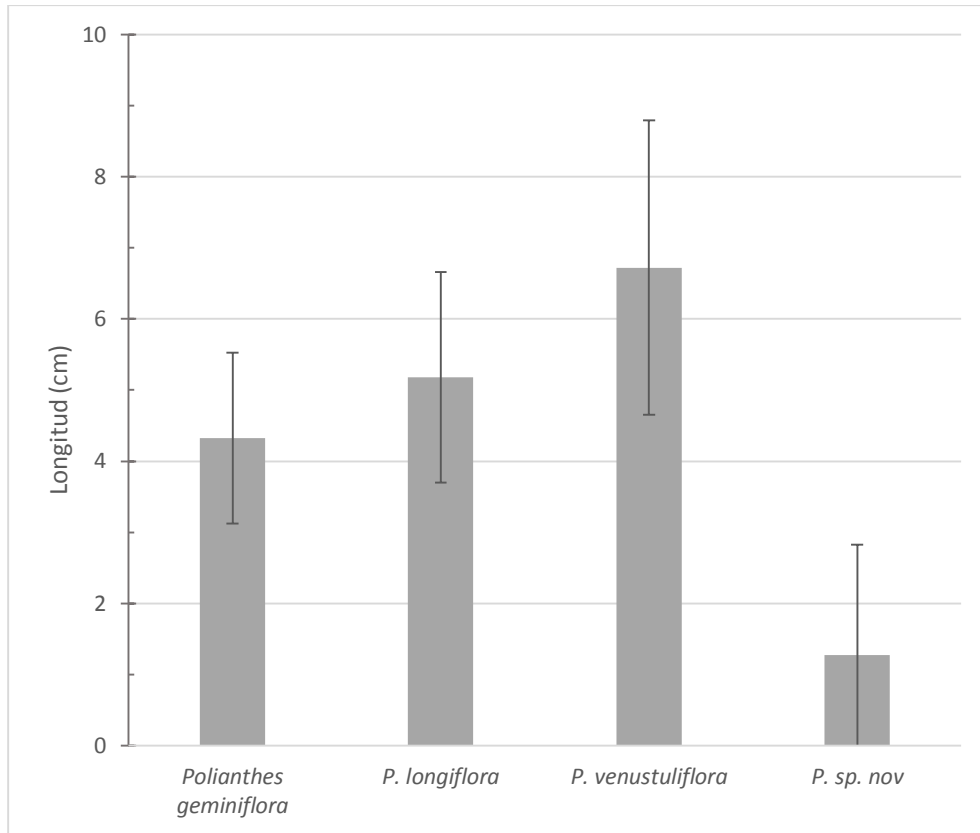


Figura 24. Crecimiento promedio de las plántulas en términos de la longitud de la primera hoja desarrollada, al final del monitoreo de ocho meses.

e) Cinética del crecimiento de las plántulas

En la figura 25 se muestra la cinética del crecimiento de la primera hoja desarrollada por las plántulas de los nardos estudiados. Las cuatro especies muestra un patrón de crecimiento similar.

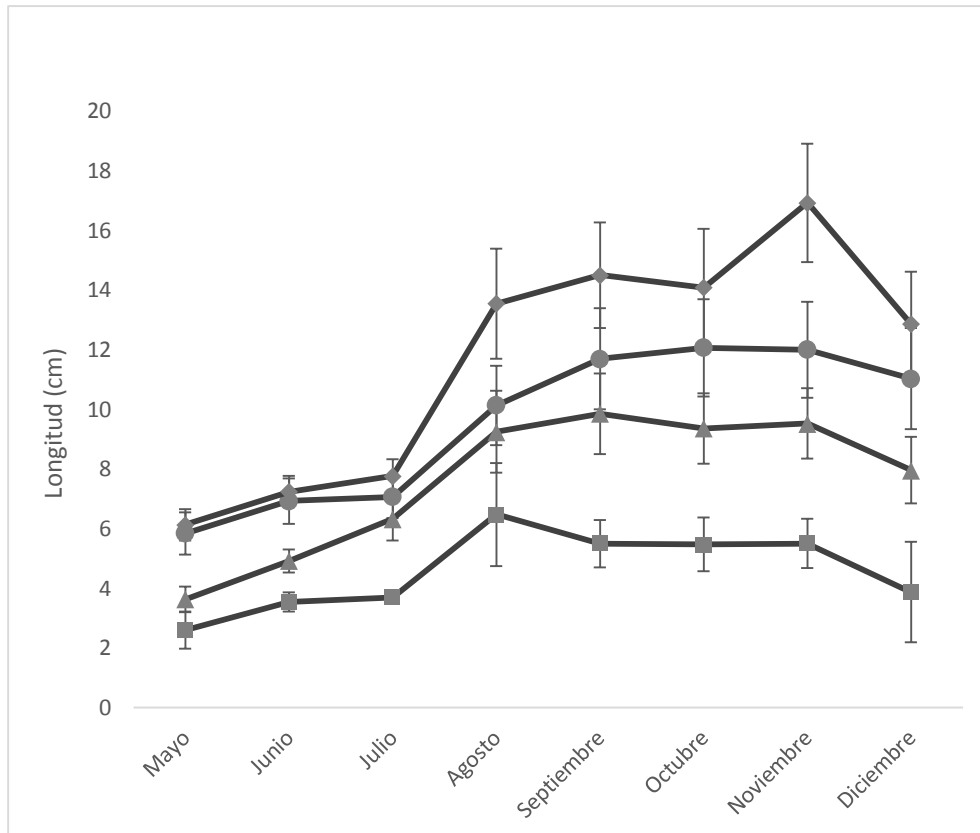


Figura 25. Cinética del crecimiento de la primera hoja desarrolla en las plántulas de: *Polianthes geminiflora* sp. (—◆—), *P. longiflora* (—▲—), *P. venustiflora* (—●—) y *P. sp. nov.* (—■—).

f) Índice de sobrevivencia

Las plántulas derivaron de las germinaciones a 23°C. El periodo de registro fue de mayo a diciembre de 2017. En general, se observó que las plántulas experimentaron una mortalidad paulatina y constante durante el periodo de monitoreo, alcanzando en promedio el 37% de sobrevivencia entre las cuatro especies de nardos. *Polianthes* sp. nov. registró el índice de sobrevivencia más bajo (16%), mientras que *P. geminiflora* presenta el mayor Índice de sobrevivencia con 52%. En la figura 26 se muestra la cinética de las curvas de sobrevivencia entre las cuatro especies estudiadas.

