



Boletín de la Sociedad Botánica de México

ISSN: 0366-2128

victoria.sosa@inecol.edu.mx

Sociedad Botánica de México

México

Serrano Casas, Héctor; Solano Camacho, Eloy; Ocampo López, Adelaida  
Morfología de Semillas, Germinación y Desarrollo Postemergente de Tres Especies del Género  
Polianthes L. (Agavaceae)  
Boletín de la Sociedad Botánica de México, núm. 66, 2000, pp. 55-65  
Sociedad Botánica de México  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57706605>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## MORFOLOGÍA DE SEMILLAS, GERMINACIÓN Y DESARROLLO POSTEMERGENTE DE TRES ESPECIES DEL GÉNERO *POLIANTHES* L. (AGAVACEAE)

HÉCTOR SERRANO CASAS<sup>1</sup>, ELOY SOLANO CAMACHO<sup>1</sup>  
Y ADELAIDA OCAMPO LÓPEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Herbario FEZA, Carrera de Biología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. A. P. 9-020, Iztapalapa, 09230 México D. F., México. <sup>2</sup> Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. A. P. 70-614, Coyoacán 04510 México, D. F., México.

**Resumen:** Se estudió la germinación y desarrollo postemergente de *Polianthes geminiflora* (Lex.) Rose var. *geminiflora*, *Polianthes* sp. y *P. longiflora* Rose. La viabilidad de las semillas varió de 94 a 100%. Las semillas fueron remojadas en agua a 25°C durante tres, seis y doce horas; en este tratamiento, así como en el testigo, se observó un incremento en el porcentaje, velocidad y uniformidad de germinación. Por otro lado, a 40°C por tres, seis y doce horas las semillas de *P. geminiflora* var. *geminiflora* resistieron mejor esta temperatura de remojo que las de *Polianthes* sp. y *P. longiflora*. Las tres especies presentaron germinación epigea y su cotiledón desarrolló un haustorio. Las semillas estudiadas no presentan latencia y son ortodoxas. Se registraron diferencias significativas en la longitud de la primera hoja entre las especies estudiadas. Finalmente la morfología de las semillas, su proceso germinativo y el desarrollo de plántulas fueron similares en las tres especies.

**Palabras clave:** Germinación epigea, latencia, ortodoxas, *Polianthes*.

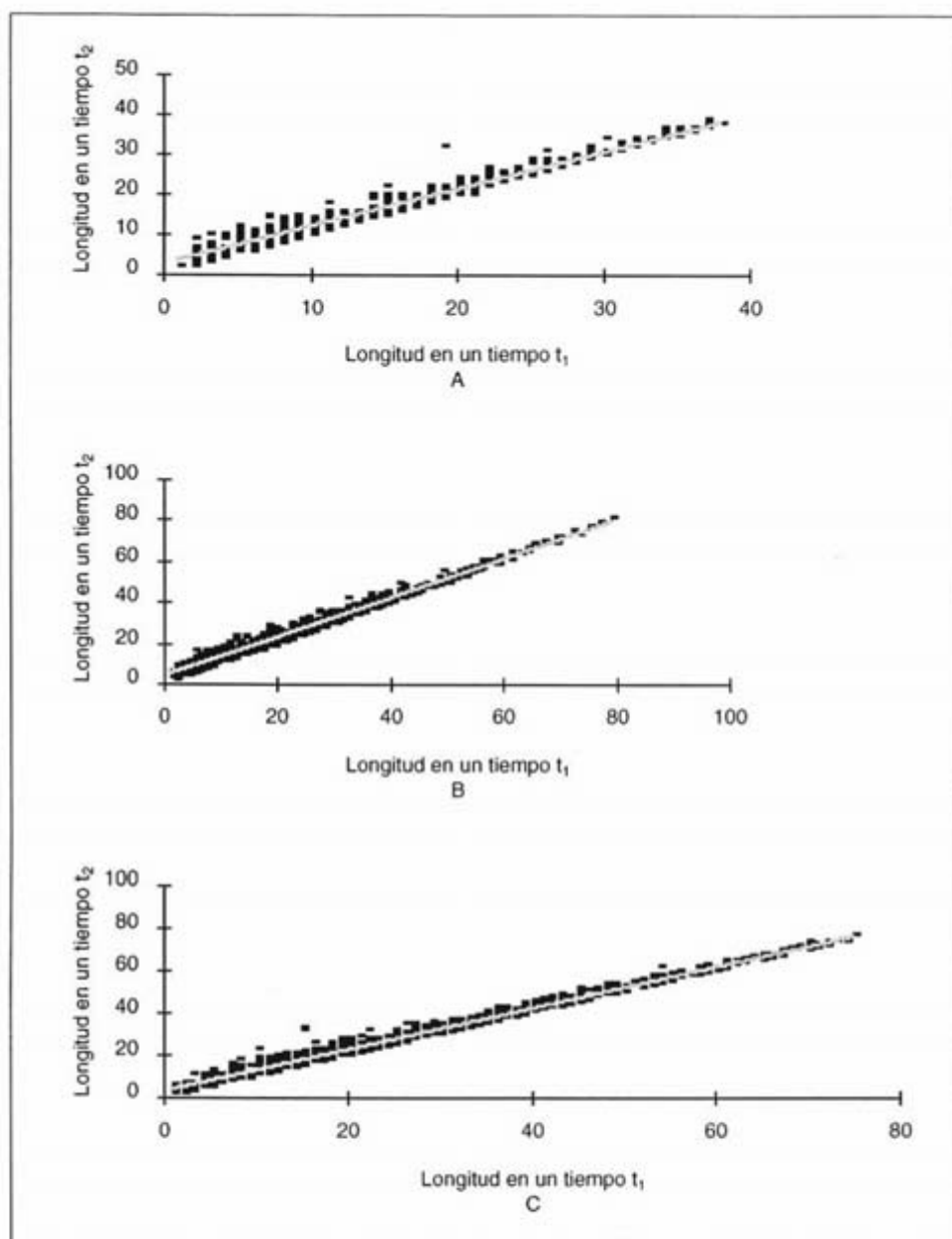
**Abstract:** The seed germination process and seedling development were studied for *Polianthes geminiflora* (Lex.) Rose var. *geminiflora*, *Polianthes* sp. and *P. longiflora* Rose. The seed viability test estimated was from 94 to 100%. In seeds treatment by soaking the seeds in water at 25°C during three, six and twelve hours, the germination percentage, velocity and germination uniformity were increased like control assay. On the other hand, *P. geminiflora* var. *geminiflora* were more resistant than *Polianthes* sp. and *P. longiflora* seeds to a treatment of three, six and twelve hours in water at 40°C. The three species had epigeal germination and their cotyledon developed a haustorium. None of this species exhibited seed dormancy and they were orthodox. There were significant differences in the first leave length between the three species. The seed morphology, germination behavior and seedlings development were very similar.

