



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"ZARAGOZA"

DESCRIPCION MORFOLOGICA Y ANATOMICA DEL TALLO DE *Polianthes* L. (AGAVACEAE)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

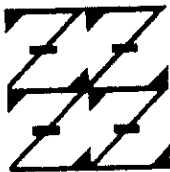
B I O L O G O

P R E S E N T A :

ALMA ROSA GONZALEZ BECERRIL

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A

DIRECTOR DE TESIS: DRA. TERESA TERRAZAS SALGADO



MEXICO, D. F.

1998

LO NUMERO 1/1 DE NUESTRA DEFLEZION

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

259255



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 está 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.

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a la Dra. Teresa Terrazas Salgado por su valiosísima guía en la realización de este trabajo, además de su apoyo, paciencia y dedicación en todo momento.

Al M. en C. Eloy Solano Camacho por su confianza, apoyo y valiosos comentarios sobre la taxonomía del género *Polianthes*. Así como permitirme trabajar con sus colectas de campo.

De igual modo agradezco a la M. en C. Alejandrina Ávila Ortiz, al M. en C. Amadeo Barba Álvarez y a la Biól. Rosa Isela Ramírez Ramírez sus valiosos comentarios y aportaciones durante la revisión.

A Héctor Serrano Casas por su invaluable ayuda en el trabajo de laboratorio y en las mil una discusiones sobre la biología del género estudiado.

A Roxana e Ivette Origel Serrano por su valiosa ayuda durante la revisión bibliográfica.

Al señor Miguel Vega Zúñiga por su ayuda en el trabajo de cuarto oscuro.

A Laura Yañez Espinosa y Andrés Orduño Cruz por su invaluable ayuda durante el trabajo de cómputo.

DEDICATORIA

A mis padres:

Juana Becerril Rodríguez y

Toribio González Toledo.

Por haberme dado la oportunidad de estudiar e inculcarme el deseo de superación.

A Héctor Serrano Casas:

Por brindarme su apoyo y por las palabras de aliento cuando las cosas andaban mal.

Por su amor...

A mis hermanos:

Ricardo

Esther

Vicente

Rosario

Leticia

Por su confianza.

Con amor a mi futuro hijo...

	Página
Agradecimientos.....	i
Índice de cuadros.....	iii
Índice de figuras.....	iv
Resumen.....	vi
Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Organización del cuerpo de la planta.....	3
Crecimiento primario en monocotiledóneas.....	6
Crecimiento secundario en monocotiledóneas.....	6
Problema.....	8
Justificación.....	8
Objetivos.....	8
Material y Método.....	9
El género <i>Polianthes</i> L.....	9
Descripción morfológica del género <i>Polianthes</i> L.....	9
Trabajo de campo.....	10
Trabajo de laboratorio.....	12
Microtecnia.....	12
Tinción.....	13
Caracteres a evaluar.....	14

Resultados.....	15
Descripción morfológica del tallo subterráneo del género <i>Polianthes</i>	15
Descripción anatómica del tallo subterráneo cubierto con bases foliares.....	18
Descripción anatómica del tallo subterráneo desnudo con raíces contráctiles.....	18
Descripción anatómica del escapo.....	22
Discusión.....	27
Morfología del tallo subterráneo.....	27
Anatomía del tallo subterráneo.....	29
Anatomía del escapo.....	31
Conclusiones.....	33
Bibliografía citada.....	34

Indice de cuadros

Cuadro		Página
1	Tipos de tallo presentes en las familias de monocotiledóneas de acuerdo a la clasificación de Heywood (1985).	4
2	Estados donde se recolectaron las especies de <i>Polianthes</i> . Los números del recolector representan los individuos empleados para el estudio morfológico-anatómico.....	11
3	Dimensiones del tallo con cubierta foliar y sin cubierta foliar y con raíces contráctiles de las especies de <i>Polianthes</i>	16
4	Densidad de idioblastos con diferentes sustancias ergásticas en el tallo subterráneo de las especies de <i>Polianthes</i>	21

Índice de figuras

Figura		Página
1	Variación del tallo subterráneo con base foliar y porción del tallo desnudo con raíces contráctiles.....	17
2	Raíces contráctiles de diferente longitud.....	17
3	Raíces contráctiles.....	17
4	Meristemo de engrosamiento primario.....	19
5	Meristemo de engrosamiento primario e inicio de meristemo de engrosamiento secundario	19
6	Epidermis.....	19
7	Centro del tallo con haces vasculares colaterales.....	19
8	Células del felema en formación.....	23
9	Haz vascular secundario en formación.....	23
10	Meristemo de engrosamiento secundario y algunos haces vasculares en formación.....	23
11	Haz vascular secundario en formación y otro bien diferenciado.....	23
12	Cuerpos de sílice en parénquima.....	23
13	Células epidérmicas con cutícula lisa.....	25
14	Células epidérmicas con cutícula en forma de "U" invertida.....	25
15	Cilindro de esclerénquima.....	25

16	Región central del escapo, esclerénquima y haces vasculares colaterales.....	25
17	Idioblastos con rafidios.....	25
18	Haz vascular sin fibras	25
19	Haz vascular con fibras y estiloides.....	25

RESUMEN

Con el objeto de evaluar si existe algún carácter anatómico con valor taxonómico que contribuya a la delimitación de especies o grupos de ellas se describió la morfología y anatomía de nueve especies y dos subespecies del género *Polianthes*: *P. densiflora*, *P. geminiflora* var. *clivicola*, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. graminifolia*, *P. howardii*, *P. longiflora*, *P. montana*, *P. nelsonii*, *P. platyphylla*, *P. pringleii* y también la de tres nuevas especies en proceso de descripción. Morfológicamente el tallo subterráneo presenta dos estructuras: la primera esta cubierta por la base de las hojas, de consistencia sólida, discocaulinar y arrosetada; la segunda, sin cubierta foliar, con raíces contráctiles, engrosada, corta sin escamas y con yemas axilares. Se encontró un meristemo de engrosamiento secundario en el tallo subterráneo para todas las especies. Resalta la presencia de cuerpos de sílice en las células de parénquima del tallo de *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. montana* y dos nuevas especies una del estado de Guanajuato y la otra del estado de Oaxaca, característica con valor diagnóstico. El escapo presenta comúnmente cutícula de dos tipos lisa y estriada, pero en forma de "U" invertida en *P. graminifolia* y *P. platyphylla*. Aunque la mayoría de las especies tienen la epidermis papilosa, es lisa en *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. pringleii* y una nueva especie del estado de Puebla. Además, en el escapo destaca la presencia de una banda de esclerénquima y fibras asociadas al haz vascular con excepción de *P. howardii* en donde no se presentan dichas características. A diferencia de otras monocotiledóneas, el tallo subterráneo del género *Polianthes* no presenta esclerénquima, aunque en el escapo si esta presente este último tipo de células y constituye un carácter distintivo.

INTRODUCCIÓN

El tallo se organiza como parte integrante del eje de crecimiento del embrión. Consta de entrenudos no alargados y uno o más primordios foliares. En él, la primera yema, se designa comúnmente con el nombre de plúmula, y su tallo es el epicótilo. En estado de desarrollo primario existe ya diferenciación en nudos y entrenudos.

En el ápice prevalece el crecimiento en espesor, pero a cierta distancia de éste el crecimiento en longitud sustituye al desarrollo en anchura. Durante la vida de la planta se puede observar una periodicidad del crecimiento en longitud, esto se debe a que los entrenudos del eje joven son frecuentemente más cortos, alcanzando su mayor longitud en la edad juvenil de la planta y disminuyendo después hasta el final del crecimiento. Si el alargamiento de los entrenudos no se realiza, se habla de un acortamiento de los mismos, como se manifiesta en las plantas con rosetas foliares.

Los macroblastos y braquiblastos muestran un crecimiento ilimitado, los primeros derivan de yemas de primer orden tienen un crecimiento sin límites, mientras que los braquiblastos, proceden de ramas de orden superior, se quedan más cortas y se distinguen por la forma particular de sus hojas.

Muchas especies arbóreas poseen un sistema monopódico con un eje principal que pronto va a formar el tronco (*Quercus*), otros muestran una ramificación simpodial (*Tilia, Ulmus*). En los sistemas simpódicos, las ramas laterales superiores se desarrollan más que el eje principal y éste deja de crecer o su ápice se transforman en una flor. En general sólo una de las ramas laterales continúa el crecimiento. (Roth, 1968)

Los tallos se encargan de funciones fisiológicas especiales modificándose externamente, de tal manera, que no se pueden distinguir a primera vista. Por lo que su verdadero carácter morfológico, se transforma o modifica. A esta categoría pertenecen principalmente los órganos de reserva que almacenan sustancias

asimilatorias. A veces, el estudio comparativo requiere un análisis morfológico y anatómico intenso para descubrir la verdadera naturaleza de los órganos vegetativos. Todas las modificaciones se pueden deducir de los tres órganos vegetativos de las plantas vasculares que son el tallo, la hoja y la raíz. (Roth, 1968).

Las monocotiledóneas presentan una gran diversidad de tallos (Heywood, 1985). A pesar de que un gran número de monocotiledóneas son endémicas a México, pocos son los estudios anatómicos del tallo que hasta la fecha se han realizado en este grupo de plantas (Cheadle, 1937; De Mason, 1979; Rudall, 1995). Las especies que conforman el género *Polianthes* son monocotiledóneas endémicas a México, las cuales no están bien delimitadas desde el punto de vista taxonómico (Solano, com.pers.) y la porción subterránea del tallo ha recibido diferentes nombres. Para realizar una revisión taxonómica es necesario recurrir a descripciones, análisis y comparación de caracteres morfológicos y anatómicos entre otros. Precisamente, la anatomía es un valioso recurso para ayudar a la ubicación taxonómica de las especies u otras categorías taxonómicas (Dickison, 1975).