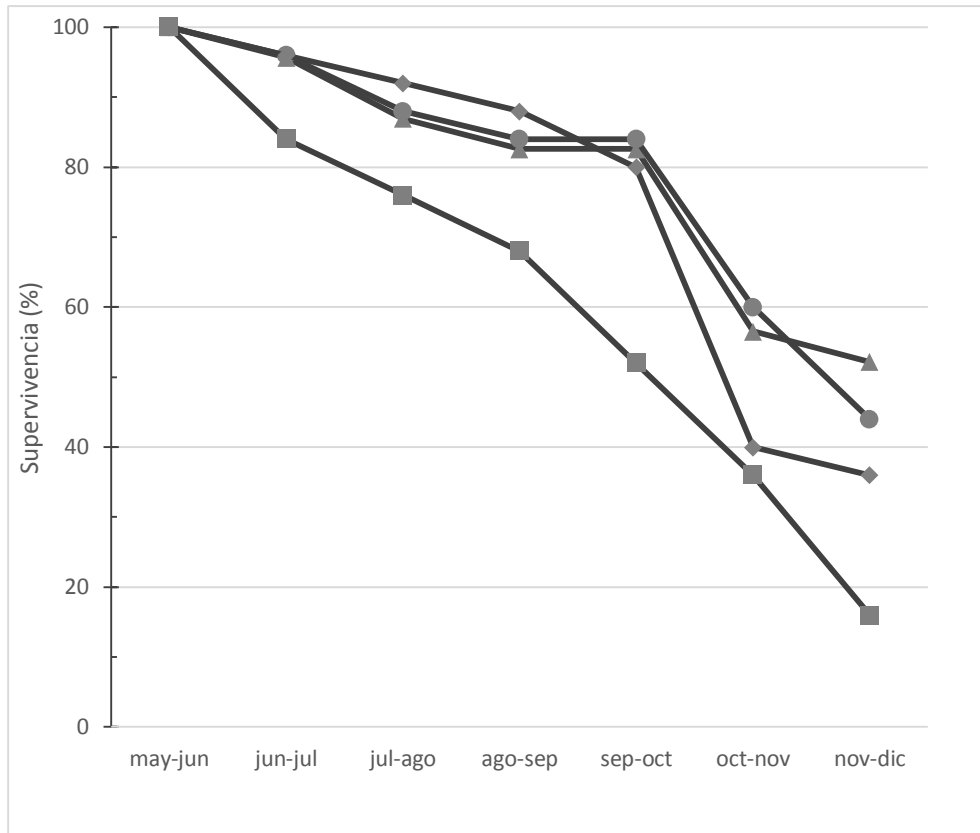


Figura 26. Curva de sobrevivencia entre las plántulas de *Polianthes geminiflora* sp. (—▲—), *P. longiflora* (—●—), *P. venustuliflora* (—◆—), y *P. sp. nov.* (—■—).

6.5. ESTADO DE CONSERVACIÓN

Siguiendo los cuatro criterios en los que se basa el MER, a continuación se muestran los resultados para cada uno. Para mayor detalle ver anexo 1

6.5.1. Criterio A. Características de la Distribución Geográfica del taxón

Michoacán tiene una extensión territorial de 59,864 Km² (Villaseñor, 2005) y de acuerdo a esta investigación, ninguna especie tiene más el 5% del territorio michoacano (cuadro 10). El número de poblaciones silvestres de las especies

analizadas va desde una a nueve y normalmente se registraron en una o dos provincias biogeográficas: Eje Neovolcánico y la Sierra de Coalcomán.

Cuadro 10. Valores correspondientes a las características de la distribución geográfica de los nardos michoacanos.

Especie	CRITERIO A				SUMA	VALOR
	A1	A2	A3	A4		
<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	4	1	2	2	9	0.81
<i>P. longiflora</i>	3	3	3	1	10	0.90
<i>P. venustuliflora</i>	2	2	3	1	8	0.72
<i>P. sp. nov.</i>	4	3	3	1	11	1.00

6.5.2. Criterio B. Características del hábitat del taxón

Los nardos fueron observados en tres tipos de vegetación: humedales templados (*Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora*), bosques mixtos de pino-encino y en matorrales subtropicales (*P. geminiflora*), no requieren de hábitats especializados pero siempre estuvieron en vegetación primaria (cuadro 11). El intervalo altitudinal osciló en los 1823 m (*P. venustuliflora*) hasta 2402 m (*P. longiflora*).

Cuadro 11. Valores correspondientes a las características del hábitat de los nardos michoacanos.

Especie	CRITERIO B					SUMA	VALOR
	B1	B2	B3	B4	B5		
<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	2	0	0	0	1	3	0.33
<i>P. longiflora</i>	3	1	1	0	2	7	0.77
<i>P. venustuliflora</i>	3	1	1	0	2	7	0.77
<i>P. sp. nov.</i>	2	0	1	0	3	6	0.66

6.5.3. Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón

El cuadro 12 presenta las características de la vulnerabilidad biológica de los nardos. El número total de individuos por población osciló de 270 hasta 1, 000,000 de individuos. En general, es común observar individuos juveniles entre las poblaciones, lo que sugiere reclutamientos exitosos.

La floración es sincrónica, pero en *Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora* se observó un patógeno que afecta la producción de flores, León (2013) reporta en *Agave inaequedens* una afectación similar a *Polianthes*, el cual se manifiesta como una mancha de color café, principalmente en la floración, se extienden en forma circular secando el tejido, repercutiendo en la posibilidad de reclutamiento de esta temporada reproductiva. La reproducción probablemente es denso dependiente, debido al síndrome floral, el cual por la coloración de las flores y fragancias que despiden, se puede decir que presenta un síndrome entomófilo nocturno y ornitófilo. Producen cantidades moderadas de semillas, principalmente maduras y en menor proporción vanas que son, posiblemente, dispersadas por el viento y el agua. Todas las especies producen yemas de crecimiento, lo que favorece su mantenimiento poblacional en su hábitat.

Cuadro 12. Valores correspondientes a la vulnerabilidad biológica intrínseca de los nardos michoacanos.

Especie	CRITERIO C																					SUMA	VALOR
	C1							C2				C3											
	1	2	3a	3b	3c	3d	3e	3f	3g	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7			
<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	3	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.30	
<i>P. longiflora</i>	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0.26
<i>P. venustuliflora</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.26	
<i>P. sp. nov.</i>	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.26	

6.5.4. Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón

En el cuadro 13 se presentan los resultados de este criterio. De acuerdo con observaciones de campo durante cerca de 10 años en los lugares en donde se desarrollan las poblaciones de nardos (S. Arizaga, comunicación personal) y comentarios de los pobladores locales, se puede intuir que el disturbio antrópico sí afecta a las poblaciones y que su efecto adverso es proporcional a la intensidad del impacto, de manera que se afecta la viabilidad de las poblaciones.