**Key words:** dormancy, epigeal germination, orthodox, *Polianthes*.

El género *Polianthes* pertenece a la familia Agavaceae (Dahlgren, *et al.*, 1985). Es endémico de México, su distribución abarca desde Chihuahua y Tamaulipas en el norte, hasta Guerrero y Oaxaca en el sureste. Este género es común en bosques templados, matorrales xerófilos, pastizales y rara vez en selvas medianas subcaducifolias. Son hierbas perennes, cuyas hojas persisten por una sola estación de crecimiento. El fruto es una cápsula, anchamente elíptica a globosa, erguida, con dehiscencia loculicida. Las semillas son planas, deltoideas o semicirculares de color negro (McVaugh, 1989; Galván-Villanueva, 1990).

A pesar de que las agaváceas son de gran utilidad para el hombre, son escasos los estudios sobre morfología de semillas, germinación y desarrollo poste-

mergente. Freeman (1975) al evaluar la respuesta germinativa de *Agave parryi* Engelm. var. *parryi*, encontró que las semillas no tienen latencia y que germinan a una temperatura óptima de 25°C, en condiciones de luz y oscuridad. Del mismo modo, Freeman *et al.* (1977) señalaron que *Agave lechuguilla* Torr., tampoco presenta latencia y su porcentaje de germinación es alto a 35°C. Por otro lado, Jordan y Nobel (1979) obtuvieron 92% de germinación a 21°C en semillas de *Agave deserti* Engelm. En cinco subespecies de *Yucca whipplei*, Keeley y Tufenkian (1984) registraron diferencias ecotípicas significativas en su germinación y crecimiento. En todos los experimentos anteriores a medida que la temperatura se acercó a 40°C, el porcentaje de germinación disminuyó. Pritchard y Miller



**Figura 1.** Regresión lineal correspondiente a la talla de la primera hoja en plántulas de tres especies del género *Polianthes*: A = *P. geminiflora* var. *geminiflora*, B = *P. sp.* y C = *P. longiflora*.

(1995) describieron resultados similares en la germinación de *Agave americana*, y Orozco-Segovia (1996) en *Manfreda brachistachya* (Cav.) Rose. Después de dos años de almacenaje Martínez-Palacios (1998) evaluó la conservación de las semillas en diferentes poblaciones de *Agave victoria-reginae* Moore, algunas de ellas registraron un 92% de germinación, mientras que en otras disminuyeron de 94 a 70%.

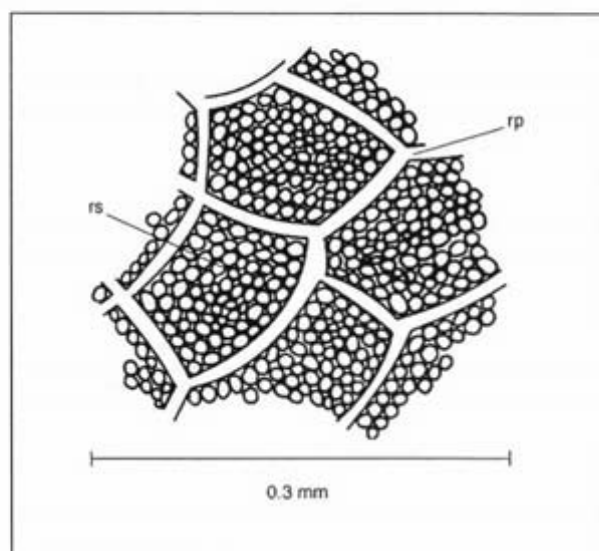
#### Materiales y método

Las semillas de *P. geminiflora* var. *geminiflora* fueron recolectadas en el estado de Tlaxcala, municipio de Nanacamilpa (19° 31' 05" N, 98° 28' 17" W), a una altitud de 2 640 metros, en un bosque de *Juniperus*. Las de *Polianthes* sp. (esta especie es parecida a *P. geminiflora* y está siendo descrita) fueron recolectadas

en el estado de Puebla, municipio de Puebla (18° 55' 48" N, 98° 08' 00" W), a una altitud de 2 220 metros, en un bosque de *Quercus* perturbado y las de *P. longiflora*, en Michoacán, municipio de Erongaricuaró (19° 34' 52" N, 101° 44' 08" W), a una altitud de 1 400 metros en un pastizal rodeado de bosque de pino. Se recolectaron semillas de cada especie de más de 100 plantas distribuidas al azar, con cápsulas que iniciaban su dehiscencia. Se almacenaron en bolsas de papel y se mantuvieron a temperatura ambiente.

A 100 semillas de cada especie, a los noventa días de haber sido recolectadas, en el laboratorio se les determinaron las siguientes características: forma, largo y ancho, así como tamaño, localización y disposición del embrión. Posteriormente fueron observadas con el estereoscopio y esquematizadas para establecer de acuerdo con Gunn y Seldin (1978) el tipo, patrón y campo de reticulación en su exotesta. El contenido de humedad se determinó por diferencia de peso en lotes de cincuenta semillas con tres repeticiones por especie y la viabilidad en lotes de 100 semillas (ISTA 1985).

En las pruebas de germinación se evaluaron los siguientes tratamientos: remojo en agua a temperatura ambiente (25°C) durante tres, seis y doce horas, y remojo en agua a 40°C con iguales tiempos de exposición. Para esta prueba se utilizaron lotes de 25 semillas por especie con tres repeticiones por tratamiento. El sustrato fue agar-agua destilada al 1%. Antes de la siembra en cajas Petri, las semillas fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2% y posteriormente se colocaron bajo iluminación constante (luz blanca) a una temperatura de 25°C ± 2°C. Se consideró semilla germinada aquella con la radícula de 1 y 2 mm de longitud (Ellis *et al.*, 1985; Plummer y Bell, 1995). El conteo de las semillas germinadas se registró cada 48 horas a partir del día de la siembra y concluyó después de 30 días.