ANTECEDENTES

Organización del cuerpo de la planta

En las plantas con semilla se reconocen generalmente tres órganos vegetativos: raíz, tallo y hoja. De acuerdo a su hábito o forma de vida, las plantas pueden ser herbáceas de vida corta y formas diversas, o leñosas como los árboles, arbustos o lianas. Los tallos, en relación con el medio donde se encuentren y la función que realicen, pueden presentar diversas modificaciones. Por ejemplo, los cormos, los bulbos y los tubérculos, son tallos hipógeos, generalmente de almacenamiento; mientras que los tallos suculentos epígeos almacenan agua, como las cactáceas o las euforbiáceas. Por otra parte, zarcillos y ganchos pueden ser tallos modificados especializados en el sostén (Bell, 1991) o para posible protección como las espinas de *Prunus* spp.

En la estructura externa de un vástago puede observarse que las hojas se distribuyen según un modelo arquitectónico (Bell, 1991). El lugar en el cual la hoja se une al tallo se denomina nudo y la zona comprendida entre dos nudos, entrenudo. Cuando la distancia entre estos últimos es corta o no existe, los tallos son conocidos como braquiblastos o tallos arrosados como en muchas monocotiledóneas, entre ellas las plantas pertenecientes al género *Agave*. De las familias de monocotiledóneas, reconocidas por Heywood (1985), el 49% tienen tallos horizontales como los rizomas, el 16% tallos trepadores y otro 16% de las familias presentan bulbos (Cuadro 1), mientras que otros tallos modificados como los cormos, estolones y tubérculos se encuentran en pocas familias (Cuadro 1). Cabe resaltar que en varias monocotiledóneas es difícil asignar el nombre del tallo modificado debido a la presencia de formas transicionales (Rudall, 1989), en otras no se han realizado observaciones que permitan definir su tipo de tallo subterráneo, tal es el caso de varias especies endémicas a México (L. Hernández, com. pers.).

Familia	rizoma	bulbo	tubérculo	corno	estolón	trepadores
Gramíneas	x					
Juncaceáceas	x				x	
Zingiberáceas	x					
Marantáceas	x					
Iridáceas	x					
Dioscoreáceas	x					
Orquidáceas	x					
Agaveáceas	x					
Y Otras 16 familias	x					
Alismatáceas		x				
Iridáceas		x			x	
Liliáceas		x				
Aponogetonáceas			x	x		
Pontederiáceas					x	
Dioscoreáceas			x			
Burmaniáceas			x			
Marantáceas			x			
Cianastráceas				x		
Potamogetonáceas						x
Zosteráceas						x
Posidoniáceas						x
Cimodoceáceas						x
Mayacáceas						x
Flagelariáceas						x
Restionáceas						x
Turniáceas						x

Por ejemplo, para el género *Polianthes*, el tallo se describe como rizoma, pseudobulbo o bulbo corto y cilíndrico (Solano-Camacho, com. per.); dos de ellos con connotaciones diferentes. A la fecha se desconoce si estos tipos se presentan en una o más especies o si los diversos nombres se han asignado indistintamente a un sólo tipo de tallo subterráneo en el género *Polianthes*.

El cuerpo de la planta está constituido por unidades morfológicas reconocibles, conocidas como órganos. Los órganos están conformados por grupos de células que se distinguen de otros tanto estructural como funcionalmente y se les denomina tejidos (Esau, 1976). Los principales tejidos de una planta vascular son: dérmico, fundamental y vascular.

El dérmico comprende la epidermis, constituido por un grupo de células que tienen como función principal la protección externa, es de origen primario y recubre el cuerpo de la planta. El tejido fundamental está formado por parénquima y sus variantes que son el colénquima y el esclerénquima (Esau, 1976). El tejido vascular forma un sistema que se extiende en forma continua a través de cada órgano de la planta, se diferencia en xilema responsable de la conducción de agua y en floema responsable de la traslocación de fotosintatos. En las dicotiledóneas el tejido vascular primario se dispone en forma de eustele, mientras que en las monocotiledóneas es una atactostele (Esau, 1976).

Las plantas vasculares tienen crecimiento abierto (Esau, 1976), debido a la presencia de los meristemas, en las cuales la formación de nuevas células continúa mientras que otras partes de la planta llegan a la madurez (Font-Quer, 1977). Los meristemas son primarios y secundarios. Los primarios se caracterizan porque sus células tienen la capacidad de dividirse y elongarse, se ubican en la región apical del tallo, ramas y subapical de la raíz. Los meristemas secundarios, se forman casi sin excepción en la parte interna del tallo y la raíz, cuando ha cesado por completo la actuación de los meristemas primarios (Font-Quer, 1977). Los meristemas secundarios son el cámbium vascular y el cámbium del súber o felógeno. A estos, también se les denomina meristemas laterales debido a su posición paralela con respecto al eje del tallo y la raíz. Sin embargo, en las monocotiledóneas con

meristemática llamada meristema de engrosamiento secundario (Tomlinson y Zimmermann, 1969), donde se producen haces vasculares secundarios inmersos en parénquima.

Crecimiento primario en monocotiledóneas

Las monocotiledóneas se caracterizan por presentar una atactostela, donde los haces vasculares se distribuyen sin guardar orden alguno (Font-Quer, 1977). La epidermis generalmente es uniestratificada y ocasionalmente se presentan hacia el interior grupos de fibras que se alternan con la región clorénquimatosas.

Debido a la actividad de un meristema de engrosamiento primario (MEP), las monocotiledóneas muestran a menudo un rápido engrosamiento por debajo del meristema apical. El MEP está localizado por debajo de los primordios foliares y produce filas anticlinales de células mediante divisiones periclinales. Las células derivadas de este meristema se diferencian en un tejido que consta de parénquima fundamental atravesado por cordones procambiales, los cuales se transforman finalmente en haces vasculares (Esau, 1976).

Crecimiento secundario en monocotiledóneas

El crecimiento secundario se presenta en las lilifloras herbáceas o leñosas y otros grupos de monocotiledóneas (Cheadle, 1937; Rudall, 1991, 1995). Sin embargo, a la fecha no hay registro de crecimiento secundario en un gran número de ellas (Rudall, 1995). El meristema correspondiente a este crecimiento recibe el nombre de meristema de engrosamiento secundario (MES) y se presenta en continuidad con el meristema de engrosamiento primario (MEP) (Chouard, 1936; De Mason, 1979; Diggle y De Mason, 1983; Eckardt, 1941; Stevenson, 1980). Manguin (1882) divide a las monocotiledóneas en cuatro grupos con base a la actividad del MEP y el MES. El primer grupo incluye monocotiledóneas herbáceas donde el MEP es el responsable de la iniciación radical adventicia y la producción de una red

segundo grupo de herbáceas el MEP se mantiene activo después de la formación radicular produciendo por un periodo limitado más derivados vasculares, por ejemplo, en especies de *Aloe* y *Gasteria*. En el tercer grupo se encuentran aquellas plantas con hábito de crecimiento arborescente, entre ellas: *Yucca*, *Dracaena* y *Cordyline*. Este grupo se distingue porque un MES sustituye al MEP produciendo el tejido secundario que apoya la planta por arriba de la base del suelo. El cuarto grupo arborescente incluye a las Aracáceas y Pandanáceas, las cuales inicialmente producen raíces adventicias y el tejido vascular toma un camino sinuoso a través del tallo principal donde el grosor se establece por ensanchamiento difuso primario.

Las células meristemáticas en las monocotiledóneas varían de forma, vistas en sección longitudinal pueden ser fusiformes o rectangulares, a veces truncadas por un extremo y puntiagudas por el otro (Cheadle, 1937). Al inicio del crecimiento secundario las células son producidas hacia el interior del tallo; más tarde forman una pequeña cantidad de tejido hacia la periferia. Las células que se forman hacia el interior se diferencian en cordones vasculares y en parénquima, y las que se desarrollan hacia el exterior forman sólo parénquima. Durante el desarrollo de los haces vasculares, las células derivadas del MES se dividen longitudinalmente; y se diferencian en haces colaterales o anfibasales.

Cheadle (1937) encontró, que en el crecimiento secundario, las especies tienen en común la presencia de dichos haces vasculares separados por parénquima secundario; sin embargo, señala que variaciones en el arreglo de este tejido pueden o no ser típicas de un género o de las especies que lo conforman.

Problema:

A pesar de que un gran número de monocotiledóneas son endémicas a México, pocos son los estudios comparativos anatómicos del tallo u otros órganos de la planta realizados en este grupo (Cheadle, 1937; Rudall, 1991, 1995; Stevenson y Pooham, 1973) por ello, se desconoce la contribución que los caracteres anatómicos del tallo u otros órganos puedan hacer en la sistemática de estas monocotiledóneas. Se escogió como sistema de estudio el género *Polianthes* por ser endémico a México y porque existe poca información con respecto a su morfología y anatomía.

Justificación

Debido a la controversia existente con respecto al tipo de tallo del género *Polianthes*, un estudio morfológico-anatómico permitirá con base en la observación y análisis, caracterizar el tallo presente en este género. Además, como parte de un estudio sistemático del género *Polianthes* (Solano Camacho, com. pers. 1996) es necesario evaluar la contribución de los caracteres anatómicos del tallo en la delimitación de especies o grupos de ellas.

OBJETIVOS

- * Describir la morfología del tallo de nueve especies y dos nuevas del género *Polianthes* y asignarlo a algún tipo de tallo subterráneo.
- * Describir la anatomía del tallo y escapo de nueve especies y dos nuevas de *Polianthes*.
- * Evaluar si existe algún carácter anatómico con valor taxonómico que ayude a la delimitación de las especies o grupos de ellas.

