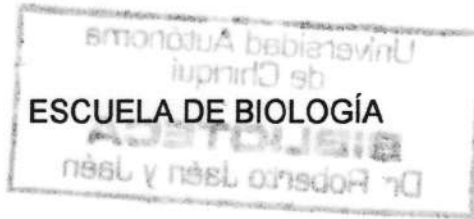


10 SEP 1998

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUI

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



Aspectos Morfológicos y Anatómicos de
Monotropa uniflora L.

POR :

MARIBEL ALMENGOR DEL CID
4- 243- 632

Trabajo de graduación presentado a la Escuela de Biología
como requisito parcial para optar al título de Licenciado
en Biología con especialidad en Botánica.

1998

10 SEP 1998

UNACTE

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado, en primera instancia, a Dios por permitirme alcanzar una meta más, propuesta en mi vida; a mis padres y hermanos, quienes me han impulsado a seguir adelante; a mi esposo, compañero inseparable en los buenos y malos momentos, y a mi querido hijo, a quien deseo enseñar el valor de las cosas grandes e importantes de la vida.

5024 e.1 ofes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las autoridades del INRENARE por facilitarme el permiso para realizar este estudio dentro del Parque Nacional Volcán Barú.

A la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Chiriquí, por permitirme utilizar sus instalaciones y algunos reactivos en la preparación de las placas de tejidos.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, por permitirme utilizar su microscopio en la toma de las microfotografías.

A mi profesor asesor, Rafael Rincón, por ayudarme con sus conocimientos en el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros y amigos biólogos que me acompañaron en algunas de mis giras.

A todos mis amigos.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
RESUMEN.....	5
INTRODUCCION.....	6
REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
1. Clasificación Taxonómica.....	7
2. Distribución Geográfica.....	10
3. Descripción Anatómica.....	12
4. Descripción Geográfica.....	15
5. Factores Bióticos.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
A. Recolección de Muestras.....	20
B. Preparación de las Muestras (muestras teñidas).....	20
C. Preparación de muestras frescas.....	22
RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE <i>Monotropa</i> <i>uniflora</i> L, EN DIFERENTES ETAPAS DE CRECIMIENTO	23
Semilla	25
Plántula	25

Planta Adulta	28
Planta en floración	30
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE <i>Monotropa</i> <i>uniflora</i> L, EN DIFERENTES ETAPAS DE CRECIMIENTO	35
Semilla	35
Plántula (ápice)	37
Planta adulta	40
Hoja	40
Tallo	43
Raíces	46
Flor (ovario)	48
Planta en Floración (Semilla)	51
FACTORES AMBIENTALES DEL ÁREA EN QUE SE DESARROLLA <i>Monotropa</i> <i>uniflora</i> L.	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Mapa de área de estudio	11
Fig. 2: Planta adulta de <i>Monotropa uniflora</i> L	13
Fig. 3: Diferentes estadios de desarrollo de <i>M. uniflora</i> L	21
Fig. 4: Plantas adultas de <i>M. uniflora</i> L, en etapa de floración.....	24
Fig. 5: Distribución de <i>M. uniflora</i> L, en el área de estudio	24
Fig. 6: Plántulas de <i>M. uniflora</i> L.	26
Fig. 7: Hoja adulta de <i>M. uniflora</i> L	27
Fig. 8: Planta adulta de <i>M. uniflora</i> L, (raíces)	29
Fig. 9: Flor y diagrama de <i>M. uniflora</i> L,	31
Fig. 10: Grano de polen de <i>M. uniflora</i> L,	33
Fig. 11: Flor de <i>M. uniflora</i> L,	34
Fig. 12: Semillas de <i>M. uniflora</i> L. Diagrama y Fotografía.....	36
Fig. 13a: Ápice vegetativo de una plántula de <i>M. uniflora</i> L,	38
Fig. 13b: Corte longitudinal de plántula de <i>M. uniflora</i> L,	38
Fig. 13c: Diagrama completo de plántula de <i>M. uniflora</i> L,	39
Fig. 14a: Hoja joven de <i>M. uniflora</i> L, (adaxial)	41
Fig. 14b: Hoja joven de <i>M. uniflora</i> L, (abaxial)	41
Fig. 15a: Hoja adulta de <i>M. uniflora</i> L, (adaxial)	42
Fig. 15b: Hoja adulta de <i>M. uniflora</i> L, (abaxial)	42
Fig. 16: Tallo joven de <i>M. uniflora</i> L,	44
Fig. 17a: Fascículos vasculares en tallo viejo de <i>M. uniflora</i> L,	45