**Figura 2.** Forma general y patrón de reticulación presente en la exotesta de las semillas de *Polianthes geminiflora* var. *geminiflora*, *P. sp.*, y *P. longiflora* (rp = reticulación primaria y rs = reticulación secundaria).

Se hicieron gráficas de germinación acumulada y se evaluó el proceso germinativo mediante los siguientes índices: capacidad germinativa, tiempo medio de germinación y Maguire. A los resultados de estos índices, mediante el programa de cómputo Statgraphics Versión 5.0 (1991), se les realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey con un 95% de confianza.

Para evaluar la emergencia y desarrollo de las plántulas se utilizó un sustrato preparado con 60% de suelo, 20% de tezontle cernido y 20% de hojarasca de pino (*Pinus patula*). El sustrato se vació en bolsas de plástico de color negro y se regó a capacidad de campo. 24 horas después se realizó la siembra. Para

**Cuadro 1.** Tipo de fruto. Longitud en su lado recto, ancho, peso promedio, contenido de humedad y viabilidad en 100 semillas de tres especies del género *Polianthes* L.

Especie	Tipo de fruto	Longitud en su lado recto	Ancho	Peso	Contenido de humedad	Viabilidad
<i>P.geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	Cápsula	2.9 mm	2.2 mm	0.024 g	19.39%	96%
<i>P. sp.</i>	Cápsula	2.7 mm	3.8 mm	0.055 g	17.73%	94%
<i>P. longiflora</i>	Cápsula	3.1 mm	4.4 mm	0.046 g	18.26%	99%

cada especie se utilizaron 4 lotes de 10 unidades experimentales cada uno, en cada unidad fueron sembradas tres semillas a una profundidad de 2 mm. El tratamiento pregerminativo aplicado a *P. geminiflora* var. *geminiflora* y *P. longiflora*, fue remojo en agua a 25°C durante tres horas. Las semillas de *Polianthes* sp. no recibieron tratamiento pregerminativo, debido a que el remojo en agua no incrementó su porcentaje de germinación.

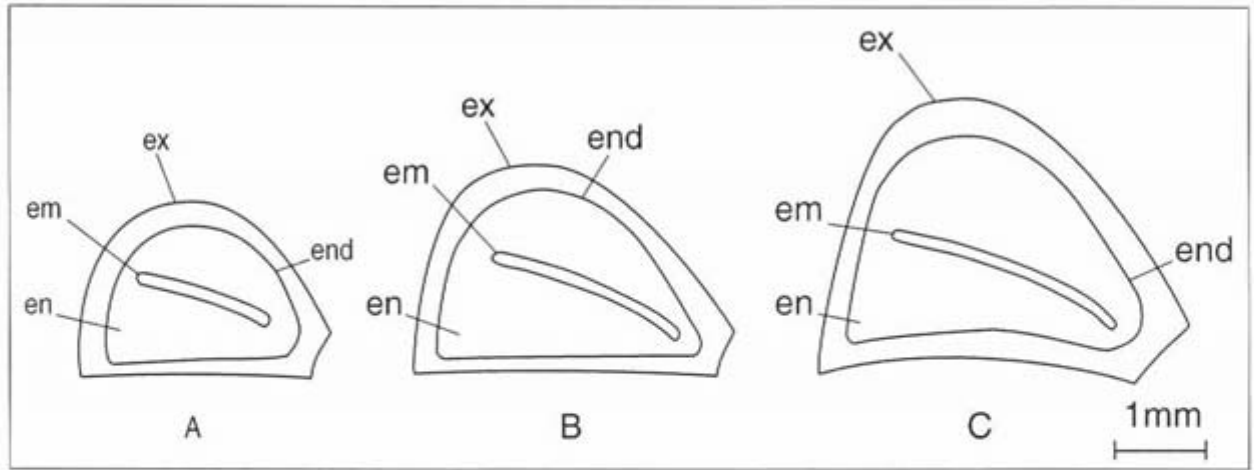
Una vez concluida la siembra las bolsas fueron colocadas en una mesa de 1.80 m de largo por 1.50 m de ancho, cubiertas con un toldo de plástico y una malla que dejaba pasar 50% de luz. A partir de que se observaron las primeras plántulas, cada tercer día se registró la emergencia y la talla de la primera hoja (mm) de cada individuo.

A los registros de longitud de la primera hoja a los treinta y cinco días, así como a los setenta y cinco días

**Cuadro 2.** Índices evaluados en tres especies del género *Polianthes* L. Remojo en agua a 40 y 25°C (CG = Capacidad germinativa, TMG = Tiempo medio de germinación, DTG = Desviación típica del tiempo medio de germinación y MG = Índice de Maguire o Valor germinativo).

Índice y especie	Tiempo (horas) de remojo en agua a 40°C			Tiempo (horas) de remojo en agua a 25°C			Testigo
	12	6	3	12	6	3	
CG (%)							
<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	44 Ba	84 Aa	90.6 Aa	96 Aa	90.6 Aa	97.3 Aa	96 Aa
<i>P. sp.</i>	28 Ab	49.3 Aa	49.3 Ab	89.3 Ba	92 Ba	90.6 Ba	97.3 Ba
<i>P. longiflora</i>	0 Ac	0 Ab	21.3 Bb	98.6 Ca	98 Ca	100 Ca	98.6 Ca
TMG (días)							
<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	8.9 Aa	10.8 Aa	10.2 Aa	9.0 Aa	9.4 Aa	9.3 Aa	10.0 Aa
<i>P. sp.</i>	11.2 Aa	10.4 ABCa	10.7 ABCa	7.3 CDb	6.7 Db	7.5 BDa	7.7 BCDb
<i>P. longiflora</i>	-	-	6.3 Bb	4.3 BCc	3.1 Cc	4.3 BCb	4.4 BCc
DTG							
<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	2.2	3.5	3.4	2.7	3.5	3.2	3.0
<i>P. sp.</i>	4.9	3.0	3.6	2.0	2.3	2.2	1.8
<i>P. longiflora</i>	-	-	3.0	0.9	1.4	1.7	0.8
MG							
<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	4.3 Ba	7.6 Aa	8.5 ABCa	10.4 Ba	9.3 ABCa	9.8 ABCa	9.3 Ca
<i>P. sp.</i>	2.6 Ab	4.2 Aa	4.3 Ab	11.4 Ba	12.1 Ba	10.2 Ba	11.7 Bb
<i>P. longiflora</i>	-	-	2.9 Ab	20.7 Bb	30.3 Cb	20.6 Bb	20.3 Bc

Los valores seguidos por la misma letra entre renglones y columnas para cada índice no difieren significativamente ( $p \geq 0.05$ ). Las mayúsculas comparan filas y las minúsculas columnas.