MATERIAL Y MÉTODO

El género *Polianthes* L.

Polianthes se clasifica en la familia Agavaceae (Cronquist, 1981). Carlos Linneo fue el primero en distinguir las tuberosas de los jacintos y les dio el nombre de *Polianthes floribus alternis* en su *Hortus Cliffortianus* en 1738. Posteriormente Heister en 1748, uso el nombre genérico de *Tuberosa* en su *Sistema Plantarum* (Verhoek, 1975) y Linneo (1753) es quien propone la combinación *Polianthes tuberosa* en su obra *Species Plantarum*. *Polianthes tuberosa* permaneció como la única especie del género hasta 1821 cuando Link y Otto describieron a *Polianthes gracilis*.

En el género *Polianthes* las coloraciones de sus flores, hacen de casi todas las especies silvestres un recurso potencial como plantas ornamentales; en este sentido, *Polianthes tuberosa* ha sido cultivada con fines ornamentales por más de 400 años. Además, la alta concentración de sapogeninas que presentan los rizomas y raíces tuberosas ha hecho que *P. geminiflora* y *P. tuberosa* sean sustitutos del jabón (Rose 1903, Trueblood 1973). En particular la especie *Polianthes tuberosa* posee aceites esenciales que se utilizan en la industria de la perfumería (Trueblood, 1973).

Descripción morfológica del género *Polianthes* L.

Hierbas perennes, de raíces carnosas-fibrosas, rizomas pseudobulbos o bulbos cortos y cilíndricos (Solano Camacho, com. pers.). Las bases de las hojas con aspecto bulboso, hojas basales y caulinares, láminas lineares a lanceoladas, en ocasiones algo suculentas, planas o acanaladas, glabras ocasionalmente pubescentes, o glaucas; las nervaduras lisas o papilosas en la cara exterior,

racimo, con 3 a 8 (20) nudos por lo general cada nudo con un par de flores tubulares a angostamente infundibuliformes, algo carnosas a suculentas, de color naranja, amarillo, rojo, rojo anaranjado, rosado, blanco o coral, con la garganta amarilla; flores en botón erectas, a la madurez colgantes y con los tubos rectos, recurvados u horizontales, con brácteas florales y una o dos bracteolas deltoideas, segmentos del perianto cortos y deltoides largos y oblongos; ápices ligeramente coculados y pilosos; estambres inclusos, con inserción en la base de los segmentos o en el tubo, anteras semiversátiles, ovario trilobular, óvulos numerosos, estigma trilobado; cápsula ampliamente elipsoide a globosa, loculicida; semillas deltoides planas y negras. Se reconocen alrededor de 15 a 20 especies que se distribuyen en las zonas montañosas de México, en especial en los bosques de coníferas y de pino-encino. Su distribución incluye los estados de: Aguascalientes, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Tamaulipas, Tlaxcala, Zacatecas y el Distrito federal , (Alvarez, 1989; Mc Vaugh, 1989; Rzedowski, 1990; Solano com, pers 1996).

Trabajo de campo

Las especies del género *Polianthes* fueron recolectadas durante el periodo de floración de 1994 a 1996 en los estados de: Aguascalientes, Chihuahua, Colima, Durango, Michoacán, Jalisco, Puebla, Oaxaca y Tlaxcala. Se recolectaron dos o más individuos adultos en floración por especie excepto para *P. densiflora*, *P. graminifolia* y *P. howardii* (Cuadro 2).

En cada población se seleccionaron individuos completos con estructuras reproductivas, para el estudio morfológico-anatómico del tallo y cada individuo se fijo en FAA (alcohol etílico al 96% 50 ml, ácido acético glacial 5 ml, formol comercial al 40% 10 ml y agua destilada 35 ml) en el sitio de recolecta. El material de respaldo se encuentra depositado en el herbario FEZA de la FEZ-Zaragoza UNAM y en el Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología, UNAM.

Cuadro 2. Datos de los individuos recolectados del género *Polianthes* para el estudio morfológico-anatómico por especie, estado donde se recolectó y número de colecta. Todos los números son Solano *et al.*

Especie	Estado	Número
<i>P. densiflora</i> (Robinson <i>et</i> Fern.) Shinnery	Chihuahua	892
<i>P. geminiflora</i> var. <i>geminiflora</i> Mc Vaugh	Tlaxcala	790
	Tlaxcala	792
	Edo de México	795
	Edo de México	796
	Michoacán	797
	Puebla	798
	Jalisco	821
<i>P. geminiflora</i> var. <i>clivicola</i> Mc Vaugh	Jalisco	866
	Jalisco	867
<i>P. graminifolia</i> Rose	Aguascalientes	876
<i>P. howardii</i> Verh-Will	Colima	868
<i>P. longiflora</i> Rose	Michoacán	800
	Jalisco	820
<i>P. montana</i> Rose	Michoacán	861
	Michoacán	862
	Michoacán	863
	Jalisco	873
<i>P. nelsonii</i> Rose	Durango	833
	Durango	836
<i>P. platyphylla</i> Rose	Jalisco	828
	Jalisco	830
<i>P. pringleii</i> Rose	Jalisco	808
	Jalisco	825
	Jalisco	827
	Aguascalientes	829
	Aguascalientes	875
<i>P. sp. nov. 1</i>	Guanajuato	871
		872
		869
<i>P. sp. nov. 2</i>	Oaxaca	857
		858
<i>P. sp. nov. 3</i>	Puebla	794
		848
		849

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio el material fijado se lavó bajo chorro de agua por algunos minutos y se conservó en GAA (45% alcohol etílico al 96%, 30% glicerina, 25% agua) para evitar el endurecimiento del tejido hasta el inicio del estudio.

En un recipiente de cristal se colocó el individuo fijado para la descripción morfológica. Los tallos subterráneos fueron medidos con un vernier digital o escalímetro, se midió la parte más ancha de la región donde se ubican las bases foliares, el extremo apical donde las bases de las hojas terminan, así como el largo y ancho de región descubierta, donde también se contaron las raíces contráctiles. Además se midió la longitud total del escapo y la longitud de éste hasta el primer nudo floral; así como su diámetro. Todas las especies se dibujaron con la finalidad de tener un esquema de referencia. Con el fin de complementar las observaciones morfológicas de los tallos, para las diferentes especies se revisaron los ejemplares del género *Polianthes* depositados en el herbario de la FEZA.

Microtecnica

La porción del tallo subterráneo de cada individuo cubierto con bases foliares se dividió en tres regiones: basal, media y apical; mientras que a la porción del tallo subterráneo sin bases foliares y con raíces contráctiles se le hicieron con ayuda de una navaja de un solo filo cortes transversales y tangenciales de aproximadamente 2 a 3 mm de grosor en su parte media. Las secciones se colocaron durante 48 horas en frascos con alcohol etílico al 50% para iniciar su deshidratación. Todos los frascos fueron etiquetados previamente con un acrónimo para la identificación de cada ejemplar. A la base del escapo se le hicieron cortes transversales de 3 mm de grosor y se sumergieron en etilendiamina al 0.4% durante 24 a 48 horas (Carlquist, 1982) con el objeto de ablandar el tejido. Posteriormente se lavó el material con agua corriente.

a la deshidratación del tejido. Esta se hizo en un cambiador automático Fisher, iniciando con la solución de: 50%-cellosolve, seguida de 70%-cellosolve, cuatro cambios de 100%-cellosolve y cuatro cambios de xileno al 100%. El tejido permaneció en cada cambio 8 h. Las bolsas con los cortes se colocaron en dos cambios de parafina líquida por 24 h, respectivamente.

Una vez incluido el tejido en parafina se procedió a cortarlo en los planos transversal y tangencial. Los cortes se hicieron con un micrótopo rotatorio de 15 a 20 µm de grosor. Se pegaron a los portaobjetos con el adhesivo de Haupt [1% grenetina; 2% formol y 13% glicerol] (Johansen, 1940). Los tejidos se extendieron en el portaobjetos con formalina [10% - formaldehído, 90% - agua] y calentamiento en una plancha para microtecnia a 50°C durante 24 h. Los cortes fueron desparafinados con tres cambios de xileno al 100% y un cambio de alcohol isopropílico a diferentes diluciones [100%, 96%, 70%, 50%] durante 3 min cada cambio.

Tinción

La tinción se hizo con safranina [safranina al 0.05% y 2% de cloruro de sodio] Las preparaciones se sumergieron en dicha solución durante una hora, posteriormente deshidratándose con cambios de alcohol etílico [50%, 70%, 96%, 100%] y verde rápido [Fast Green 1.5 g, alcohol etílico absoluto 100 ml, aceite de clavo 100 ml, meticellosolve 100ml] por tres segundos, seguido de un cambio de alcohol etílico al 100% y tres cambios de xileno al 100% durante 30 min cada uno. Posteriormente se montaron con bálsamo de Canadá y secaron en una estufa a 50°C durante 24 h. Una vez secas se procedió a realizar la descripción anatómica del tallo y el escapeo.

Caracteres a evaluar

Para el tallo subterráneo cubierto con bases foliares se describió la epidermis, el tejido fundamental y el vascular, así como el MEP. Para el tallo desnudo se describió la peridermis y se contaron el número de células en hileras radiales del felema; se identificaron los contenidos en la región entre peridermis y haces vasculares. También se cuantificaron el número de: estiloides, rafidios y taninos/mm² con el analizador de imágenes IMAGE- Pro Plus versión 3.1 (Media Cybernetics, 1997), adaptado a un microscopio Olympus BX-50. Se cuantificó el número de células entre peridermis y MES. Se describió el MES; así como los haces vasculares primarios y secundarios.