Se ha observado que el cambio de uso de suelo está perjudicando las poblaciones silvestres de *Polianthes geminiflora* sp., *P. longiflora* y *P. venustuliflora* con la consecuente reducción y pérdida de las mismas poblaciones silvestres (S. Arizaga, comunicación personal). Además, la cosecha de inflorescencias de los nardos con flores fragantes (*P. longiflora* y *P. venustuliflora*), son comercializadas en los mercados locales, otra buena parte (en especial *P. longiflora*) son usadas para las festividades de Nuestra Señora de la Asunción llevadas a cabo año con año a principios del mes de agosto en el poblado de

Zinciro. Todo lo mencionado afecta la estructura poblacional, al eliminar las flores, se reduce la capacidad reproductiva de las poblaciones. A pesar de su potencial ornamental y el aprovechamiento local, ninguna especie se cultiva.

Cuadro 13. Valores correspondientes al impacto de la actividad humana de los nardos michoacanos.

Especie	CRITERIO D					SUMA	VALOR C
	D1	D2	D3	D4	D5		
<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	1	3	1	1	0	6	0.6
<i>P. longiflora</i>	1	3	1	3	0	8	0.8
<i>P. venustuliflora</i>	1	3	1	3	0	8	0.8
<i>P. sp. nov.</i>	1	3	1	0	0	5	0.5

Resultado de la MER

En el cuadro 14 se resumen los resultados de los cuatro criterios aplicados para la determinación del estado de conservación de los nardos silvestres en el estado de Michoacán. El puntaje para cada especie estudiada, es la suma aritmética de sus respectivos subcriterios evaluados en este estudio, refleja una relación directa del grado de riesgo en que se encuentran las especies (Semarnat, 2010).

Se documentó que tres de las cuatro especies de nardos que se distribuyen en Michoacán están en Peligro de Extinción (*P*) y *Polianthes geminiflora* sp. en una categoría de Amenaza (*A*).

Cuadro 14. Categoría de riesgo de las especies de nardos silvestres en Michoacán. A= Amenazada; P= En Peligro de Extinción.

Especie	Criterios				Puntaje MER	Categoría de Riesgo
	A	B	C	D		
<i>Polianthes geminiflora</i> sp.	0.82	0.33	0.30	0.50	1.95	A
<i>P. longiflora</i>	0.91	0.77	0.26	0.80	2.74	P
<i>P. venustuliflora</i>	0.73	0.77	0.26	0.70	2.46	P
<i>P. sp. nov</i>	1.00	0.66	0.26	0.50	2.42	P

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

7.1 BIODIVERSIDAD DE NARDOS EN MICHOACÁN

En Michoacán, las poblaciones de *Polianthes* se localizan en dos regiones (noroeste y centro-norte) con cuatro especies. Uno de estos nardos corresponde a una especie nueva. La cantidad y distribución de las poblaciones silvestres de las especies estudiadas no han sido adecuadamente exploradas y documentadas debido a los problemas de inseguridad acaecidos en los últimos años en Michoacán y en el país, esta situación impide la exploración botánica hacia zonas “seguras”. Una zona poco explorada es la Sierra de Coalcomán, donde se han referido registros y especies nuevas (ejem. *Bia manuelii*; Villaseñor, 2003; Lara-Cabrera, 2016), pero su acceso en la actualidad es muy arriesgado debido a la presencia de delincuencia organizada.

Otro factor que está afectando el conocimiento de la distribución de las especies, es la destrucción acelerada de su hábitat. Feria-Arroyo *et al.* (2010) han documentado este factor de transformación de la vegetación por efectos antrópicos que influye adversamente en el estado de conservación en cinco especies de nardos mexicanos.

El desarrollo de huertos de aguacate en la zona de centro de Michoacán, que cada año se va extendiendo, es otro caso de alarma que está atentando contra la biodiversidad. Consiste en destruir los bosques templados de encinos y pinos para cultivar aguacates (Chávez-León *et al.*, 2012). Esta destrucción puede inducir la pérdida de poblaciones de nardos silvestres aún desconocidas. Otra causa que atentan contra la conservación de las especies estudiadas son la ganadería, la agricultura y la cosecha de individuos de las poblaciones silvestres. Este mismo efecto ha sido documentado en otro estudio para *Polianthes densiflora*, *P. howardii*, *P. longiflora*, *P. palustris* y *P. platyphylla* (Chávez-León *et al.*, 2012).

Algunos de los atributos biológicos que hacen vulnerables a las poblaciones de nardos michoacanos son: i) las pocas poblaciones; ii) la baja densidad de individuos por población; iii) la distribución agregada de los individuos en cada

población; iv) un *fruit-set* bajo, en promedio cercano a un tercio; v) una tasa de sobrevivencia baja entre las plántulas; y vi) una tasas de crecimiento lento de las plántulas que limita llegar a la edad reproductiva en varios años.

7.2 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS REPRODUCTIVOS

Frutos. Las cápsulas alcanzan la madurez una vez que adquieren un color pardo y muestran indicios de dehiscencia, análogo a como sucede en *Agave* (Santiago, 1998). En la primera temporada de monitoreo, se registró que la cantidad de cápsula producidas, en términos relativos fue de menos de una cuarta parte de las flores producidas para *Polianthes geminiflora* sp., *P. venustuliflora* y la especie nueva. Mientras que en *P. longiflora* casi la mitad de las flores desarrollan frutos. Para la segunda temporada y en ambas especies, el número de flores que desarrollan fruto se incrementó de forma notoria en *P. longiflora*.

Cuando se contrastan los valores *Fruit-set* entre *Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora* en las dos temporadas de monitoreo, se registró un incremento del mismo, probablemente porque aumentó el promedio de la polinización, estos resultados indican que la polinización de los nardos posiblemente no es específica, sino generalista y es llevada a cabo posiblemente por insectos, ya que muestran un síndrome floral de tipo entomófilo u ornitófilo como en *Manfreda* (Eguiarte, L. y A. Búrquez. 1987).

Esto significa que menos de un tercio de las flores de las cuatro especies fueron polinizadas en 2016 (condiciones cultivadas), mientras que en el periodo de 2017 (condiciones *in situ*), la polinización se incrementó hasta 34% y 69% en *Polianthes venustuliflora* y *P. longiflora*, respectivamente.

De manera cualitativa se pudo observar que el tamaño de la inflorescencia es inversamente proporcional al tamaño de los frutos, es decir, cuando las inflorescencias son de mayor longitud, las dimensiones de los frutos son más pequeños.

Semillas. La maduración de las semillas de *Polianthes* mostró el mismo comportamiento biológico que el observado en *Agave* (Arizaga, 1998). Por tanto,

las semillas maduras son de color negro, mientras que las vanas son de color claro (Arizaga, 1998).