**Figura 3.** Semillas de tres especies del género *Polianthes*: A. *P. geminiflora* var. *geminiflora*; B. *P. sp.*, y C. *P. longiflora*, en donde se muestra la forma y disposición del embrión rodeado del endospermo (ex = exotesta, end = endotesta, em = embrión y en = endospermo).

después de la siembra, se les aplicó un análisis de varianza.

El crecimiento de la primera hoja se evaluó con base al modelo de crecimiento de Bertalanffy (1938). Según Brown y Rothery (1993), este modelo de crecimiento se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$l_t = L_{\infty} \left( 1 - e^{-k(t-t_0)} \right) \quad (1)$$

Donde:  $l_t$  = longitud en un tiempo  $t$ ,  $L_{\infty}$  = longitud máxima (teórica),  $K$  = tasa de crecimiento y  $t$  = tiempo

Con el fin de establecer si los datos obtenidos durante el crecimiento de la primera hoja de las tres especies del género *Polianthes*, describían de acuerdo con Walford (1946) una línea recta, se realizó una regresión lineal (figura 1). Posteriormente se procedió a utilizar el modelo de crecimiento antes descri-

to. De acuerdo con Everhart y Youngs (1989), los parámetros de este modelo se calcularon como se describe a continuación.

Longitud máxima ( $L_{\infty}$ ) de la primera hoja:

$$L_{\infty} = b/1-m$$

Donde:  $b$  = ordenada al origen y  $m$  = pendiente de la recta obtenida.

La tasa de crecimiento ( $K$ ):

$$K = -\ln m$$

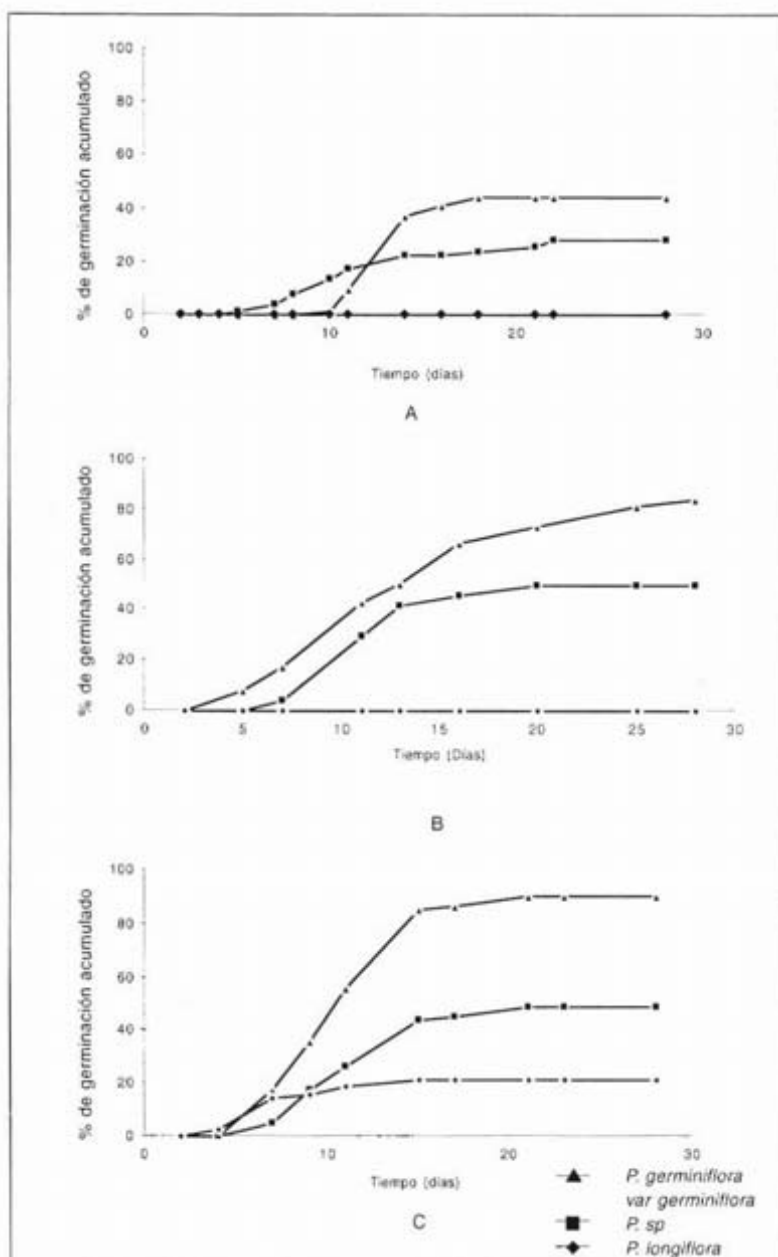
y momento en que se inicia el crecimiento ( $t_0$ ):

$$t_0 = b - \ln L_{\infty} / K$$

**Cuadro 3.** Longitudes promedio de la primera hoja en plántulas de tres especies del género *Polianthes* 35 y 75 días después de la siembra ( $n$  = número de datos evaluados,  $\bar{X}$  = media,  $\sigma_{n-1}$  = desviación estandard).

Especie	n	35 días x	$\sigma_{n-1}$	n	75 días x	$\sigma_{n-1}$
<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	71	14.3a	6.3	78	26.5a	7.3
<i>P. sp.</i>	87	25.2b	14.1	89	44.5b	16.0
<i>P. longiflora</i>	101	33.8c	14.0	94	54.8c	16.9

Los valores seguidos de la misma letra entre renglones, no difieren significativamente ( $p \geq 0.05$ ).