Para la base del escapo se describieron los siguientes caracteres: grosor, tipo de cutícula y microrelieve; forma de las células epidérmicas y modificaciones de éstas; en la zona de fibras se determinó el número de células; se contó el número de elementos traqueales en los haces vasculares del centro del escapo y el tipo de haces; también se describieron los idioblastos y material ergástico como estiloides, rafidios o taninos. Con respecto a los caracteres cuantitativos se procedió a medir el ancho y largo de 20 células de la epidermis del escapo por individuo con el analizador de imágenes IMAGE-Pro Plus versión 3.1 (Media Cybernetics, 1997).

Los resultados se vaciaron a cuadros comparativos. La información obtenida de las observaciones de los cortes transversales y tangenciales permitió hacer la descripción anatómica del tallo subterráneo y la base del escapo.

Se tomaron fotografías en blanco y negro y color con un fotomicroscopio Zeiss para ilustrar las características más sobresalientes. La descripción anatómica del tallo subterráneo y del escapo se presenta a nivel genérico.

RESULTADOS

Descripción morfológica del tallo subterráneo del género *Polianthes*

Generalmente se presenta con un tallo subterráneo cubierto con las bases foliares, rara vez 2 o 3; hojas envolventes en forma de roseta, lanceoladas y cuando éstas se secan las bases presentan un color café oscuro que cubren el bulbo incoloro (Fig. 1). Al eliminar las bases foliares queda al descubierto el tallo y ápice, dejándose ver remanentes de escapos de años anteriores. El arreglo de los escapos muestra que se forman simpódicamente.

Durante el primer año de crecimiento el tallo cubierto por bases foliares es monopódico, los siguientes son de origen simpódico. El cuadro 3 sintetiza las dimensiones del tallo subterráneo con cubierta foliar y la porción desnuda con raíces contráctiles para los individuos de las especies del género *Polianthes* estudiadas. El tallo con cubierta foliar tiene aspecto bulboso (Fig. 1), presenta una longitud media que va de 8 mm en *P. howardii* a 41 mm en *P. longiflora*, mientras que la diámetro medio varía de 7 mm en *P. densiflora* a 20 mm en *P. longiflora* (Cuadro 3).

La porción del tallo desnuda con raíces contráctiles tiene forma cilíndrica de aspecto generalmente carnoso y color café claro, a excepción de *P. howardii* que es de color café oscuro (Fig. 2). En éstos varía su longitud media de 7 mm en *P. geminiflora* var. *clivicola* y *P. nelsonii* a 25 mm en *P. longiflora* y en diámetro medio de 6 mm en *P. densiflora* a 23 mm en *P. longiflora* (Cuadro 3). Sobre su superficie se presentan yemas axilares de color blanco muy conspicuas sin catáfilos protectores. Las raíces contráctiles presentan aspecto carnoso que varían en grosor (Figs. 1, 3). El número de raíces contráctiles fluctúa de 2 en *P. nelsonii* a 22 en *P. densiflora* (Cuadro 3). De las raíces contráctiles emergen raíces laterales de segundo orden. Estas se caracterizan por ser más delgadas y de color café oscuro a excepción de

ae+sub1,2= longitud total del tallo con cubierta foliar y con raíces contráctiles y con raíces desnudo sin raíces contráctiles, ae = longitud del tallo con cubierta foliar, sub1= longitud del tallo desnudo y con raíces contráctiles, sub2= longitud de tallo desnudo y sin raíces contráctiles de la primera raíz a la parte terminal, aer= diámetro de tallo con cubierta foliar, subte= diámetro de tallo sin cubierta foliar y con raíces contráctiles, esba= diámetro de la base del escapo, esfo=diámetro de escapo, nora= número de raíces contráctiles, noco= número de colecta de los individuos recolectados.

Especies	Longitud (mm)				Diámetro (mm)					
	ae+sub1,2	ac	sub1	sub2	aer	subte	esba	esfo	nora	noco
<i>P. densiflora</i>	37	19	5	---	7	6	4	6	22	892
<i>P. gemmiflora</i>	146	30	38	23	24	14	14	13	5	821
<i>var gemmiflora</i>	130	30	10	10	13	10	8	10	7	795
	72	18	7	12	13	11	7	9	8	797
	90	30	15	---	12	---	10	10	9	792
	80	30	10	---	14	10	9	11	6	799
	116	40	16	---	18	16	12	9	8	790
	103	20	15	20	27	20	15	16	4	798
	105±27	28±7	13±12	14±10	17±6	13±4	11±3	11±2	6±2	
<i>P. gemmiflora</i>	70	31	9	9	18	15	7	151	8	866
<i>var. clivicola</i>	44	31	5	---	15	14	10	13	13	867
	57±18	31±0	7±3	9±0	16±2	14±0	8±2	14±1	10±3	
<i>P. graminifolia</i>	74	34	13	7	15	13	7	13	6	876
<i>P. howardii</i>	70	8	28	---	8	11	8	12	5	868
<i>P. longiflora</i>	148	33	28	30	20	23	12	17	9	800
	173	50	23	---	20	---	12	13	1	820
	160±18	41±12	25±3	30±0	20±0	23±0	12±0	15±3	5±6	
<i>P. montana</i>	89	17	15	20	13	22	9	13	10	861
	65	36	5	---	13	19	7	14	6	862
	47	19	5	6	13	15	7	13	10	863
	113	42	22	17	22	15	12	16	9	873
	78±3	28±12	12±8	14±7	15±4	18±3	9±2	14±1	9±2	
<i>P. nelsonii</i>	98	28	10	---	11	11	6	10	3	833
	55	10	5	---	13	8	6	11	1	836
	76±30	19±13	7±3	---	12±1	9±2	6±0	10±1	2±1	
<i>P. platyphylla</i>	75	25	11	---	13	12	7	10	18	828
	88	25	17	---	15	12	6	10	7	830
	81±9	25±0	14±4	---	14±1	12±0	6±7	10±0	12±8	
<i>P. pringlei</i>	66	17	1	---	11	14	6	10	9	808
	80	30	5	---	13	12	6	11	21	825
	70	20	10	---	11	10	8	9	6	827
	116	28	21	21	12	13	6	10	5	829
	101	30	28	16	12	16	6	11	10	875
	87±21	25±6	13±11	18±3	12±1	13±2	6±1	8±4	10±5	
<i>P. nov</i>	63	41	45	6	15	9	6	8	5	871
1 Guanajuato	52	26	8	8	10	8	5	8	6	872
	56	20	7	8	10	12	5	9	3	869
	57±5	29±9	20±0	7±1	12±2	10±2	5±0.5	8±0.5	5±1	
2 Oaxaca	34	25	28	25	18	19	11	15	10	858
	139	28	27	27	15	18	11	12	10	857
	87±52	27±2	28±0.5	26±1	17±2	19±0.5	11±0	14±2	10±0	
3 Puebla	83	25	18	---	12	---	7	11	2	794
	130	30	22	20	17	10	7	10	5	848
	56	13	6	9	31	15	21	21	5	849
	90±30	23±7	15±7	15±6	20±8	13±3	12±7	14±5	4±1	

Negritas= Media y desviación esandar

Figs. 1-3. Tallo subterráneo de las especies del género *Polianthes*. 1. Se muestra la variación del tallo subterráneo con bases foliares y la porción del tallo desnudo con raíces contráctiles. 2. Raíces contráctiles de diferente longitud. Notar que *P. howardii* es el más largo y *P. densiflora* es el más corto. 3. Raíces contráctiles, *P. graminifolia* las tiene más anchas y *P. densiflora* en mayor densidad. En *P. longiflora* se observan algunas yemas axilares (flechas). a=bulbo, b=cormo, c=raíces contráctiles, y=yema axilar.

1



Polianthes densiflora

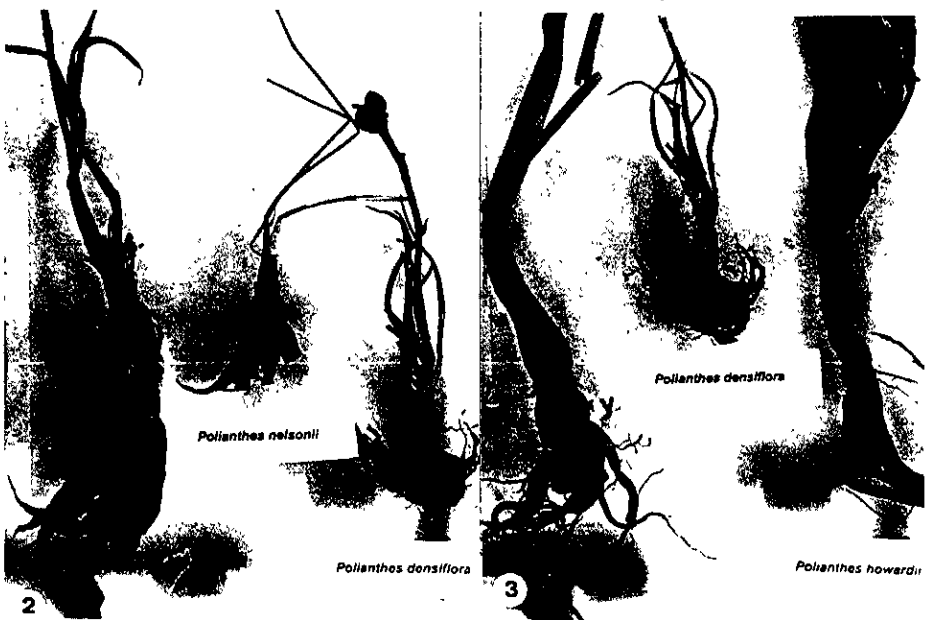
Polianthes nelsonii

Polianthes geminiflora var. *clivata*

Polianthes longiflora

Polianthes howardii

1. *Polianthes densiflora* 2. *Polianthes nelsonii* 3. *Polianthes geminiflora* var. *clivata* 4. *Polianthes longiflora* 5. *Polianthes howardii*



Polianthes nelsonii

Polianthes densiflora

Polianthes densiflora

Polianthes howardii

2

3

Polianthes geminiflora var. *graminifolia*

Polianthes longiflora

P. densiflora donde la mayoría de este tipo de raíces son delgadas y cortas, a su vez las raíces laterales secundarias son abundantes y fuertemente ramificadas (Fig. 2).