Fig. 17b: Capas que conforman el tallo en <i>M. uniflora</i> L,	45
Fig. 18a: Vista general de raíz de <i>M. uniflora</i> L,	46
Fig. 18b: Capas que conforman la raíz en <i>M. uniflora</i> L,	47
Fig. 19: Corte transversal de ovario de <i>M. uniflora</i> L,	49
Fig. 20: Cambio de placentación en ovario de <i>M. uniflora</i> L,	50

RESUMEN

Monotropa uniflora, L es una planta muy rara para el común de las personas. La distribución de su población ofrece una barrera muy difícil de superar, encontrándose dentro de la zona de vida del Bosque Pluvial Montano-Bajo, a elevaciones que van más allá de 1400 m.s.n.m. hasta 2400 m.s.n.m., de la misma manera su comportamiento es saprofitico y su ciclo de vida es corto.

Se estudiaron el desarrollo morfológico interno y externo de *M. uniflora*, L así como los factores ambientales dentro del área en el cual se desarrolla esta planta.

Un estudio microscópico detallado de hojas, tallos, raíces, flor y frutos nos permite corroborar algunos criterios ya establecidos por otros investigadores sobre esta planta. Se observó que el tallo consta de una epidermis con 3 a 5 capas de células y un sistema de haces vasculares concéntricos. La raíz consta de capas de corcho, parénquima, colénquima y haces vasculares en disposición central.

Se estudió la duración del ciclo de vida, así como su tasa de crecimiento, incorporando algunos detalles sobre cada una de estas etapas.

Se presentan algunas revisiones sobre las condiciones ideales en las que se desarrollan las poblaciones de *M. uniflora* y su presencia en otras áreas, pero con las mismas condiciones ambientales.

Además del área de estudio, se encontraron plantas *M. uniflora*, L en el Banco de Rovira, El Respinguito, y Palmira.

El propósito de este trabajo es el de brindar mayor información sobre la biología de *M. uniflora*, L y principalmente acercar a la población en general a esta planta muy especial, pero difícil de alcanzar.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Volcán Barú, creado el 24 de junio de 1976 por medio del decreto N° 40, se encuentra ubicado en la provincia de Chiriquí, a unos 500 Km de la ciudad de Panamá. Está situado en el Istmo Centroamericano, sobre la cordillera de Talamanca, en el extremo occidental de Panamá, a unos 35 Kilómetros en línea recta al este de la frontera con Costa Rica (Mac Farland y Zadroga, 1981; Club Volcán Barú, 1986).

Posee una altura máxima de 3475 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), siendo el punto más elevado del país. Sus coordenadas geográficas son: 82° 29' a 82° 37' longitud este y 8° 44' a 8° 52' latitud norte.

Esta es una región principalmente silvestre y forestada en su parte alta, poco poblada, de topografía quebrada y de difícil acceso (Mac Farland y Zadroga 1981).

El área de estudio se encuentra de la zona de vida del Bosque Pluvial Montano-Bajo de 2100 a 2400 m.s.n.m.

Monotropa uniflora L, llamada comúnmente "pipa de indio", es una planta herbácea saprófita, que se localiza de forma muy selectiva en nichos ecológicos apropiados para su desarrollo. Su presencia en áreas difíciles de alcanzar (2100 a 2400 m.s.n.m.), la han convertido en una planta extraña o desconocida para el común de las personas.