**Figura 4 A.** Porcentaje de germinación de tres especies del género *Polianthes* L. remojadas en agua a 40 °C; A = 12 horas, B = 6 horas y C = 3 horas. A 25 °C; D = 12 horas, E = 6 horas, F = 3 horas y G = testigos.

Treinta días después de la siembra se caracterizaron las plántulas de las tres especies para determinar si existían diferencias morfológicas.

**Resultados**

*Morfología de semillas.* De acuerdo con McVaugh (1989), Solano-Camacho y García-Mendoza (1998), las semi-

llas maduras de las tres especies estudiadas, son de color negro, brillantes u opacas, su forma es semicircular, aplanada con uno de los lados recto. Tal como mencionan Dahlgren *et al.* (1985) y Danilova *et al.* (1995) presentan exotesta, endotesta y fitomelano. En conformidad con Gunn y Seldin (1978) la reticulación de la exotesta es de tipo primario y secundario, con patrón irregular y campo cerrado o granular (fi-

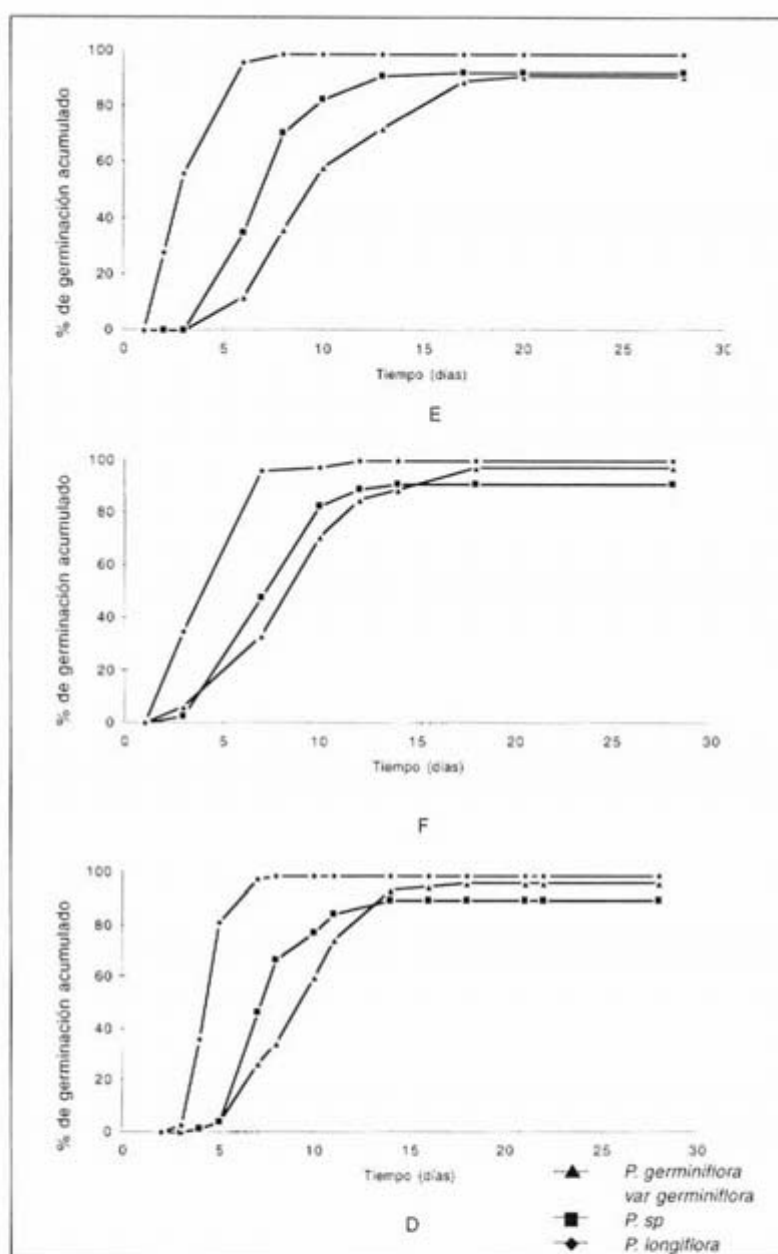
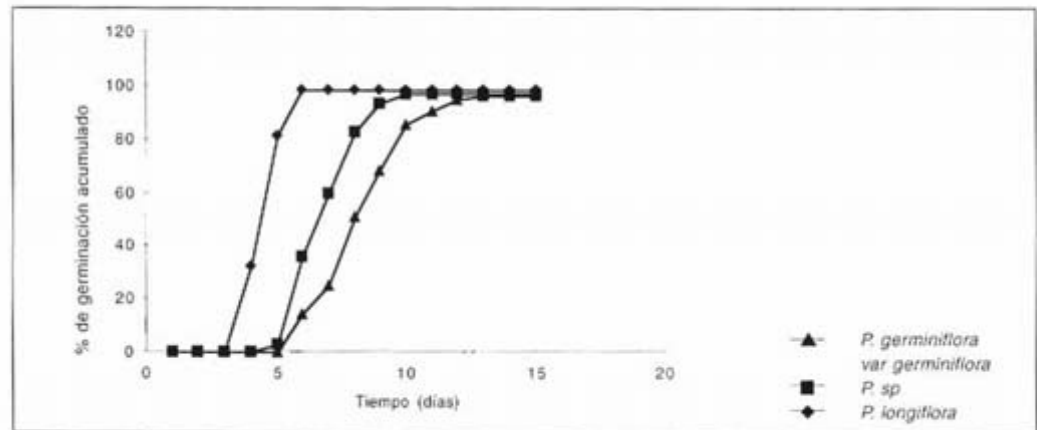


Figura 4 B. Porcentaje de germinación de tres especies del género *Polianthes* L. remojadas en agua a 40 °C; A = 12 horas, B = 6 horas y C = 3 horas. A 25 °C; D = 12 horas, E = 6 horas, F = 3 horas y G = testigos.

gura 2). La endotesta es más delgada, papiirácea, de color amarillo oro y su reticulación es de tipo primario y campo abierto.