En torno a su producción, los nardos michoacanos producen pocas semillas que oscilan entre 20 a 47 semillas por cápsula. Por el contrario, las cápsulas de los magueyes (*Agave macroacantha*) son de mayor tamaño, pueden contener hasta 117 semillas (Arizaga, 1998). El contraste es aún más marcado cuando se analiza en términos del potencial reproductivo entre los dos géneros de agaváceas: los nardos producen de 36 hasta 374 semillas por inflorescencia, según la especie y la temporada, mientras que *A. macroacantha* produce 2800 semillas por inflorescencia (Arizaga, 1998). No obstante, además de las diferencias marcadas en tamaño, está implícito la historia de vida de estos géneros: *Polygonum* son plantas policárpicas que se reproducen durante varios años, mientras que *Agave* es monocárpica, por ende, se reproduce una sola vez en su vida, lo que implica que el esfuerzo energético que tienen que asignar a este proceso biológico es mayor.

7.3 BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

Entre los nardos michoacanos se registró que la proporción de óvulos que producen semillas maduras (*Seed-set*) fue del 56%. Esto sugiere que la polinización de los nardos estudiados no es eficiente. En este sentido, hace falta investigar con detalle la biología de la polinización para conocer el sistema de entrecruzamiento y la dependencia de los polinizadores efectivos. Por ejemplo, *Agave macroacantha*, es una especie protándrica y alógama, requiere obligadamente de un vector biológico para asegurar su polinización cruzada, siendo los murciélagos del género *Leptonycteris* los polinizadores efectivos. Estos contribuyen con un *Seed-set* de 49%, mientras que, las polillas nocturnas sólo contribuyen con la mitad de las semillas que produce la polinización quiropterofila. No obstante, en conjunto los visitantes nocturnos (polillas y murciélagos) actúan sinérgicamente para aumentar el potencial reproductivo de los magueyes (hasta 62%; Arizaga, 1998). *A. palmeri*, *Manfreda brachystachya* y *Yucca elata* son otras

especies de agaváceas cuyo sistema reproductivo es de tipo alógamo (Howell y Roth, 1981, Eguiarte y Búrquez, 1987; Craig *et al.*, 1993).

El número de semillas producidas de los nardos michoacanos en promedio fue de 35. Esta cantidad es muy baja, si se compara con *Agave macroacatha* que produce 2800 semillas por individuo. Sin embargo, se trata de dos géneros emparentados pero con historias de vida diferentes en su reproducción: los agaves en términos relativos tienen un *Seed-set* de 35% (Arizaga, 1998).

Las semillas son estructuras reproductoras diseñadas para asegurar el mantenimiento de la especie. Por ello, son resistentes a la desecación, poseen reservas nutritivas y además, pueden presentar latencia hasta que las condiciones ambientales sean óptimas para su germinación (Simón-Martínez y Moysset, 2006). En este trabajo se observó que cuando las semillas de los nardos se someten a una temperatura de 12°C, la germinación es prácticamente nula, pero cuando las mismas se exponen a 23°C, estas germinan con valores por encima del 50%. En algunos trabajos de germinación en agaves, se ha encontrado que a temperaturas extremas de 15° y 40°C, los porcentajes de germinación de semillas son mínimos (Serrano 1999; Cota, 2013; Niño, 2013). La literatura indica que la temperatura óptima para la germinación de la mayoría de las semillas se encuentra entre los 25°-30°C (Serrano, 1999; Cota, 2013; Niño, 2013). Los nardos, en general exhibieron una capacidad germinativa del 76%.

7.4 ESTATUS DE CONSERVACIÓN DE *POLIANTHES* EN MICHOACÁN

En esta investigación se evaluó el estado de conservación que presentan los nardos silvestres en Michoacán mediante los criterios establecidos por el MER para Plantas (Anexo II; Semarnat, 2010), con algunas modificaciones en su ejecución, para poder acotarlo a nivel estatal.

De acuerdo con los resultados, se registró que la categoría de riesgo que presentaron tres de las cuatro especies de nardos en Michoacán es en **Peligro de Extinción (P)**, por tanto, son “especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio michoacano han disminuido drásticamente

poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores como la modificación o destrucción drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación entre otros. Esta categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la UICN.” (Sánchez, *et al.*, 2007) y *P. geminiflora* en una categoría de **Amenaza**.

Los principales factores de riesgo observados son antrópicos y se describen a continuación:

- a) **Cambio de uso del suelo.** Con base en observaciones previas (S. Arizaga, comunicación personal) y durante el desarrollo de la presente investigación, se observó la transformación del hábitat por construcciones y apertura de nuevas parcelas agrícolas que han ocasionado la desaparición parcial o total de poblaciones de *Polianthes geminiflora* sp. en Michoacán. Feria-Arroyo *et al.* (2010) han documentado este factor sobre la vulnerabilidad a la que están expuestas las poblaciones nardos, incluso por efecto de asentamientos urbanos.
- b) **Ganadería.** Se ha observado que las poblaciones de *Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora* están amenazadas ante la presencia del ganado vacuno, que consume follaje y con el pisoteo destruye los tallo hipógeos. Este factor igualmente ha sido referido en *P. densiflora* que es consumido por cerdos (Feria-Arroyo *et al.*, 2010).
- c) **Cosecha de inflorescencias.** De acuerdo con comentarios de los pobladores locales, es una práctica común y frecuente que la gente de la región y foránea, realice la colecta de las inflorescencias de *Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora* en grandes cantidades, según afirman, “en la temporada de azucena solían sacar camionetas colmadas”. Esta práctica al parecer lleva varios años de realizarse, al menos más de 10 años en *P. venustuliflora* (S. Arizaga, comunicación personal), ya que se tratan de dos especies aromáticas muy apreciadas por la gente. En otro estudio (Feria-Arroyo *et al.*, 2010) se hace igualmente referencia de la extracción de flores de *P. longiflora* y *P. platyphylla*

con fines ornamentales, ceremoniales y medicinales, pero sin un programa de manejo sustentable.

Si bien el resultado de este trabajo sólo es una estimación del estado de conservación del género *Polianthes* en Michoacán, nos da una idea del estado de riesgo que presenta el género a nivel nacional como sucede con otras especies (Feria-Arroyo *et al.*, 2010), el cual sugiere que la presión que experimentan las especies persiste. Así por ejemplo, nuestros datos sugieren que *P. longiflora* incremento de categoría para Michoacán y esta tendencia también se observa a nivel nacional (Feria-Arroyo *et al.*, 2010).

Esta condición crítica de riesgo que exhiben los nardos, sugieren que los hábitat de las especies continúan sufriendo cambios que vulneran su conservación como lo refieren Feria-Arroyo *et al.* (2010). A la vez, revelan la urgente necesidad de implementar acciones para evitar desaparición de *Polianthes geminiflora* sp. y *P. longiflora* en Michoacán, así como la extinción de las especies *P. venustiflora* y *P. sp. nov.*, que hasta el momento sólo han sido registradas de manera natural en Michoacán.

Cuadro 15. Categorías del estado de conservación de *Polianthes* para México. Fuentes: ¹Semarnat, 2010; ²Feria-Arroyo *et al.*, 2010; ³Este trabajo para Michoacán. A= Amenazada; Pr = Sujeta a Protección Especial.