Descripción anatómica del tallo subterráneo cubierto con bases foliares

La cutícula es lisa muy delgada, la epidermis tiene células de forma rectangular sin idioblastos (Fig. 6). Bajo la epidermis se encuentra tejido fundamental y un cilindro central con haces vasculares sin límite perceptible (Fig. 7). Los haces son colaterales de forma variable, los más externos cerca de la epidermis pequeños de forma ovoide, mientras que los más internos en el centro del tallo, generalmente de mayor tamaño. En éstos se aprecian células de parénquima de pared delgada entre los elementos traqueales; dichas células modifican la forma ovoide del haz a formas más redondeadas o irregulares pues la mayoría se desvían.

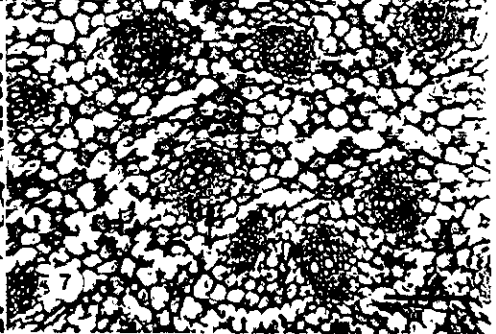
En el parénquima existen idioblastos con rafidios y estiloides que se encuentran distribuidos sin un patrón definido, además, su abundancia es variable entre las especies (Fig. 5).

El MEP se observó en cortes tangenciales, cerca de la base de las hojas próximas al meristemo apical, se evidencia por las series radiales de células con paredes muy delgadas (Figs. 4, 5).

Descripción anatómica del tallo subterráneo desnudo con raíces contráctiles

La peridermis es unidireccional, con felógeno y felema distintivos (Fig. 8). El felógeno se compone de 2 a 4 estratos de células rectangulares con disposición radial. El felema tiene de 2 a 9 estratos de células rectangulares de pared delgada, que se tiñen de rojo posiblemente porque acumulan cutina, a medida que se alejan del felógeno conservan su disposición radial, presentan abundantes taninos y se colapsan en sus paredes radiales. Sin embargo, se observaron restos de peridermis

Figs. 4-7. Anatomía del tallo subterráneo cubierto por bases foliares con crecimiento primario del género *Polianthes*. 4. *P. platyphylla* (tangencial), se aprecia el MEP. Escala 150 μm . 5. *P. nelsonii* (transversal) se observa el MEP e inicio del MES y abundantes idioblastos con rafidios. Escala 150 μm . 6. *P. montana* (transversal) epidermis. Escala 190 μm . 7. *P. montana* (transversal) centro del tallo con haces colaterales. Escala 150 μm . p=meristemo de engrosamiento primario, s=meristemo de engrosamiento secundario, R=rafidio, E=estiloide, ep=epidermis, H=haz vascular colateral.



previas sólo en una región de la porción del tallo desnudo en *P. geminiflora* var. *clivicola*, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. graminifolia*, *P. montana*, *P. platyphylla*, *P. pringleii* y dos nuevas especies, una del estado de Guanajuato y la otra del estado de Puebla. Los remanentes se componen de células que provienen de la corteza primaria con estiloides y células de felema.

Las células del parénquima se observan ligeramente rectangulares colapsadas o no, cerca de la peridermis (Fig. 8). A medida que se alejan de la peridermis presentan formas isodiamétricas con espacios intercelulares de forma romboédrica, triangular, rectangular o cuadrada, de pared delgada y en sentido radial varían en número de células de 14 a 38, algunas de ellas se diferencian en idioblastos con estiloides, rafidios o taninos (Cuadro 4).

Existe una tendencia a que los idioblastos con rafidios sean de mayor dimensión y más abundantes en el tallo desnudo y con raíces contráctiles que en el tallo con cubierta foliar (Cuadro 4). La abundancia de estos contenidos varía entre especies. Además en esta región se observan haces vasculares colaterales desviados, los cuales probablemente corresponden a las trazas foliares.

La mayor parte de las células de parénquima cercanas al MES presentan granos de almidón muy pequeños y en número variable.

La región del MES se distingue por presentar una circunferencia meristemática de células en división continua; el número varía entre individuos de 2 a 10. Las células meristemáticas forman hileras radiales de forma rectangular, donde algunas se diferencian en hileras de células más angostas (Fig. 10). Cuando el MES está diferenciado en la región meristemática, las células tienen forma casi cuadrada (Fig. 10). En los haces vasculares que inician su diferenciación, primero se distinguen los elementos de tubo criboso y algunas células acompañantes, mientras que los elementos traqueales lo hacen tardíamente (Fig. 9). Además, las células del parénquima que rodean dichos haces son de forma rectangular elongada radialmente.

Cuadro 4. Densidad de idioblastos con diferentes contenidos en el tallo subterráneo

desnudo y con raíces contráctiles de las especies de *Polianthes* por mm²

ESPECIE	ESTILOIDES	RAFIDIOS
<i>P. densiflora</i>	11	5
<i>P. geminiflora</i> var <i>clivicola</i>	18	12
<i>P. geminiflora</i> var <i>geminiflora</i>	26	6
<i>P. graminifolia</i>	46	2
<i>P. howardi</i>	22	4
<i>P. longiflora</i>	2	9
<i>P. montana</i>	5	5
<i>P. nelsonii</i>	8	1
<i>P. platyphylla</i>	32	17
<i>P. pringleii</i>	10	7
nov 1 Guanajuato	10	7
2 Oaxaca	6	8
3 Puebla	18	6

Los haces vasculares que origina el MES, son colaterales (Figs. 10, 11). El número de células del MES, hasta donde se inicia el parénquima de la región central del tallo varía de 13 a 31. En el parénquima de esta zona también se observan abundantes idioblastos con estiloides y rafidios en todas las especies, no obstante los rafidios son más escasos (Fig. 10).

Los cuerpos de sílice se presentan exclusivamente en *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. montana* y dos nuevas especies una del estado de Guanajuato y la otra de Oaxaca y se distribuyen en el parénquima de la región central del tallo o bien en el parénquima asociado al MES (Fig. 12).

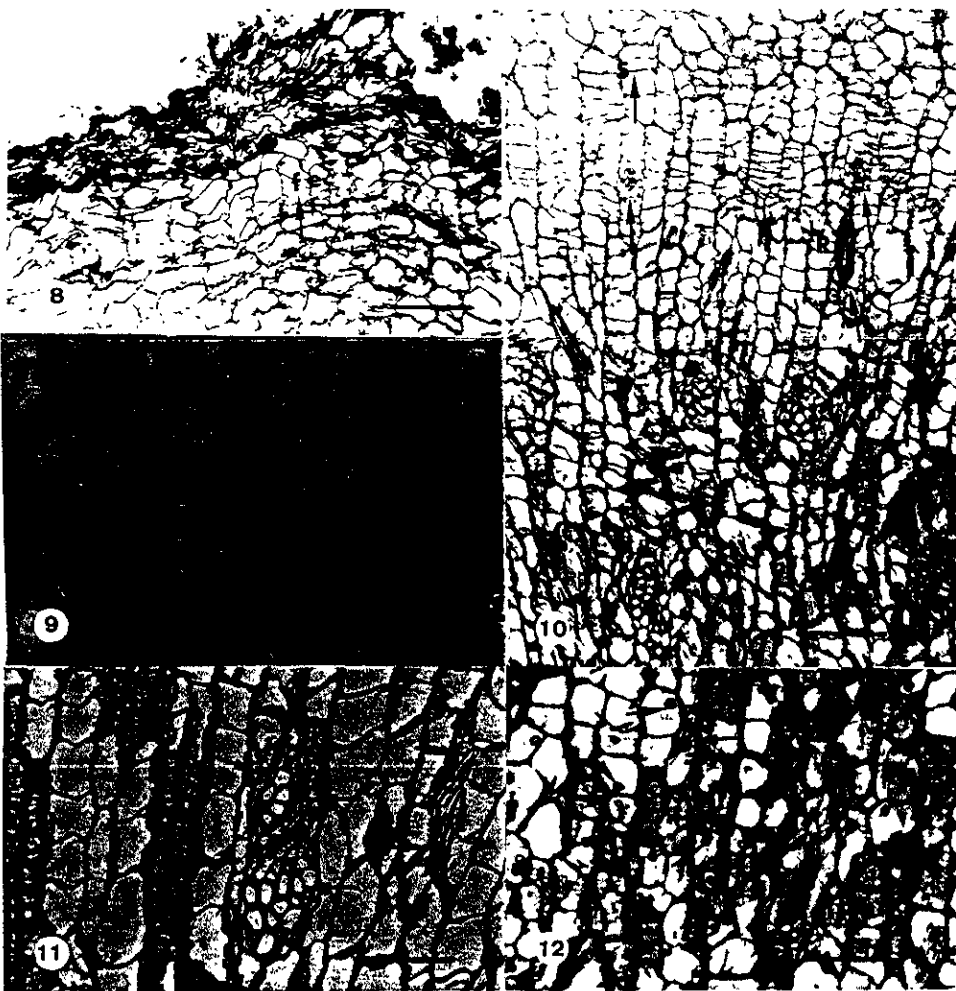
El parénquima central tiene células de forma isodiamétrica con espacios intercelulares romboédricos, triangulares, rectangulares o cuadrados. Presentan haces vasculares colaterales de tamaño variable. El número de haces vasculares contándolos del centro del tallo hacia la peridermis varían de 22 a 71, el número de células de xilema del haz vascular que se encuentra en el centro del corte fluctúa de 8 a 21.