Las semillas de *P. geminiflora* var. *geminiflora*, son las más pequeñas y ligeras, mientras que las de *P. longiflora* registraron el mayor tamaño (figura 3, cuadro 1). El embrión es linear cilíndrico, blanquecino, con volumen inversamente proporcional al endospermo.

*Germinación, emergencia y morfología de plántulas.* El contenido de humedad en las semillas de las tres especies fluctuó entre 17.73 y 19.39%; con una viabilidad alta (94 al 99%) (cuadro 1). En las tres especies a 40°C, el valor de los índices evaluados, es inversamente proporcional al tiempo de exposición. Un comportamiento similar se registró a 25°C, aunque la tendencia es más uniforme. Este último trata-



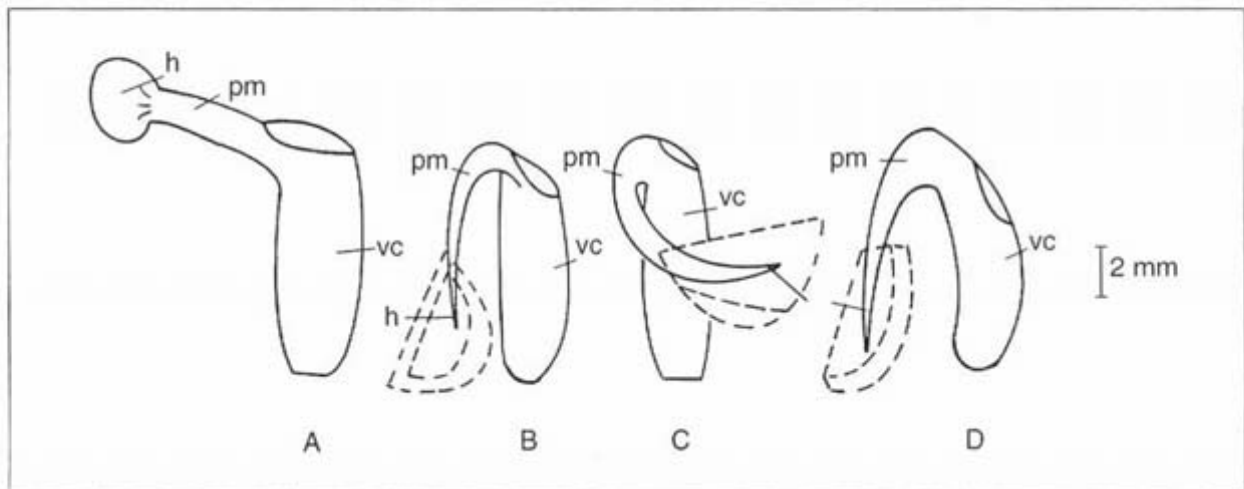
**Figura 4 C.** Porcentaje de germinación de tres especies del género *Polianthes* L. remojadas en agua a 40 °C; A = 12 horas, B = 6 horas y C = 3 horas. A 25 °C; D = 12 horas, E = 6 horas, F = 3 horas y G = testigos.

miento no difiere significativamente del testigo (figura 4, cuadro 2).

Cuando se usó como sustrato agar-agua al 1%, entre dos y cuatro días después de la siembra brotó la radícula. En dicha estructura se observaron rizoides y por abajo de su ápice una corona de tricomas, los cuales probablemente contribuyen a la absorción de agua y sales minerales en los primeros estadios de desarrollo. Enseguida, el cotiledón inició su crecimiento y en la zona más cercana al remanente seminal se curvó. Hacia el lado opuesto, se diferenció otra estructura que paulatinamente se ensanchó. Al mismo tiempo se formó una abertura en su parte central que

según Tillich (1995) constituye la vaina cotiledonar que puede ser abierta o cerrada en las tres especies estudiadas. En medio de esta estructura se diferenció la primera hoja verdadera. El remanente de la semilla permaneció unido a la porción distal del cotiledón mucho tiempo después de que la primera hoja había aparecido. En esta zona y como parte del cotiledón se formó un haustorio, de forma cónica y alargada, encargado de traslocar las reservas nutritivas del endospermo hacia el eje de crecimiento del embrión (figura 5).

En suelo, como resultado de la germinación epigea, 10 días después de la siembra, al elongarse el hipocó-



**Figura 5.** A. Vaina foliar de la plántula de *Leucojum vernum* (Amaryllidaceae) tomada de Tillich (1995). B-D. Diferentes formas de la vaina foliar en las tres especies de *Polianthes* L. (h = haustorio cubierto por la testa, pm = parte media del cotiledón y vc = vaina del cotiledón). La escala únicamente está referida a las vainas del género *Polianthes*.

tilo emergió el cotiledón, se observó que la morfología de las plántulas fue idéntica a la observada en agar y que no existen diferencias intra e interespecíficas.

**Desarrollo postemergente.** El desarrollo de las plántulas fue evaluado mediante el crecimiento de la primera hoja, el cual mostró diferencias significativas interespecíficas. Treinta y cinco días después de la siembra en *Polianthes geminiflora* var. *geminiflora* este parámetro registró la menor longitud promedio (14.3 mm) y la mayor uniformidad; a los setenta y cinco días se presentó la misma tendencia (cuadro 3).

La longitud máxima calculada de la primera hoja en *P. geminiflora* var. *geminiflora*, fue menor (37.3 mm), intermedia en *Polianthes* sp. (91.6 mm) y mayor en *P. longiflora* (119.8 mm). La tasa de crecimiento en la primera hoja de *P. geminiflora* var. *geminiflora* fue 0.078, la más alta de las tres especies, 0.044 para *Polianthes* sp. y 0.030 en *P. longiflora*. El inicio del crecimiento ( $t_0$ ) para cada especie en el mismo orden antes citado fue -10.2, -11.5 y -38.3, esto significa que las plántulas de *P. longiflora* comenzaron su crecimiento más tempranamente (cuadro 4).

Las plántulas de las tres especies estudiadas son muy parecidas morfológicamente a las del género *Agave* descritas por Tillich (1995). Durante el desarrollo de las mismas, treinta días después de la siembra, se reconocieron: raíz primaria, cotiledón, vaina del cotiledón, haustorio y primera hoja verdadera; excepto el hiperfilo (figura 6).