Debido a las circunstancias anteriormente señaladas y a lo escaso de la información sobre su biología, es necesario estudiar a esta planta la cual está muy ligada a los factores cambiantes que pudieran afectar a las áreas en donde ella habita.

El propósito de este trabajo es estudiar su morfología para incorporar mayor información sobre la biología de esta planta.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

El género *Monotropa* L, es una planta con semillas perteneciente a la familia de las Ericaceae (Hill-Overhelts, Popp-Grove, 1980).

Según Wilbur & Luteyn, (1978), a nivel mundial, el género tiene dos especies: *M. uniflora* y *M. hypopithys*. Ambas se localizan en Centroamérica, formando a menudo densas agrupaciones en lo más profundo y oscuro de los pisos de los bosques húmedos.

Son hierbas suculentas o carnosas, que carecen de clorofila; cuando nuevas son de color rojo o naranja a blanco-translúcido, al ir envejeciendo se torna negruzca y tostada. El tallo es erecto, pero el extremo superior está inclinado; puede llevar una flor como en el caso de *M. uniflora* y cinco flores en el caso de *M. hypopithys* .

A pesar de ser considerada una saprófita, o menos común como un parásito, los estudios de Bjorkman (1960), indican que es mejor considerarla como aclorófilas micotróficas, en las cuales el hongo asociado es intermediario entre *Monotropa* y su último hospedero (Wilbur y Luteyn, 1978).

Los taxónomos generalmente concuerdan que las Ericaceae, Pyrolaceae y Monotropaceae están estrechamente relacionadas unos con otros. Henderson (citado por Metcalfe, 1950) señala que la única distinción que mantiene unidos a las Pyrolaceae y las Monotropaceae es la ausencia de coloración verde.

Las Pyrolaceae y las Monotropaceae, por lo tanto, difieren de las Ericaceae sólo en su saprofitismo gradualmente incrementado y en aquellos caracteres que van de la mano con estos, por ejemplo:

- a. La pérdida de color verde.
- b. La reducción de arbustos a hierbas.
- c. La reducción de hojas a escamas.
- d. El ovario de 5 celdas con placentación central a casi completamente con una celda con placentación parietal.
- e. El incremento en el número de semillas y su reducción de tamaño.
- f. El número de células en el endospermo y en el embrión.

Hay un incremento gradual en la cantidad de envoltura de las hifas en las raíces de *Chimaphila*, sigue aumentando en *Pyrola* hasta *Monotropa*, la más saprofitica, correlacionando este fenómeno con una gradual disminución en el número de capas de la cofia de la raíz. Con relación a las estructuras de tejido leñoso, en *Monotropa* se alcanza la cúspide, en donde la cantidad de este tejido está muy limitado (Metcalf, 1950).

Los estomas son muy numerosos en las hojas de las Ericaceae, haciéndose menos numerosas en las Pyrolaceae, mucho menos en las escamas de *Monotropa* y *Pterospora* y ausencia total en las *Sarcodes*.

Según Garden (1995), *M. uniflora* puede reproducirse por hermafroditismo o polinización.

La asociación de hongos y raíces, denominada micorriza, es común en el género *Monotropa*, ya que de esta forma la planta obtiene sus alimentos. Según Wilson & Loomis (1968), los pelos radicales y otras capas de las raíces jóvenes no siempre constituyen la principal superficie de absorción de la planta. Así, en muchas especies las porciones jóvenes y activas de la raíz están invadidas por

ciertos hongos del suelo. Las raíces laterales aparecen hinchadas y modificadas por el efecto invasor del hongo. Los filamentos del hongo penetran en la epidermis y en la corteza donde se alojan y crecen ramificándose entre las células. Las micorrizas son útiles en los suelos con altos contenidos de materias orgánicas, como las de los bosques o pantanos. Probablemente los hongos digieren parte de la materia orgánica, poniendo así a disposición de la planta el nitrógeno y las sustancias minerales.