Descripción anatómica del escapo

La cutícula es generalmente delgada, sin embargo, *P. graminifolia* y *P. platyphylla* se distinguen por presentar una cutícula muy gruesa en forma de "U" invertida (Fig. 14). La cutícula comúnmente es lisa (Fig. 13), pero se observa estriada en *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. montana*, *P. nelsonii* y *P. pringleii*; notablemente los individuos de *P. geminiflora* var. *clivicola* y *P. pringleii* presentan ambos tipos de cutícula.

La epidermis es uniestratificada con células de forma rectangular o cuadrada y sin idioblastos (Figs. 13-15). Las células epidérmicas varían en altura de 11 μm en *P. pringleii* a 18 μm en *P. montana* y en ancho de 10 μm en *P. pringleii* a 14 μm en *P. nelsonii*. La epidermis papilosa es común en el escapo para la mayoría de

Figs. 8 - 12. Anatomía del tallo subterráneo desnudo y con raíces contráctiles. 8. *P.* sp. nov. (Guanajuato) (transversal). Peridermis unidireccional. Las células del nuevo felema en formación modifican la posición de las células de la peridermis previa. Escala 180 μm . 9. *P. nelsonii* (transversal). Haz vascular secundario en formación solo se aprecian tubos cribosos y células acompañantes. Escala 190 μm . 10. *P. geminiflora* var. *geminiflora* (transversal). Meristemo de engrosamiento secundario (MES). Las flechas señalan las regiones con algunos haces vasculares en formación. Notar haces vasculares y abundantes idioblastos con rafidios. Escala 150 μm . 11. *P. geminiflora* var. *geminiflora* (transversal). Detalle del haz vascular secundario en formación y el otro con xilema y floema bien diferenciados. Las flechas señalan algunos estiloides. Escala 160 μm . 12. *P.* sp. nov. (Guanajuato) (transversal). Cuerpos de sílice en las células de parénquima del MES Escala 150 μm . pr=peridermis, fe=felema, S=meristemo de engrosamiento secundario, R=rafidio, E=estiloide.



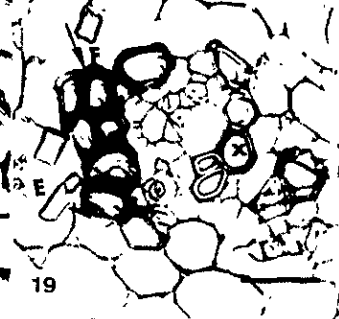
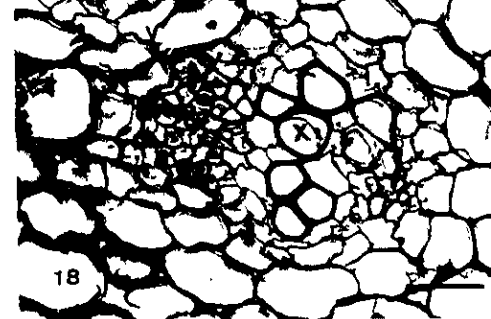
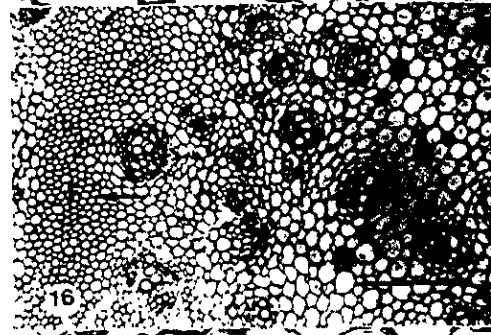
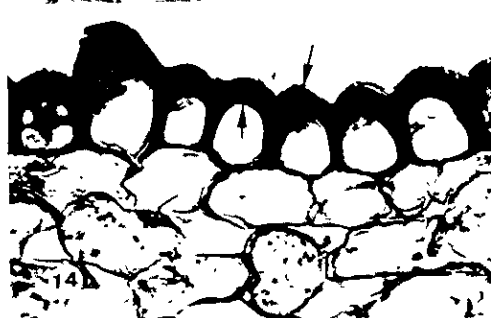
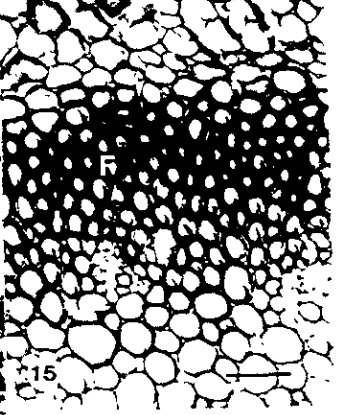
las especies, observándose lisa en *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. pringleii* y una nueva especie del estado de Puebla.

El escapo está constituido por la epidermis, la región entre ésta y la banda de fibras, la banda de fibras y la región central vascular (Figs. 15, 16). En la epidermis y la banda continua de fibras hay de 4 a 10 células de espesor. La mayoría de las células del parénquima son isodiamétricas de paredes delgadas no lignificadas, sin embargo, se presentan colapsadas cerca de la epidermis en los individuos de *P. montana*, *P. nelsonii* y *P. pringleii*. Los espacios intercelulares en el parénquima son de forma romboédrica, triangular, rectangular o cuadrada. Algunas células del parénquima son idioblastos que contienen rafidios, estiloides o taninos (Fig. 13). Los idioblastos se observan de escasos a abundantes y los contenidos al igual que su posición dentro del escapo varía entre especies y entre individuos de la misma especie.

Se observan estiloides, rafidios y taninos en los individuos de *P. geminiflora* var. *geminiflora* y *P. platyphylla*; taninos y estiloides en *P. pringleii* y una nueva especie del estado de Guanajuato; rafidios y estiloides en *P. geminiflora* var. *clivicola*, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. longiflora* y *P. montana*; y únicamente estiloides en dos nuevas especies, una del estado de Puebla y la otra de Guanajuato. Estos contenidos se encuentran a partir del primer estrato de células subepidérmicas hasta el inicio de la banda de fibras. En esta región los haces vasculares son pequeños y colaterales.

La banda continua de fibras varía de 4 a 22 células de espesor, se presenta como límite externo entre la región central del escapo y la epidermis. (Figs 15, 16). El grosor de la pared secundaria y su lignificación centrífuga, indican que las fibras más cercanas a la epidermis son las primeras en alcanzar su madurez (Fig. 15). Las especies, *P. densiflora*, *P. platyphylla*, *P. pringleii*, *P. montana*, dos especies nuevas una del estado de Puebla y la otra del estado de Oaxaca, tienen fibras de pared delgada; por otro lado, *P. geminiflora* var. *clivicola*, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. nelsonii* y *P. pringleii*, presentan fibras con pared gruesa. Una excepción es *P. howadii* que no presenta la banda de fibras, sino una banda de parénquima.

Figs. 13-19. Anatomía del escapo. 13. *P. geminiflora* var. *geminiflora* (transversal). Células epidérmicas con cutícula lisa y delgada. Escala 150 μm . 14. *P. platyphylla* (transversal). Células epidérmicas con cutícula gruesa en forma de "U" invertida. Escala 150 μm . 15. *P. nelsonii* (transversal). El cilindro del esclerénquima puede presentar fibras con paredes muy gruesas en las cuales se esclerifican centrífugamente. Escala 100 μm . 16. *P. platyphylla* (transversal). Región central del escapo donde se aprecia el anillo del esclerénquima y haces vasculares colaterales en el centro. Escala 170 μm . 17. *P. platyphylla* (tangencial). Detalle de idioblastos con rafidios. Estos se distribuyen en el escapo. Escala 140 μm . 18. *P. howardii* (transversal). Haz vascular sin fibras sobre el protofloema. Escala 150 μm . 19. *P. platyphylla* (transversal). Haz vascular con fibras sobre el protoflema y abundantes estiloides. Escala 150 μm . F=fibras, h=haz vascular colateral, x=xilema, E=estiloide.



En todos los individuos se observan haces vasculares distribuidos en la banda de fibras. Sin embargo, se encuentran haces sólo en la parte intermedia de esta banda en *P. densiflora*, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. montana*, *P. platyphylla*, *P. pringleii* y dos nuevas especies una del Estado de Guanajuato y otra del Estado de Puebla, o bien, se pueden presentar en la parte más externa de la banda como en *P. geminiflora* var. *clivicola*, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. pringleii* y una nueva especie del estado de Puebla.

En la región más central del escapo los haces vasculares son colaterales de tamaño diverso (Fig. 16). En la mayoría de las especies hay de 3 a 15 fibras asociadas al haz vascular (Fig. 19), con excepción de *P. howardi* (Fig. 18). En esta región el parénquima posee células de forma redondeada e isodiamétrica con espacios intercelulares de forma romboédrica, triangular o rectangular; su pared celular es más delgada si se compara con las que se encuentran cercanas a la epidermis. Idioblastos con estiloides, rafidios o taninos se presentan únicamente en *P. platyphylla* (Figs. 17,19); estiloides en *P. geminiflora* var. *clivicola*, *P. geminiflora* var. *geminiflora* y *P. montana*; estiloides y rafidios en *P. geminiflora* var. *clivicola* y taninos y estiloides en una nueva especie del estado de Guanajuato.

DISCUSIÓN

Morfología del tallo subterráneo

En las especies estudiadas del género *Polianthes* se encontró que el tallo tiene dos porciones distintivas una con cubierta de bases foliares semejante a un bulbo y otra desnuda con raíces contráctiles semejante a un cormo. Font-Quer (1977) describe a los bulbos como tallos subterráneos, con un cuerpo sólido, disco-caulinar muy desarrollado, arrosado de túnica delgada membranosa o papirácea. Los bulbos raramente se encuentran en dicotiledóneas, pero en monocotiledóneas son abundantes como por ejemplo en Liliales y Asparagales (Dahlgren y Clifford, 1982; Troll, 1937).