## Discusión

García-Agustín y Primo-Millo (1993) señalan que en las semillas endospermicas, el endospermo ocupa más de dos tercios de su volumen total. En este sentido, las semillas de las tres especies pertenecen a este grupo. Asimismo y de acuerdo con Hong y Ellis (1996) por su bajo contenido de humedad, tamaño pequeño, peso ligero y fruto capsular se clasifican como ortodoxas.

Las semillas de las tres especies permanecen mucho tiempo en el suelo, se dispersan al inicio del otoño,

soportan el invierno así como la época de sequía y en la temporada de lluvias del año siguiente germinan. Probablemente debido a esta situación se presenta una alta viabilidad.

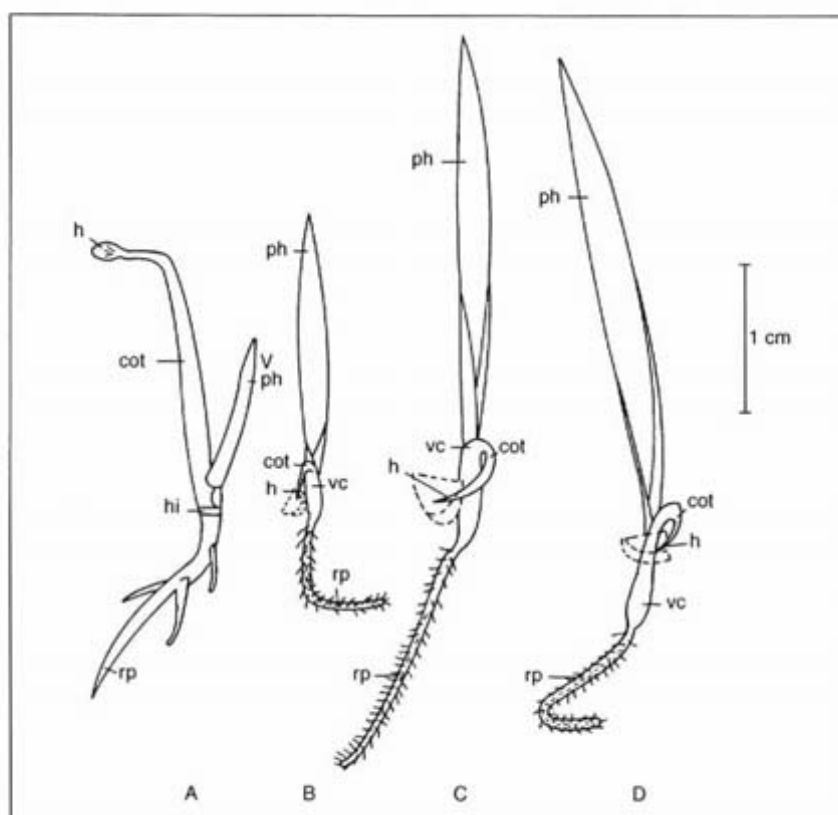
En otras agaváceas estudiadas por Freeman (1975), Freeman *et al.* (1977), Jordan y Nobel (1979), Keeley y Tufenkian (1984) y más recientemente Pritchard y Miller (1995) así como Orozco-Segovia *et al.* (1996), la temperatura óptima de germinación fluctúa entre 21 y 35°C, la cual se relaciona con el ambiente xerofítico en que crecen estas plantas. Sin embargo, a medida que la temperatura se acerca a 40°C el porcentaje de germinación disminuye. Similarmente, en las semillas de las tres especies de *Polianthes*, el remojo en agua a 25°C registró una germinación alta, independientemente del tiempo de exposición. Por otro lado, el remojo en agua a 40°C disminuyó el porcentaje de germinación en función del tiempo; en el caso de *P. geminiflora* var. *geminiflora* a seis y doce horas de exposición se obtuvieron plántulas deformes y en *P. longiflora* la germinación se inhibió totalmente. Probablemente este comportamiento en las tres especies estudiadas obedezca a que se desarrollan en ambientes más fríos, pero igualmente secos que las otras agaváceas antes citadas. Como las semillas fueron germinadas tres meses después de recolectadas, se establece que carecen de latencia.

En las plántulas estudiadas no se observó el hiperfilo señalado en el género *Agave* por Tillich (1995), el cual es un engrosamiento que se localiza entre la raíz primaria y la parte aérea. Por otro lado, la vaina es muy parecida a la de *Leucojum vernum* descrita por el autor antes citado. Este último género pertenece a la familia Amaryllidaceae cercanamente emparentada con Agavaceae. Del mismo modo, el haustorio también se presenta en plántulas de *Lilium dauricum* (Liliaceae) aunque la germinación en esta especie es hipógea (Zhang *et al.*, 1994).

Las longitudes máximas estimadas de la primera hoja son mayores que las reales, sin embargo, describen la misma tendencia que el modelo de crecimiento aplicado. *P. longiflora* registró la mayor longitud y

**Cuadro 4.** Crecimiento de la primera hoja en tres especies del género *Polianthes* L. (b = ordenada al origen, m = pendiente, L<sub>∞</sub> = longitud máxima, K = tasa de crecimiento y T<sub>0</sub> = tiempo de inicio de crecimiento)

Especie	b	m	L <sub>∞</sub>	K	T <sub>0</sub>
<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i>	2.8	0.9	37.3	0.078	-10.2
<i>P. sp.</i>	4.0	0.9	91.6	0.044	-11.5
<i>P. longiflora</i>	3.6	0.9	119.8	0.030	-38.1



**Figura 6.** A. Estructuras observadas en una plántula de *Agave* (Tomado de Tillich, 1995). B. *Polianthes geminiflora* var. *geminiflora*, C. *Polianthes* sp., y D. *Polianthes longiflora* (h = haustorio, cubierto por la testa de la semilla; cot = cotiledón, vc = vaina del cotiledón, ph = primera hoja, rp = raíz primaria y hi = hiperfilo). En corte transversal el cotiledón tiene forma circular (•) y la primer hoja es conduplicada (V). La escala únicamente está referida a las plántulas del género *Polianthes*.

menor tasa de crecimiento, pero inició este proceso más tempranamente.

Hasta los setenta y cinco días después de la siembra, momento en que la primera hoja inició su marchitamiento, los caracteres morfológicos de las plántulas estudiadas, fueron muy similares, por lo tanto carecen de utilidad taxonómica.