En general, la micorriza facilita la absorción de minerales y permite el desarrollo de la planta en condiciones edafológicas poco favorables. Se considera que el hongo recibe de la raíz ciertas sustancias alimenticias y promotoras del crecimiento que pueden faltarle.

2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Monotropa uniflora L, es una planta que es propia de zonas donde el clima varía de fresco a frío. La zona de estudio se localiza entre los 2100 y 2400 m.s.n.m. (Fig. 1), en la zona de vida Bosque Pluvial Montano-Bajo (Mac Farland y Zadroga, 1981). Se distribuye no sólo en Panamá, sino en países que presentan elevaciones similares y un clima similar al encontrado en el Volcán Barú, y ha sido muy raramente colectada.

El mapa de Wallace de la distribución de *Monotropa uniflora* L, muestra a las especies en un amplio rango a través del este de Norteamérica y a través de Canadá hasta el Noroeste del Pacífico. En el oriente se encuentra desde Japón y Corea, atraviesa el Sur de China y a través de los Himalayas. Su distribución en América Latina está separada de las que están en el este de Norteamérica, con las que se encuentran en México, Centroamérica y Colombia (Wilbur & Luteyn, 1978).

Según Wilbur & Luteyn (1978) hay reportes de colectas de *M. uniflora* L, en el camino de Paso Ancho a Monte Lirio, por arriba del Valle de Chiriquí Viejo, a 1500-2000 m.s.n.m., por Allen 1500 (MO; NY); en Boquete, abajo del Volcán Barú, 1200-1800 m.s.n.m., D'Arcy 9890 (MO); en las faldas del Volcán Barú, WNW de Boquete; también a 2400 m.s.n.m., Davidson & D'Arcy 10193 (Duke, MO). Se ha visto su existencia en el Banco de Rovira, Palmira y El Respinguito.

Según el Instituto de Biodiversidad y el Missouri Botanical Garden (1995), en Costa Rica, se han hecho reportes de *M. uniflora* L, en: Puntarenas, Coto Brus Z. P., Las Tablas, Cordillera de Talamanca a 1600 - 1880 m.s.n.m.

3. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Monotropa uniflora L, (Fig. 2) es una planta herbácea con tallos rectos, lisos, de 13 a 20 cm de alto, 2-5 mm de diámetro, cilíndricos, un poco carnosos, estriado y con brácteas. El extremo superior está inclinado, donde se encuentra una flor terminal con pétalos apesados y brácteas con márgenes irregulares. Hojas semejantes a escamas, basales y distales, están aglomeradas o apiñadas, son de oblongas a lanceoladas, de 6-16 mm de longitud, 3-5 mm de ancho; apicalmente son agudas, basalmente son redondeadas y sésiles; los márgenes son enteros o un poco irregulares (recortados). La flor es solitaria, irregular, colgante en la antesis, al iniciarse la fructificación, el tallo que la sostiene tiende a ponerse erecto; cáliz de 1-5 sépalos, deciduos, de 13-16 mm de longitud, 3-7 mm de ancho, lanceolados, apicalmente son obtusos o agudos, los márgenes irregulares; pétalos erectos 5-8, libres, imbricados como escamas, distintos basalmente, en forma de saco y tardíamente decíduos o caedizos, cada uno de 8 -16 (-20) mm de longitud, (4-) 5-15 mm de ancho, oblongos, abovados o espatulado, apicalmente redondeados, los márgenes distalmente son irregulares; estambres 8 -10 (-12), ligeramente desiguales (cerca 1 mm de diferencia en longitud); los filamentos cilíndricos o redondeados, libres, sublobados, pubescentes, 11-12 mm de largo; el verticilo externo, opuesto a pétalos, es más corto que el interior; anteras cortas, reniformes, con un lóculo en la antesis (cerca 2 mm de diámetro), abriendo por una fisura terminal simple o por una fisura que abre a lo largo de toda la antera; grano de polen simple; nectarios de 8 -10 lóbulos pareados entre la base de los filamentos; ovario súpero, de 10 lóbulos (raro 8), lóculos 5 (raro 4 ó 6) en la base, con placentación axilar, 1 lóculo en el