Especie	Estatus			
	IUCN 1997	NOM-059 ¹	MER-2010 ²	MER-2018 ³
<i>Polianthes densiflora</i>	Especie Rara	Especie Protegida	Peligro de Extinción	–
<i>P. howardii</i>	Especie Rara	Especie Protegida	Peligro de Extinción	–
<i>P. geminiflora</i>	–	–	–	Amenazada
<i>P. longiflora</i>	Especie Rara	Especie Protegida	Amenazada	Peligro de Extinción
<i>P. palustris</i>	Especie Rara	Especie Protegida	Extinta	–
<i>P. platyphylla</i>	Especie Rara	Especie Protegida	Amenazada	–
<i>P. venustuliflora</i>	–	–	–	Peligro de Extinción
<i>P. sp. nov.</i>	–	–	–	Peligro de Extinción

En el caso de los nardos con flores fragantes (*Polianthes longiflora* y *P. venustuliflora*), se deben desarrollar programas de manejo sustentables que aseguren su uso, a la par de su conservación. Mientras que para las sin fragancia, (*P. geminiflora* y *P. sp. nov.*), ejecutar programas de conservación.

Es importante señalar que todos los nardos tienen potencial ornamental, situación que podría aprovecharse para estimular que los pobladores locales se involucren en programas de conservación relacionadas con su cultivo. No obstante, esto implica promover esta actividad entre los viveros comerciales, pero desarrollando un programa sustentable de aprovechamiento de las especies a través de su cultivo *ex situ*. Este modelo de manejo ya ha sido exitosamente implementado en el sector de la horticultura ornamental en México, a través del Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI-SAGARPA; Reyes-Santiago *et al.*, 2011; Vázquez-García, 2011) y la Comisión Nacional Forestal (Reyes-Santiago, 2007), al establecer viveros de numerosas especies de plantas silvestres como cactus, dalias, tigridias y suculentas.

La implementación de este modelo de manejo, además de romper con el paradigma del uso de plantas ornamentales que se sustenta principalmente en el uso de plantas exóticas, redundará en una revalorización de la riqueza vegetal del país, a la par de brindar una alternativa sustentable de producción de plantas y con ello evitar la potencial presión del saqueo de individuos en las poblaciones silvestres de valor ornamental y con fines comerciales. Inclusive, este aprovechamiento comercial ya se ha aplicado exitosamente en el país con especies vegetales que figuran en alguna categoría de riesgo y que están protegidas por las leyes mexicanas según la NOM-059 de la Semarnat.

Sería adecuado impulsar la organización de la población humana local para conformar unidades de producción rural de flores de corte, dedicadas a la producción y comercio de nardos, bajo esquemas sustentables. No obstante aún hace falta estudios técnicos sobre el cultivo de nardos en vivero, cuya información parcialmente está definida en esta investigación. Del mismo modo faltan estudios de factibilidad de mercado. De ser posible, esto fomentaría un

nuevo esquema de desarrollo social local que derivaría en una fuente nueva de generación de ingresos y empleos para coadyuvar a la conservación de los nardos nativos bajo un esquema de uso y manejo de los recursos fitogenéticos nativos. Otra modalidad de conservación potencial, radica en promover su inclusión en colecciones científicas vivas como jardines botánicos, centros de investigación y Unidades Académicas como parte de la jardinería ornamental en donde se debería de privilegiar el uso de especies nativas, como se ha venido realizando en algunas dependencias de la UNAM, como el Jardín Botánico de CU y los EcoJardines del campus Morelia. Así mismo enriquecer con estudios etnobotánicos enfocados en los diferentes usos que le dan a los *Polianthes* los pobladores locales, quienes además han visto las modificaciones que han tendido las poblaciones de nardos.

Es importante destacar que la aplicación del MER como un instrumento metodológico, es de gran trascendencia para determinar el estado de conservación que guardan las especies en el país de una manera objetiva. No obstante, para el caso de los nardos, aún falta información sobre la historia de vida y genética de las especies para hacer más sólido el diagnóstico de su estatus. Sin embargo, la aplicación de este instrumento permitió corroborar que los nardos en Michoacán está en una estado de conservación muy crítico, lo cual es congruente con lo definido en otras fuentes bibliográficas (Semarnat, 2010; Feria-Arroyo *et al.*, 2010). Incluso, estos resultados sugieren la posibilidad de modificar el estatus de *Polianthes longiflora* e incluir a *P. geminiflora*, *P. venustuliflora* y *P. sp. nov.* en la NOM-059, a pesar de las carencias en algunos de los atributos biológicos referidos anteriormente.

REFERENCIAS

- APG III (The Angiosperm Phylogeny Group). (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.
- APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group). (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181:1-20.
- Arizaga, S. (1998). *Biología reproductiva de Agave macroacantha Zucc. en Tehuacán, Puebla. (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. México.*
- Ayala, M. M. (2006) *Patrones de diversidad y distribución del género Mafreda Salisb. Agavaceae. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México, D.F.*
- Barba-González, R., Rodríguez-Domínguez, J. M., Castañeda-Saucedo, M. C., Rodríguez, A., Van Tuyl, J. M., & Tapia-Campos, E. (2012). Mexican Geophytes I. The genus *Polianthes*. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 122-128.
- Cacho, N. I. (2003). *Correlaciones en forma de vida y ecología con características de elementos de vaso en Pedilanthus (Euphorbiaceae), con comentarios sobre su estado de conservación actual basados en trabajo de campo reciente. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Autónoma de México.*
- Castro-Castro, A., Henández-López, L., Flores-Argüelles, A., & Rodríguez, A. (2016). *Polianthes quilae (Poliantheae, Agavaceae), a New and Endemic Species to Western Mexico. Systematic Botany*, 41 (3): 720-726.
- Castro-Castro, A., Rodríguez, A., Vargas-Amado, G., & Ramírez-Delgadillo, R. (2010). *Variación morfológica del género Prochnyanthes (Agavaceae). Acta Botánica Mexicana No. 92, 29-49.*