### Conclusiones

La viabilidad de las semillas en las tres especies estudiadas es alta, probablemente no existen inhibidores de la germinación en su cubierta. Las de *Polianthes longiflora* presentan mayor sensibilidad al remojo en agua a 40°C, posiblemente este comportamiento se relacione con el hábitat de la planta, ya que procede de lugares más fríos y húmedos comparado con las de *P. sp.* y *P. geminiflora* var. *geminiflora*, que provienen de lugares más secos y cálidos. Las semillas de las tres especies son ortodoxas, no presentan laten-

cia. Su germinación es epígea y en su cotiledón se diferencia un haustorio. Por su alta capacidad de germinación, pueden ser propagadas por semilla en condiciones naturales, aunque su crecimiento sería muy lento. Según González-Becerril (1998) durante el primer año, estas plántulas diferencian un bulbo y en el segundo inician la formación de un cormo que se localiza por abajo del primero.

En las tres especies el tipo de germinación, así como los caracteres morfológicos de las semillas y las plántulas hasta la pérdida de la primera hoja, son muy homogéneos, por lo tanto, carecen de valor taxonómico. Finalmente, el modelo aplicado se ajusta al crecimiento de las tres especies estudiadas.

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con apoyo financiero de la CONABIO, a través del proyecto FB291/H230/96. Agradecemos a Abisai García-Mendoza y un revisor anó-

nimo la revisión cuidadosa del manuscrito, sus sugerencias fueron importantes para llegar a la versión final. El apoyo de C. Correa D. fue imprescindible durante la recolecta por toda el área de distribución del género. La parte estadística fue asesorada por A. Valencia H. y E. Ángeles C.

### Literatura citada

- Bertalanffy L. Von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* **10**:181-213.
- Brown D. y Rothery P. 1993. *Models in biology: Mathematics, statistics and computing*. John Wiley and Sons, New York, U.S.A.
- Dahlgren R.M.T., Clifford H.T. y Yeo P.F. 1985. *The Families of the Monocotyledons. Structure, Evolution, and Taxonomy*. Springer-Verlag, Berlín.
- Danilova M.F., Nemirovich-Danchenko E.N., Komar G.A. y Lodkina M.M. 1995. The seed structure of monocotyledons. En: Rudall P.J., Cribb P.J., Cutler D.F. y Humphries C.J. Eds. *Monocotyledons; systematics and evolution*, Royal Botanic Gardens Kew, 461-472.
- Ellis R.H., Hong E.D. y Roberts E.H. 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Principles and methodology. Vol. I. International Board for plant genetic resources. Rome, Italy.
- Everhart H.W. y Youngs W.D. 1989. *Principles of fishery science*. 2ª ed. Comstock Pub. Assoc, London.
- Freeman, C.E. 1975. Germination responses of a New Mexico populations of Parry agave (*Agave parryi* Engelm. var. *parryi*) to constant temperature, water stress, and pH. *The Southwestern Naturalist* **20**:69-74.
- Freeman, C.E., Tiffany R.S. y Reid W.H. 1977. Germination responses of *Agave lechuguilla*, *A. parryi*, and *Fouquieria splendens*. *The Southwestern Naturalist* **22**:195-204.
- Galván-Villanueva R. 1990. Liliaceae, Amaryllidaceae. En: Rzedowski J. y Rzedowski C. G. Eds. *Flora Fanerogámica del Valle de México* Vol III. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. 289-320.
- García-Agustín P. y Primo-Millo E. 1993. Germinación de las semillas. En: Bieto-Azcon J. y Talon M. Eds. *Fisiología y bioquímica vegetal*. Interamericana. México.
- González-Becerril A. 1998. Descripción morfológica y anatómica del tallo de *Polianthes* L. (Agavaceae). Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México, 37 pp.
- Gunn Ch.R. y Seldin M.J. 1978. Seed and Fruits of North American Papaveraceae. Technical Bulletin No. 1517. Agricultural Research Service. Department of Agriculture, United States.
- Jordan P.W. y Nobel P.S. 1979. Infrequent establishment of seedlings of *Agave deserti* (Agavaceae) in the Northwestern Sonoran desert. *American Journal of Botany* **66**:1079-1084.
- Hong T.D. y Ellis R.H. 1996. A protocol to determinate seed storage behaviour. Technical Bulletin No. 1. Engels J.M.M.; Toll J. Eds. International Plant Genetics Resources Institute, Italy.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. Rules and Annexes. *Seed Science and Technology* **13**:299-515.
- Keeley E.J. y Tufenkian D.A. 1984. Garden comparison of germination and seedling growth of *Yucca whipplei* subspecies (Agavaceae). *Madroño* **31**:24-29.
- Martínez-Palacios A. 1998. Evaluación genética y demográfica de *Agave victoria-reginae* T. Moore y aplicación del cultivo de tejidos para su conservación. Tesis doctoral. UNAM, México, capítulo III, 33 pp.
- McVaugh R. 1989. Liliaceae. En: Anderson W.R. Ed. *Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico*. **15**: 120-293. Ann. Arbor: The University of Michigan Herbarium.
- Orozco-Segovia A., González-Zertuche L., Mendoza A. y Orozco S. 1996. A mathematical model that uses Gaussian distribution to analyze the germination of *Manfreda brachystachya* (Agavaceae) in a thermogradient. *Physiologia Plantarum* **98**:431-438
- Pritchard H.W. y Miller A.P. 1995. The effects of constant temperatures, light and seed quality on the germination characteristics of *Agave americana*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **57**:11-14.
- Solano-Camacho E. y García-Mendoza A. 1998. Una nueva especie de *Polianthes* del estado de Oaxaca, México. *Sida*. **18**:97-101.
- Tillich H.J. 1995. Seedlings and Systematics in Monocotyledons. En: Rudall, P.J., Cribb P.J., Cutler D.F. Humphries C.J. Eds. *Monocotyledons; systematics and evolution*, Royal Botanic Gardens Kew, 303-352 pp.
- Walford L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biology Bulletin* **90**: 141-147
- Zhang X.F., Dong L.X. y Wei L.H. 1994. Reproductive biology of *Lilium dauricum* (IV) Dynamic anatomy of germination of the seed. *Journal of Northeast Forestry University* **22**:49-53