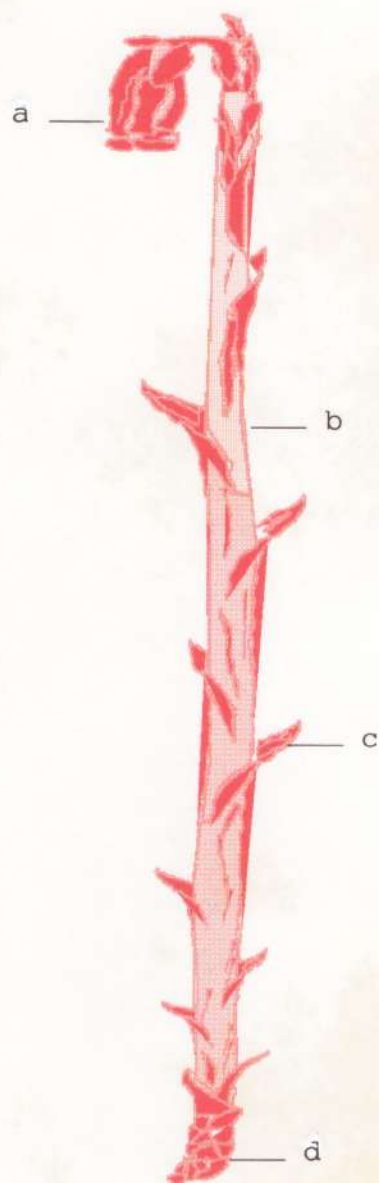


Fig. 2: Planta adulta de *Monotropa uniflora* L.
a: Flor b: Tallo
c: Hojas d: Raíces

ápice con 4 - 5 placentas parietales, bilobadas, en forma globosa a ovoide; estigma en forma de embudo, pentalobulado, 2-6 mm de diámetro; estilo en forma de columna, cortos y separados, 2 -7 mm de largo, 2-3 (-5) mm de diámetro. Cápsula loculicida, de globosa a ovoide, 8-10 canales, con valvas de unos 11 mm de largo; semillas numerosas, de 1 mm de longitud, de forma fusiforme y con prolongaciones.

Metcalfe (1950), señala que la clorofila típica está casi o completamente ausente en los miembros de esta familia. Ellas no exhiben ninguna otra característica inusual excepto que los estomas son infrecuentes en las hojas reducidas. Las hojas presentan un mesófilo homogéneo que consiste de células isodiamétricas, no glandulares. La epidermis está compuesta de células con paredes anticlinales rectas. Los estomas son raros en *Monotropa*, aunque Esau (1985), señala que estos se encuentran localizados en las raíces.

El tallo consiste de haces vasculares cerrados y dispuestos en un círculo; estos haces vasculares están rodeados por un anillo relativamente ancho de elementos ligeramente prosenquimatosos, con poros similares a fisuras en las células, en especies de *Monotropa uniflora* L, *M. hypopitys* y *Pterospora* (Metcalfe, 1950).

Los elementos traqueales, de acuerdo a Solereder, citado por Metcalfe (1950), están dudosamente considerados como vasos verdaderos. No obstante están provistas por fisuras o engrosamientos espirales o anulares.

Copeland, citado por Metcalfe (1950), describe dos tipos de estructuras vasculares en la familia: el tallo, incluyendo un cilindro vascular con una lámina de fibras en *Allotropa*, *Pterospora*, *Sarcodes*; el tallo incluyendo un cilindro vascular o

haces vasculares sin una lámina de fibras en *Hypopithys*, *Monotropa*, *Monotropastrum*.

Según Metcalfe (1950), se registran elementos taníferos con una amplia lámina en el tejido subterráneo y el sistema vascular de *Monotropa*.

4. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio se encuentra ubicada dentro del Bosque Pluvial Montano-Bajo del Parque Nacional Volcán Barú (Mac Farland y Zadroga, 1981), a 2100 m.s.n.m. hasta 2400 m.s.n.m. Este bosque ocupa una profundidad vertical de unos 1000 metros, con bio-temperaturas que equivale a la temperatura media normal, y que decrece progresivamente hasta 12 C°.

En casi toda la región, la vegetación de esta zona de vida, es aún casi virgen. Las pendientes menos empinadas, en posiciones protegidas, son bañadas por densas nieblas o fajas de nubes que permanecen alrededor de estas filas de montañas durante la mayor parte del día y de la noche.

La altura libre de los troncos de los bosques es relativamente baja; *Quercus sp* y *Podocarpus sp* pueden ser muy gruesos, hasta de 2 metros o más de diámetro. Se observa un piso de arbustos y una cubierta de suelo, compuesto de helechos arbóreos y troncos leñosos delgados, con helechos, cyperáceas y musgos sobre la superficie. Esta cubierta musgosa cubre una capa generalmente gruesa de materia orgánica parcialmente descompuesta y que usualmente está saturada de humedad. Los troncos y ramas de los árboles en todas las capas, están cubiertas de epífitas

musgosas, bromeliáceas, orquídeas, aroides, esciófitas, epífitas arbustivas (Ericaceas y Melastomataceae) y numerosos helechos y *Sellaginella*.

Entre los árboles característicos de esta zona de vida podemos mencionar: *Cedrela tonduzii*, *Quercus sp.*, *Podocarpus montanus*, *Magnolia sp*, *Schefflera sp*, *Podocarpus oleifolius*, y especies de *Ocotea*, *Sapium*, *Clusia* e *Ilex*.

En áreas expuestas, como derrumbes recientes y otros, se observan: *Werklea lutea*, de flores amarillas, a la enorme *Gunnera* y especies de *Fuchsia*, *Tibouchina* y *Viburnum*.

5. FACTORES BIÓTICOS

Existen muchos aspectos físicos que se registran en las diferentes zonas de vida, y a su vez, influyen en el desarrollo de las especies que se encuentran en este ecosistema. Entre los más importantes tenemos:

Clima:

Es enormemente variable, debido al gran rango de alturas presentes, desde la costa pacífica hasta las montañas de la Cordillera de Talamanca. Sin embargo, es aún más variable debido a que el macizo de Barú sobresale de la fisiografía del Talamanca, un poco al sur de esa cordillera (Mac Farland y Zadroga 1981). Según el sistema mundial de clasificación de climas de Koppen (citado por Mac Farland y Zadroga 1981), las montañas aledañas al norte y noroeste y las tierras altas aledañas al oeste son de tipo Cwh, clima templado húmedo de altura, encontrándose este tipo de clima en la zona de vida de nuestra área de estudio.

Temperatura:

Los isotermas de temperatura media anual en la región demuestran claramente la esperada reducción gradual de temperaturas con el incremento de altura (Mac Farland y Zadroga, 1981). Para elevaciones entre aproximadamente 1400 y 2300 m.s.n.m., la temperatura media anual promedio es de 12 C° a 13.7 C°. En base a los datos existentes para las estaciones de Caldera, Los Naranjos y Bajo Grande, y comparándolos con el Atlas Nacional de Panamá, se ha trazado una curva de regresión de temperatura promedio anual que indica un gradiente de disminución de temperatura promedio anual de 0.59 C° por cada 100 metros de altura. Lo que indica que en la cumbre del volcán la temperatura promedio anual probablemente está alrededor de 7.2 C°.

Las variaciones de temperatura promedio de un mes a otro, en el mismo sitio, es muy bajo, como es común en los trópicos; esas variaciones de temperaturas entre un mes y otro y, en la amplitud anual en general, incrementan positivamente con la altura. A nivel del suelo la escarcha puede aparecer por debajo de este límite (desde 2000 - 2100 m.s.n.m.), especialmente en las quebradas y en otras depresiones, donde puede acumularse el aire frío que drena de las partes más altas en noches despejadas y sin vientos, en la estación seca.