De acuerdo con Bell (1991) un cormo es un tallo engrosado, corto, con varios nudos y entrenudos; generalmente presentan pocas escamas o está cubierto por bases foliares. Según Font-Quer, (1977) un cormo se puede interpretar como un bulbo sólido.

Con base en lo anterior y por las observaciones realizadas, la parte subterránea del tallo desnudo del género *Polianthes* que se localiza abajo del bulbo se definió como un cormo. Durante el primer año de vida las plantas de *Polianthes* son monopódicas, pero en años consecutivos tienen un crecimiento simpódico. Bell (1991) menciona que si un cormo viejo persiste da lugar a un sistema vertical de cormos; esta descripción concuerda con lo observado para el género en estudio, cada porción del cormo corresponde a una estación de crecimiento.

Goldblatt (1971) y Chueirei-Chiaretto y Menezes (1980) indican que los géneros *Neomarica* y *Trimezia* presentan formas transicionales entre rizomas, bulbos o cormos. El tallo del género *Polianthes* se presenta como un bulbo con hojas envolventes, durante su primer año de vida y en el segundo año inicia la diferenciación del cormo, a partir de entonces se observan, un cormo y un bulbo. De acuerdo con Rudall (1984) el género *Hesperantha* presenta un cormo, pero el género

su base, lo cual interpretó como una transición entre bulbo, cormo y rizoma.

El bulbo varía en longitud y diámetro según la especie, esto tal vez se deba a la edad de las plantas, en el momento en el que fueron recolectadas y el medio en el que se desarrollan; por ejemplo, *P. howardii* es la única especie que se encuentra en selva baja caducifolia y tiene el bulbo más pequeño, mientras la de mayor tamaño es *P. longiflora* y se desarrolla en pastizal. Por otro lado, el tallo desnudo con raíces contráctiles, cormo, varía en longitud y diámetro entre la diferentes especies, los más cortos son los de *P. densiflora*, que se desarrolla en bosques abiertos de pino y suelos calcáreos y *P. nelsoni*, que crece en bosque de pino y matorral xerófilo, posiblemente la diferencias en clima y tipo suelo influyen en su crecimiento.

Según Holttum (1955), nuevos bulbos pueden formarse cada estación en Amarillidaceae y otras monocotiledóneas, además, es posible que en estos se formen otros axilarmente en su base. Este comportamiento también se observó en *P. densiflora*, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. howardii*, *P. montana* y tres nuevas especies una del estado de Puebla, otra del estado de Oaxaca y una más del estado de Guanajuato. Las cuales tenían de 2 a 3 bulbos pequeños formados a partir de la base. Esto es comparable a la ramificación del rizoma de las especies de Zingiberaceae y algunas orquídeas como *Dendrovium* y *Cattleya*.

Las raíces que presenta el tallo desnudo del género *Polygonatum* son contráctiles en su mayoría carnosas, de las cuales se desarrollan raíces secundarias finas. En *P. densiflora*, presenta uno de los cormos más pequeños y con raíces contráctiles delgadas y ramificadas; mientras que *P. graminifolia*, el cormo es de tamaño medio, con raíces contráctiles muy gruesas; diferencias probablemente relacionadas con la humedad y características del suelo, *P. graminifolia* se encuentra en matorrales xerófilos, tal vez el uno de los ambientes más secos donde se presentan especies del género. En los géneros *Gladiolus* y *Crocus*, el cormo viejo se marchita y el nuevo se produce sobre éste (Holttum, 1955). Sin embargo en el género *Polygonatum* el cormo de años anteriores permanece vivo.

Anatomía del tallo subterráneo

Las observaciones anatómicas del tallo desnudo con raíces contráctiles mostraron que las especies del género *Polianthes* presentan meristemo de engrosamiento secundario. La presencia del MES apoya la hipótesis de Rudall (1995) quien sugiere que éste también está presente en otras Agaváceas, además de *Agave* y *Furcraera*. Rudall (1984) muestra que el MES también se presenta en tallos hipógeos, herbáceos del género *Patersonia* endémico a Australia y Asia, además, ofrece argumentos acerca de sus implicaciones taxonómicas. En adición a las monocotiledóneas arborescentes, pocos taxa han sido descritos con MEP y MES entre ellos se encuentran a *Eucomis* (Reyneke y van der Shijff, 1972), *Allium* (De Mason, 1979) y varias especies con rizoma de Liliaceae *sensu lato* (Coetzee y van der Schijff, 1969), Iridaceae (Rudall, 1984) y ahora el género *Polianthes*.

Cordemoy (1893) observó que el tejido fundamental del tallo de varias monocotiledóneas comúnmente presenta oxalato de calcio depositado en forma de rafidios, así como otras inclusiones como granos de almidón y aceites. Chin-Yi y Chiang (1976) observaron rafidios en parénquima conjuntivo y cortical de *Agave rigida* y *Aloe vera*, por otro lado Rudall (1984) encontró estiloides en Iridaceae. Algunas células del parénquima en el género *Polianthes* se diferencian en idioblastos con rafidios y estiloides, tales contenidos varían en abundancia dependiendo de la especie. Por otra parte, los rafidios se presentan tanto en tejido primario como en secundario, varían en tamaño y abundancia, por ejemplo en *P. graminifolia* su contenido es mayor, mientras que en *P. geminiflora* var *geminiflora* son más escasos. Una variación similar fue reportada también en otros géneros de monocotiledóneas (Britann, 1970). Destaca la presencia de cuerpos de sílice en *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. montana* y dos nuevas especies, una del estado de Guanajuato y otra de Oaxaca. La presencia de cuerpos de sílice en estas cuatro especies puede considerarse con valor diagnóstico.

vasculares son colaterales como en *Trimezia martinicensis* y *Neomarica nortiana*, o anfibasales como en *Yucca whipplei*, *Iris* y *Patersonia* (Rudall, 1984; Tomlinson y Zimmermann, 1969). Chakraverti (1939) realizó un estudio anatómico en *Polianthes tuberosa* y encontró haces vasculares colaterales tanto en crecimiento primario como en secundario, lo cual concuerda con lo observado en el presente trabajo.

En las monocotiledóneas con atactostele típico es difícil diferenciar entre el cortex y el cilindro vascular, como sucede en el tallo con crecimiento primario de los géneros *Beucarnea* (Stevenson, 1980) y de *Polianthes*. Sin embargo, en aquellas especies con MES, es posible distinguir entre el cortex y el cilindro vascular una vez que éste se ha establecido completamente como se observó en el género estudiado.

Los haces primarios y secundarios son longitudinalmente continuos, los segundos se producen hacia el interior del MES en filas radiales separadas por células de parénquima y hacia el exterior se producen solamente células de parénquima. Diggle y De Mason (1983), y Chin-Yi y Chiang (1976) encontraron que en los haces vasculares producidos por el MES en *Agave rigida* y *Aloe vera*, los elementos de floema maduran antes que los elementos de xilema, de la misma manera sucede en especies del género en estudio .

De acuerdo con las observaciones realizadas por Chin -Yi y Chiang (1976), en corte transversal, los haces vasculares del género *Aloe* son más pequeños, con un número menor de elementos de xilema y de floema que los haces secundarios. En el género *Polianthes* los haces vasculares ubicados entre la peridermis y el MES poseen menor número de elementos de xilema que de floema; y son más pequeños que aquellos ubicados en el centro del tallo.

En los géneros *Aloe* y *Agave*, el felógeno es bidireccional y se origina del estrato subepidermal por divisiones periclinales, hacia el exterior constituye el felema y hacia el interior genera felodermis (Chin-Yi y Chiang, 1976). En el género *Polianthes* el felógeno es unidireccional y únicamente forma felema. Se interpretan peridermis previas debido a que se observan remanentes de tejido fundamental con idioblastos y células de felema en una porción del cormo, por esta razón, la peridermis se desprende, posiblemente una vez que la nueva se diferencia.

Anatomía del escapo.

El cilindro vascular del escapo se distingue por la presencia de una banda o anillo continuo de esclerénquima. Dicha banda esta formada por fibras, las cuales varían en grosor y tamaño según la especie. *Polianthes howardii* se distingue del resto de las especies del género porque no presenta esclerénquima, en su lugar se encuentra una banda de parénquima. Se sugiere considerar esta característica anatómica con valor diagnóstico.

Un anillo de esclerénquima en el escapo del género *Thysanotus* y en varias especies de la familia Iridaceae también fueron observados por Brittan (1970) y Rudall (1984). Estos autores, mencionan que dicho anillo está poco desarrollado en el escapo, pero no así en el tallo. Esta es una diferencia notaria con el tallo del género *Polianthes*, el cual no presenta el cilindro de esclerénquima. Las observaciones sugieren que dicho anillo está ausente en los cormos y bulbos, pero no en los rizomas donde puede o no estar presente (Rudall, 1984).

Las fibras asociadas al floema de los haces vasculares es una característica común en muchas especies (Esau, 1976). En monocotiledóneas, dentro de un mismo género las especies pueden o no presentar fibras asociadas a los haces vasculares (Britann, 1970) y el género *Polianthes* es un ejemplo. Con excepción de *P. howardii*, el resto de las especies presentan fibras asociadas al haz vascular que varían en número y tamaño, sin embargo, se considera esta diferencia como parte del proceso de maduración del escapo y por lo tanto es difícil evaluar su valor diagnóstico. Es importante señalar que tampoco se presentan fibras o esclereidas asociadas a los haces vasculares del bulbo y corno del género estudiado.