- Chávez-León, G., L.M. Tapia Vargas, M. Bravo Espinoza, J. T. Sáenz reyes, H. J. Muñoz Flores, I. Vidales Fernández, A. Larios Guzmán, J.B. Rentería Ánima, F.J. Villaseñor Ramírez, J. L. Sánchez Pérez, J. J. Alcántara Rocillo y M. Mendoza Cantú. (2012). Impacto del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Número 13.
- Cota, F. I. (2013). Germinación en cajas de Petri de semillas de Maguey, (*Agave aurea* Brandegge) (Tesis de pregrado) Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B. C. S.
- de la Cruz-Cruz, A., Gutiérrez-Mora, A., Rodríguez-Dominguez, J., Castañeda-Saucedo, M., & Tapia-Campos, E. (2015). Establecimiento de cultivos asepticos para la propagación in vitro de especies silvestres del género *Polianthes* L. (*Asparagaceae*). Encuentro Participacion de la mujer en la ciencia, 3-9.
- de la Cruz-Cruz, A., Rodríguez , J. M., Viguera, A. L., Portillo, L., Arias, J. A., Soltero, R., Tapia, E. (2013). Eficiencia en la micropropagación de dos especies silvestres del género *Polianthes* en relación a *Polianthes tuberosa*. 4° Congreso Internacional de Biología, Química y Agronomía. Innovación para el desarrollo sustentable (págs. 340-349). Guadalajara, Jalisco: Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Eguiarte, L. y A. Búrquez. (1987). Reproductive ecology of *Manfreda brachystachya*, an iteroparous species of *Agavaceae*. *The Southwestern Naturalist* 32 (2): 169-178.
- Espejo, S. A. y A. R. López F. (1992). Las monocotiledóneas mexicanas. Una sinopsis florística. Parte I. Consejo Nacional de la Flora de México. Universidad Autónoma Metropolitana–Iztapalapa. México, D. F. 76 p.

- Feria-Arroyo, T. P., Solano, E., & García-Mendoza, A. (2010). Reevaluación del riesgo de extinción de cinco especies del género *Polianthes* L. (Agavaceae). *Acta Botanica Mexicana* 92:11-28.
- Feria, T. P., Olson, M. E., García-Mendoza, A., & Solano, E. (Junio de 2009). A GIS-Based Comparison of the Mexican National and IUCN Methods for Determining Extinction Risk. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/24438412>
- García-Mendoza, A., & Galván, R. (1995). Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* N°56, 7-24.
- García-Mendoza, A.J. (2004). "Agaváceas. Biodiversidad de Oaxaca". Instituto de Biología, Editado por UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, Mexico, 1994, pp. 159-169.
- García-Mendoza, A., & Solano, E. (2007). *Polianthes oaxacana* y *P. geminiflora* var. *pueblensis* (Agavaceae), taxa nuevo de México. *Acta Botánica Mexicana* N° 78, 111-123.
- García-Mendoza, A.J., M.J. Cházaro Basañez, J. Nieto Sotelo, L.F. Sánchez Teyer, E. Tapia Campos, J.F. Gómez Leyva, M. Tamayo Ordoñez, J.A. Narváez Zapata, B. Rodríguez Garay, G.A. Palomino Hasbach, J. Martínez Ramón, J.C. Martínez Rodríguez, E.E. Quiñones Aguilar, G. Rincón Enríquez, M.J. Beltrán García, J.A. Quí Zapata, R. Guzmán Mendoza, Y. Mercado Flores, J.A. Ragazzo Sánchez, M. Calderón Santoyo y A. Gutiérrez Mora. (2017). Agave. En: Gschaedler Mathis, A.C. (Coord.). *Panorama del aprovechamiento de los agaves en México*. Pp. 15-68, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIAYEJ) y Red Temática Mexicana Aprovechamiento Integral Sustentable y Biotecnología de los Agaves (AGARED). Guadalajara, Jalisco, México. 300 pp

- González, M. E. (2016). *Polianthes tuberosa* L.: Revisión de sus aspectos filogenéticos, morfológicos y de cultivo. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 120-136.
- Gschaedler Mathis, A.C. (Coord.). (2017). Panorama del aprovechamiento de los agaves en México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIAYEJ) y Red Temática Mexicana Aprovechamiento Integral Sustentable y Biotecnología de los Agaves (AGARED). Guadalajara, Jalisco, México. 300 pp.
- Howell, D. J. y B. S. Roth. (1981). Sexual reproduction in Agaves: The benefits of bats; the cost of semelparous advertising. *Ecology* 62: 1-7.
- Lara-Cabrera, S., B. Bedolla-García, S. Zamudio y G. Domínguez-Vázquez. (2016). Diversidad de Lamiaceae en el estado de Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana* 116: 107-149.
- León, J. A. (2013). Aspectos de la fenología, visitantes florales y polinización de *Agave inaequidens* Koch ssp. *inaequidens* (Agavaceae) en el estado de Michoacán. (Tesis de pregrado) Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
- Niño, R. (2013). Germinación y viabilidad seminal de *Agave angustifolia* subsp. *tequilana* y *Agave mapisaga*. (Tesis de pregrado) Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.
- Reyes Santiago, J., M. A. Islas Luna, O. González Zorzano, P. Carrillo Reyes, F. R. Vergara Silva, y Ch. Brachet Ize. (2011). Echeveria. Manual del perfil diagnóstico del género Echeveria en México. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México. México.
- Reyes Santiago, J. (2007). Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas. Manual práctico. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. México.

- Sánchez, O. R. Medellín, A. Alberto, B. Goettsch, J. Soberón Mainero y M. Tambutti. (2007). Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER). Instituto Nacional de Ecología. México.
- Sanderson, E. W., M. Jaiteh, A. M. Levy, K. H. Redford, A. V. Wannebo y G. Woolmer. (2002). The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52: 891-904.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2010) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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. 30 de diciembre de 2010, Segunda sección, México, DF
- Serrano, H. (1999). Germinación y desarrollo de postemergente de tres especies del género *Polianthes* L. (Agavaceae). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México, D.F.
- Simón-Martínez E. y A. L. Moysset. (2006). Prácticas de crecimiento y desarrollo de los vegetales. Edicions Universitat Barcelona. Barcelona, España. 96 pp.
- Solano, E. (2000). Sistemática del Género *Polianthes* L. (Agavaceae). (Tesis doctorado) Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Solano, E., & García-Mendoza, A. (1998). UNA NUEVA ESPECIE DE POLIANTHES (AGAVACEAE) DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO. *SIDA, Contributions to Botany*, 18(2), 473-477. Obtenido de Jstor: <http://www.jstor.org/stable/41967634>
- Solano, E. (2002). Sistemática del género *Polianthes* L (Agavaceae). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H230. México, D.F.

- Solano, E., & Feria, T. P. (Septiembre de 2007). Ecological niche modeling and geographic distribution of the genus *Polianthes* L. (Agavaceae) in Mexico: using niche modeling to improve assessments of risk status. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/227108334>
- Solano, E., Ríos-Gómez, R. (2011). *Polianthes zapopanensis* (Agavaceae), una especie nueva de Jalisco, México. *Brittonia* 63, 70-74
- Thiede, J. (2012). Nomenclatural transfers from *Manfreda* Salisb., *Polianthes* L. and *Bravoa* Lex. to *Agave* L. (Agavaceae/Asparagaceae). *Haseltonia*, 94-95.
- UICN (1997) Cactus and succulent plants. Status survey and conservation plan. Sara Oldfield (comp). Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Vázquez García, L. M. (2011). *Tigridias ornamentales, uso y distribución*. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México. México.
- Verhoek, S. (1998). Agavaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.). *The families and genera of vascular plants. Vol. III. Flowering plants: Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae)*. Springer, New York. pp. 60–70.
- Villaseñor, L. (2005). *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28: 160-167.