En general, las especies del género *Polianthes* tienen epidermis papilosa con excepción de *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. pringleii* y dos nuevas especies. Este carácter también se puede considerar con valor diagnóstico para dichas especies.

El género *Polianthes* presenta cutícula delgada lisa o ligeramente estriada. Sin embargo ambas condiciones de la cutícula se presentan en diferentes individuos de *P. geminiflora* var. *geminiflora* y *P. pringleii*; probablemente ésto sea una

presencia de cutícula estriada es muy variable interespecíficamente y por ello su valor diagnóstico es bajo. Destaca la cutícula de *P. graminifolia* y *P. platyphylla* por ser gruesa y en forma de "U" invertida. Se puede considerar la cutícula gruesa en estas dos especies con valor diagnóstico. Britann (1970) reporta una cutícula semejante para los escapos del género *Thisanotus* donde el material cuticular se deposita en forma de cuña dando a la epidermis una apariencia dentada. Priestley (1943) atribuye esto al crecimiento radial en la planta que separa las paredes externas de las células epidérmicas adyacentes y es aquí donde se deposita cutina.

CONCLUSIONES

El género *Polianthes* presenta un tallo hipógeo transicional: el más cercano a la superficie terrestre se denomina bulbo y por abajo de éste otro conocido como cormo; esta transición también se presenta en otras monocotiledóneas. El cormo se origina después del primer año de vida de la planta y conforma con el tiempo un sistema de cormos verticales.

A partir de las células parenquimáticas del tejido fundamental se diferencian células meristemáticas que constituyen el meristemo de engrosamiento secundario (MES). El MES se presenta en todas las especies del género *Polianthes* y puede considerarse un carácter distintivo.

La presencia de idioblastos con estiloides o rafidios es común tanto en el bulbo y cormo y como en el escapo de todas las especies, aunque su número varía entre individuos, probablemente debido al tipo de ambiente en que se hayan desarrollado las plantas y la edad de las mismas. Los cuerpos de sílice en el parénquima de *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. montana* y dos nuevas especies, una del estado de Guanajuato y otra de Oaxaca, se consideran con valor diagnóstico.

La cutícula en el escapo es de dos tipos lisa y estriada, donde predomina la cutícula lisa. El tipo de cutículas estriadas puede considerarse como un carácter con bajo valor diagnóstico por ser muy variable, pero no para la cutícula de *P. graminifolia* y *P. platyphylla* que es gruesa y en forma de "U" invertida.

Las células epidérmicas del escapo son papilosas y se consideran de valor diagnóstico para el género. Sin embargo, *P. geminiflora* var. *geminiflora*, *P. pringleii* y una nueva especie del estado de Puebla por presentar epidermis lisa.

En todas las especies del género *Polianthes* se observa una banda de esclerénquima y fibras asociadas al haz vascular del escapo, excepto en *P. howardii*. Esta característica se considera con valor taxonómico. A diferencia de otras monocotiledóneas el bulbo y cormo de *Polianthes* no presentan esclerénquima; por lo que su presencia en el escapo es distintiva.

BILBIOGRAFIA CITADA

- Alvarez, A. 1989. Distribución geográfica y posible origen de las agaváceas. Rev. Jard. Bot. Nal. 10: 25-35
- Bell, A.D. 1991. Plant form, an illustrated guide to flowering plant morphology. Oxford University Press. New York.
- Brittan, N.H. 1970. A preliminary survey of the stem and leaf anatomy of *Thysanotus* R.Br. Liliaceae. En: D.F. Cutler y M. Gregory (eds.). New Research in Plant Anatomy. Bot. J. Linn. Soc. 63 Supplement 1: 57-69. Academic Press, London.
- Carlquist, S. 1982. The use of ethylenediamine in softening hard plant structures for Oparaffin sectioning. Stain Tech. 57: 31-37.
- Chakraverti, D.N. 1939. Secondary growth in the bulb of *Polyanthes tuberosa* L. Curr. Scie. 8: 263-264
- Cheadle, V.I. 1937. Secondary growth by means of a thickening ring in certain monocotyledons. Bot. Gaz.98: 535-555.
- Chin-Yi, L. y S.H. Chiang.1976. Lateral thickening in the stem of *Agave rigida* and *Aloe vera*. Taiwania 21: 204-219.
- Chouard, P. 1936. La nature et la role des formations dites "secondaires" dans l'edifications de la tige de monocotyledones. Bull. Soc. Botanical. Fr. 43: 819-836 (tomado de Diggle y De Mason, 1983)
- Chueiri-Chiaretto, I.A. y N. L. De Menezes. 1980. Considerations on morphological and phylogenetic characteristics of *Trimezia* (Iridaceae). Bol. Bot. Univer. de Sao Paulo 8: 1-6 (tomado de Rudall, 1989)
- Coetzee, J. y H.P. van der Schijff, 1969. Secondary thickening in geophytic Liliaceae. J. S. Afric. Bot. 35: 99-108 (tomado Rudall, 1995) .

- Cordemoy, H. J. De. 1893. Sur le role des tissus secondaires a reserves des monocotyledons arborescentes. Compt. Rend. Acad. (Paris) 117: 132-134 (tomado de Tomlinson and Zimmermann, 1969).
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. 1st ed. Columbia University Press. New York.
- Dahlgren, R.M.T. y H.T. Clifford. 1982. The monocotyledons: a comparative study. Academic Press. London (tomado de Rudall, 1989).
- De Mason, D.A. 1979. Function and development of the primary thickening meristem in the monocotyledon, *Allium cepa* L. Bot. Gaz. 140: 51-66.
- Dickson, 1975 The bases of angiosperm phylogeny: vegetative anatomy. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 590-620.
- Diggle K. y A. De Mason. 1983. The relationship between the primary thickening meristem in *Yucca whipplei* Torr. I. histology of the mature vegetative stem. Amer. J. Bot. 70: 1195-1204.
- Eckardt. T. 1941. Kritische Untersuchungen uber das blick auf dessen Verhältnis zur sekundaren Verdickung. Bot. Arch. 42: 289-334 (tomado de Diggle y De Mason, 1983).
- Esau, K. 1976. Anatomía vegetal. 4a. reimpression. Omega. Barcelona.
- Font-Quer P, 1977. Diccionario de botánica. 6a reimpression. Labor. Barcelona.
- Goldblatt, P. 1971. Cytological and morphological studies in the southern African Iridaceae. J. S. Afric. Bot. 37: 317-460 (tomado de Rudall 1989).
- Heywood, V.W. 1985. Las plantas con flores. Reverté. España.
- Holtum, R.E. 1955. Growth habits of monocotyledons variations on a theme. Phytomorph. 5: 399-413.
- Johansen, 1940. Plant microtechnique. 1st. ed. Mc Graw-Hill Book Co. New York.
- Manguin, L. 1882. Origine et insertion des racines adventives et modifications correlatives de la tige chez los monocotyledosnes. Ann Sci. Nat. Bot. 14: 216-363 (tomado de Rudall, 1991).

- Mc Vaugh, R. 1989. Flora Novo Galiciana. Bromeliaceae to Discoreaceae. Vol.15. The University of Michigan, Herbarium. Michigan.
- Media Cybernetics. 1997. Image-Pro Plus. Versión 3.1 for windows. Maryland.
- Priestley, J H. 1943. The cuticle in angiosperms. Bot. Rev. 9: 593-616 (tomado de Brittan, 1970)
- Reyneke, W.F.& H. P. van der Schijff. 1972. Primary thickening in the stem of *Eucomis pallidiflora* Beker. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85: 10-12 (tomado de Rudall 1995).
- Rose, J. N. 1903, Studies of Mexican and Central American Plants. Contri. Natl. Herb. 3: 1-55.
- Roth, I. 1968. Organografía comparada de las plantas superiores. Univ. Central de Venezuela, Caracas.
- Rudall, P. 1995. New records of secondary thickening in monocotyledons. IAWA J. 16: 261-268.
- Rudall, P. 1991. Lateral meristems and stem thickening growth in monocotyledons. Bot. Rev. 57: 150-163.
- Rudall, P. 1989. Stem thickening growth in bulbous Iridaceae. Bot. Gaz. 150: 32-138.
- Rudall, P. 1984. Taxonomic and evolutionary implications of rhizome structure and secondary thickening in Iridaceae. Bot. Gaz. 145: 524-534
- Rzedowski, J. 1990. Flora fanerógama del valle de México. III. Monocotyledonae. Instituto de Ecología. Centro Regional del Bajío. Patzcuaro, Michoacán, México.
- Stevenson, D. W. 1980 Radial growth in *Beaucarnea recurvata*. Amer. J. Bot. 67: 476-489.
- Stevenson, D.W. y R.A. Pooham.1973. Ontogeny of the primary thickening meristem in seedlings of *Bougainvillea spectabilis*. Amer. J. Bot. 60: 1-9.
- Tomlinson, P.B. y M.H. Zimmermann. 1969. Vascular anatomy of monocotyledons the secondary growth- an introduction. J. Arn. Arb. 50: 159-179.
- Troll, W. 1937. Vergleichende morphologie dere hoheren pflanzlen Borntraeger. Berlin. (tomado de Rudall, 1989)

Trueblood, E. 1973. Omilxochitl the tuberose. (*Polianthes tuberosa*). Econ. Bot. 27: 157-173.

Verhoek, S. 1975. A study of the *Poliantheae*. (including *Manfreda*) and revision of *Manfreda* and *Prochnyantes*. Agavaceae. Cornell University Ph. D. thesis. USA.

Zimmermann M.H. and P.B. Tomlinson. 1970. The vascular system in the axis of *Dracaena* Agavaceae. 2. Distribution and development of secondary vascular tissue. J. Arn. Arb. 51: 478-491.