ANEXOS

Anexo 1

Criterio A. Características de la distribución geográfica

1) Extensión del área de ocupación

- a) Área de distribución $\leq 1 \text{ km}^2 = 4$
- b) Área de distribución más de 1 km^2 pero $\leq 1\%$ del territorio michoacano = 3
- c) Área de distribución $> 1 \text{ km}^2$ o $\leq 5\%$ del territorio estatal = 2
- d) Área de distribución $> 5 \text{ km}^2$ o $\leq 40\%$ del territorio del estatal = 1
- e) Área de distribución $> 40\%$ del territorio del Estado = 0

2) Número de poblaciones conocidas.

- a) 1-3 = 3
- b) 4-8 = 2
- c) 9-25 = 1
- d) $\geq 26 = 0$

3) Número de provincias biogeográficas que ocupa el taxón.

- a) 1 = 3
- b) 2-3 = 2
- c) 4-5 = 1
- d) $\geq 6 = 0$

4) Representatividad de la distribución del taxón en el Estado con respecto al País.

- a) Distribución periférica o extralimital = 1
- b) Distribución no periférica = 0

Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido / 11

Criterio B. Características del hábitat.

1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta?

- a) 1 = 3

- b) 2 = 2
- c) 3 = 1
- d) $\geq 4 = 0$

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado?

- a) Sí = 1
- b) No = 2

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

- a) Sí = 1
- b) No = 2

4) ¿La permanencia de la población requiere de un régimen de perturbación particular o asociadas a etapas transitorias de la sucesión?

- a) Sí = 1
- b) No = 2

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón.

- a) < 200 msnm = 3
- b) $200 < 500$ msnm = 2
- c) $500 < 1000$ msnm = 1
- d) ≥ 1000 msnm = 0

Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido / 9

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.

C-1. Demografía.

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

- a) $\leq 500 = 3$
- b) 501-5,000 = 2
- c) 5,001 – 50,000 = 1
- d) $\leq 50,001 = 0$

2) Reclutamiento. Si no existe información asignar un valor de 0.

- a) Hay reclutamiento en todas las poblaciones = 0
- b) Hay reclutamiento en algunas poblaciones = 2
- c) No hay reclutamiento en las poblaciones = 4

3) Atributos demográficos. Si no existe información asignar un valor de 0.

a) ¿Hay densodependencia en la reproducción?

Sí = 1

No = 0

b) ¿Hay clonalidad?

Sí = 0

No = 1

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

Sí = 1

No = 0

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad?

Sí = 1

No = 0

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

Sí = 1

No = 0

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?

Sí = 1

No = 0

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

Sí = 1

No = 0

En el siguiente apartado (C-2), no se realizaron estudios moleculares. Por lo cual, conforme al MER los valores de esta sección será de 0.

C-2. Genética. Donde no existe información asignar un valor de 0.

Para asignar valores aquí, se debe de evaluar los criterios 1 y 2 con información molecular, de lo contrario evaluar los criterios 3 y 4 que son indirectos.

1) Variación molecular (Heterocigosis).

a) Baja (= 10%) = 1

b) Alta (> 10%) = 0

2) Estructura genética molecular.

a) Baja (= 20%) = 0

b) Alta (> 20%) = 1

3. Cantidad de variación genética.

a) Baja = 1

b) Alta = 0

4. Nivel de diferenciación entre poblaciones.

a) Baja = 0

b) Alta = 1

C-3. Interacciones bióticas especializadas. Si no existe información asignar un valor de 0.

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

a) No = 0

b) Sí = 1

2) ¿El taxón requiere de un hospedero o forofito específico?

a) No = 0

b) Sí = 1

3) ¿El taxón requiere de un polinizador específico?

a) No = 0

- b) Sí = 1
- 4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?
 - a) No = 0
 - b) Sí = 1
- 5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada?
 - a) No = 0
 - b) Sí = 1
- 6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza?
 - a) No = 0
 - b) Sí = 1
- 7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores o patógenos?
 - a) No = 0
 - b) Sí = 1

Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido / 23

Criterio D. Impacto de la actividad humana.

- 1) ¿Cómo afectan al taxón la alteración antrópica del hábitat?
 - a) Es beneficiado por el disturbio = -1
 - b) No le afecta o no se sabe = 0
 - c) Es perjudicado por el disturbio = 1
- 2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón?
 - a) El hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes = 4
 - b) El impacto es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
 - c) El impacto es fuerte en algunas o moderada en todas las poblaciones = 2
 - d) El impacto es moderado y solo afecta a algunas poblaciones = 1
 - e) No hay impacto significativo en ninguna población = 0

3) ¿Existe evidencia que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo?

a) No = 0

b) Sí = 1

4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón?

a) El impacto de uso implica la remoción de las poblaciones = 4

b) El impacto es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3

c) El impacto de uso es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2

d) El impacto de uso es moderado y solo afecta algunas poblaciones = 1

e) No hay impacto de uso significativo en ninguna población = 0

5) ¿Es cultivado o propagado *ex situ*?

a) Sí = -1

b) No = 0

Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido / 10

Anexo 2

Listado de los registros de *Polianthes* en Michoacán encontrados en el herbario del INECOL-Centro Regional del Bajío, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM UMSNH), de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y el del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

No.	Especies	Municipio	Fecha de colecta	Herbario
1	<i>Polianthes geminiflora</i>	Cd. Hidalgo	06-jul-68	MEXU
2	<i>P. geminiflora</i>	Villa Jiménez	28-jul-83	INECOL BAJIO
3	<i>P. geminiflora</i>	Puruándiro	22-jun-85	INECOL BAJIO
4	<i>P. geminiflora</i>	Tzintzunzan	06-ago-85	INECOL BAJIO
5	<i>P. geminiflora</i>	Lagunillas	04-jul-86	INECOL BAJIO
6	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	07-jul-86	INECOL BAJIO
7	<i>P. geminiflora</i>	Zinapécuaro	12-jul-86	INECOL BAJIO
8	<i>P. geminiflora</i>	*Cerca del Puerto de los Copales	17-jul-86	INECOL BAJIO
9	<i>P. geminiflora</i>	Acuitzio del Canje	24-jul-86	INECOL BAJIO
10	<i>P. geminiflora</i>	Paracho	28-ago-87	INECOL BAJIO
11	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	15-sep-87	INECOL BAJIO
12	<i>P. geminiflora</i>	Zacapu	26-jul-88	INECOL BAJIO
13	<i>P. geminiflora</i>	Coeneo	02-ago-88	INECOL BAJIO
14	<i>P. geminiflora</i>	Zinapécuaro	04-ago-89	INECOL BAJIO
15	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	27-ago-89	INECOL BAJIO
16	<i>P. geminiflora</i>	Villa Jiménez	06-ago-90	INECOL BAJIO
17	<i>P. geminiflora</i>	Zacapu	26-jul-91	INECOL BAJIO
18	<i>P. geminiflora</i>	Lagunillas	09-ago-91	INECOL BAJIO
19	<i>P. geminiflora</i>	Maravatio	10-ago-91	INECOL BAJIO
20	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	11-ago-91	INECOL BAJIO
21	<i>P. geminiflora</i>	Panindícuaro	14-jul-95	INECOL BAJIO
22	<i>P. geminiflora</i>	Zamora	09-ago-96	INECOL BAJIO
23	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	28-ago-96	INECOL BAJIO
24	<i>P. geminiflora</i>	Cd. Hidalgo	23-ago-97	INECOL BAJIO
25	<i>P. geminiflora</i>	Cd. Hidalgo	23-ago-97	INECOL BAJIO
26	<i>P. geminiflora</i>	Villa Morelos	21-jul-98	INECOL BAJIO
27	<i>P. geminiflora</i>	Queréndaro	23-jul-98	INECOL BAJIO
28	<i>P. geminiflora</i>	Queréndaro	23-jul-98	IPN
29	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	27-jul-99	INECOL BAJIO
30	<i>P. geminiflora</i>	Pátzcuaro	27-jul-99	MEXU

31	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	30-ago-07	INECOL BAJIO
32	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	30-ago-07	MEXU
33	<i>P. geminiflora</i>	Lagunillas	14-ago-08	INECOL BAJIO
34	<i>P. geminiflora</i>	Lagunillas	14-ago-08	MEXU
35	<i>P. geminiflora</i>	Lagunillas	15-ago-08	INECOL BAJIO
36	<i>P. geminiflora</i>	Lagunillas	15-ago-08	MEXU
37	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	25-jul-09	INECOL BAJIO
38	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	25-jul-09	MEXU
39	<i>P. geminiflora</i>	Morelia	09-jul-11	INECOL BAJIO
40	<i>P. geminiflora</i>	Jiménez	09-jul-14	MEXU
41	<i>P. geminiflora</i>	Zamora	s/f	INECOL BAJIO
42	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Zinapécuaro	13-jul-86	MEXU
43	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Acuitzio del Canje	24-jul-86	MEXU
44	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Zinapécuaro	13-ago-86	MEXU
45	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Villa Madero	13-nov-87	INECOL BAJIO
46	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Villa Madero	13-nov-87	MEXU
47	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Zacapu	26-jul-88	EBUM UMSNH
48	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Zacapu	26-jul-88	IPN
49	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Zinapécuaro	04-ago-89	EBUM UMSNH
50	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Zinapécuaro	04-ago-89	IPN
51	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Villa Jiménez	19-jul-03	INECOL BAJIO
52	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Villa Jiménez	19-jul-03	EBUM UMSNH
53	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Villa Jiménez	19-jul-03	IPN
54	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Zacapu	02-sep-07	INECOL BAJIO
55	<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i>	Coalcomán	29-ago-08	INECOL BAJIO
56	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	04-jul-09	MEXU
57	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	04-jul-09	MEXU
58	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	09-jul-59	MEXU
59	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Cd. Hidalgo	29-jun-64	IPN
60	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Pátzcuaro	22-jul-71	IPN
61	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Villa Jiménez	28-jul-83	MEXU
62	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Lagunillas	04-jul-86	IPN
63	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	17-jul-86	IPN
64	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	20-jul-86	MEXU
65	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Acuitzio del Canje	24-jul-86	IPN
66	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	17-ago-86	MEXU
67	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Paracho	28-jul-87	IPN
68	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Paracho	28-jul-87	MEXU
69	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	15-sep-87	MEXU
70	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zacapu	26-jul-88	MEXU
71	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	31-jul-88	EBUM UMSNH

72	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	31-jul-88	INECOL BAJIO
73	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Coeneo	02-ago-88	MEXU
74	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zinapécuaro	04-ago-89	MEXU
75	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zacapu	26-jul-91	MEXU
76	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	11-ago-91	EBUM UMSNH
77	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	11-ago-91	IPN
78	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	11-ago-91	MEXU
79	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zinapécuaro	08-sep-94	MEXU
80	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Paracho	10-sep-94	MEXU
81	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Maravatio	16-jul-95	MEXU
82	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zinapécuaro	16-jul-95	MEXU
83	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Erongarécuaro	17-jul-95	MEXU
84	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zacapu	18-jul-95	INECOL BAJIO
85	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zacapu	18-jul-95	MEXU
86	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Maravatio	08-sep-95	MEXU
87	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Zamora	09-ago-96	MEXU
88	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Cd. Hidalgo	23-ago-97	MEXU
89	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Cd. Hidalgo	23-ago-97	MEXU
90	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Villa Morelos	21-jul-98	MEXU
91	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	01-sep-02	INECOL BAJIO
92	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	01-sep-02	MEXU
93	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Morelia	03-sep-07	INECOL BAJIO
94	<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Cd. Hidalgo	22-ago-09	INECOL BAJIO
95	<i>P. longiflora</i>	Santa Clara	18-ago-88	INECOL BAJIO
96	<i>P. longiflora</i>	Santa Clara	18-ago-88	MEXU
97	<i>P. longiflora</i>	Erongarécuaro	01-ago-90	EBUM UMSNH
98	<i>P. longiflora</i>	Erongarécuaro	02-ago-90	IPN
99	<i>P. longiflora</i>	Erongarécuaro	02-ago-90	MEXU
100	<i>P. longiflora</i>	Morelia	06-sep-91	INECOL BAJIO
101	<i>P. longiflora</i>	Morelia	06-sep-91	EBUM UMSNH
102	<i>P. longiflora</i>	Morelia	06-sep-91	IPN
103	<i>P. longiflora</i>	Morelia	06-sep-91	MEXU
104	<i>P. longiflora</i>	Erongarécuaro	17-jul-95	INECOL BAJIO
105	<i>P. longiflora</i>	Erongarécuaro	17-jul-95	MEXU
106	<i>P. longiflora</i>	Morelia	09-ago-95	INECOL BAJIO
107	<i>P. longiflora</i>	Morelia	10-ago-96	INECOL BAJIO
108	<i>P. longiflora</i>	Morelia	10-ago-96	MEXU
109	<i>P. longiflora</i>	Morelia	26-ago-99	INECOL BAJIO
110	<i>P. longiflora</i>	Morelia	26-ago-99	MEXU
111	<i>P. longiflora</i>	Erongarécuaro	18-ago-10	INECOL BAJIO
112	<i>P. sessiliflora</i>	Tlazazalca	08-ago-90	INECOL BAJIO