Evapotranspiración:

Existen muy pocas estaciones que la registran. Sin embargo, esos datos y cálculos de evapotranspiración potencial (método de Thornwaite), permiten ciertas generalizaciones:

La evapotranspiración es alta en los meses de verano (diciembre a abril) debido a la mayor insolación y vientos más fuertes. La evapotranspiración en ambas estaciones climáticas disminuye con incrementos de altura.

Brillo solar:

En general el brillo solar total anual disminuye con la altura hasta cierto límite debido a la combinación de factores que producen más nubes a alturas mayores. Este es especialmente el caso en las zonas más altas (más o menos 1600 a 2000 m.s.n.m. y más arriba), donde llegan bastante nubes y neblinas de la vertiente atlántica en ambas estaciones, incluyendo los bajareques en la estación seca.

En Bajo Grande el valor promedio de horas de sol es de 1600 horas/año aproximadamente. Los meses de verano son los de mayor insolación, registrándose entre ellos un 48.2 % de brillo solar .

A más de 2500 m.s.n.m. puede observarse que aumenta nuevamente la insolación. En el verano los vientos son fuertes y en el invierno predominan las situaciones de calma y vientos moderados, registrándose entre estos meses un 31,1 % promedio de brillo solar.

Humedad:

Existe un balance hídrico en la región durante los 5 meses potencialmente críticos de la estación seca. Lo notable es que, con la excepción de pequeñas áreas cerca de la costa pacífica, toda la región es de "exceso de humedad" o "humedad suficiente" durante diciembre y abril. Los tres meses realmente críticos son enero a marzo, cuando toda la región, excepto las partes muy altas (de 2000 a 25000 m.s.n.m. para arriba), caen en la clasificación de sequía, sequía moderada o humedad insuficiente.

En general a menos elevación hay sequía más severa, únicamente en las partes más altas, especialmente las afectadas por las lluvias y el bajareque, traídas por la vertiente atlántica, existe la condición de "humedad suficiente" del balance hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Se realizaron giras al área de investigación, localizada aproximadamente a 2100 m.s.n.m. y 2400 m.s.n.m., dentro del Parque Nacional Volcán Barú, los días 24 y 30 de septiembre, 19 y 20 de octubre, 19 y 20 de noviembre y 22 de diciembre de 1994; con previa autorización del INRENARE, con el propósito de recolectar muestras de *Monotropa uniflora* L, para realizar los estudios morfológicos y fisiológicos de las mismas.

Se recolectaron muestras completas de *Monotropa uniflora* L, las que se colocaron dentro de bolsas plásticas para su transporte y evitar el maltrato.

B. Preparación de las muestras (muestras teñidas).

Las muestras de *M. uniflora* L, fueron lavadas y colocadas en bandejas de vidrio para su posterior estudio morfológico. Se anotaron todas las características que pudieran sufrir cambios por el proceso del almacenaje y posterior fijación.

Con el equipo de disección se procedió a realizar un estudio más profundo acerca de la morfología de *M. uniflora* L. Para esto se procedió a escoger las mejores muestras de los diferentes estadios de crecimiento (desde semilla hasta planta adulta) (Fig. 3). Se realizaron observaciones de la morfología de hojas, tallos, raíz, flor, fruto y semilla; posterior a esto, las muestras fueron fijadas en una solución de F.A.A. Luego fueron tratadas utilizando el método de Johansen (1940).

Las muestras fijadas bajo el proceso anteriormente descrito, fueron observadas utilizando un microscopio NIKON AFX-DX, el cual tenía conectado una cámara NIKON FX-35DX. Se utilizó un rollo de diapositivas asa 400, de 35 mm, con el cual se tomaron una serie de microfotografías.

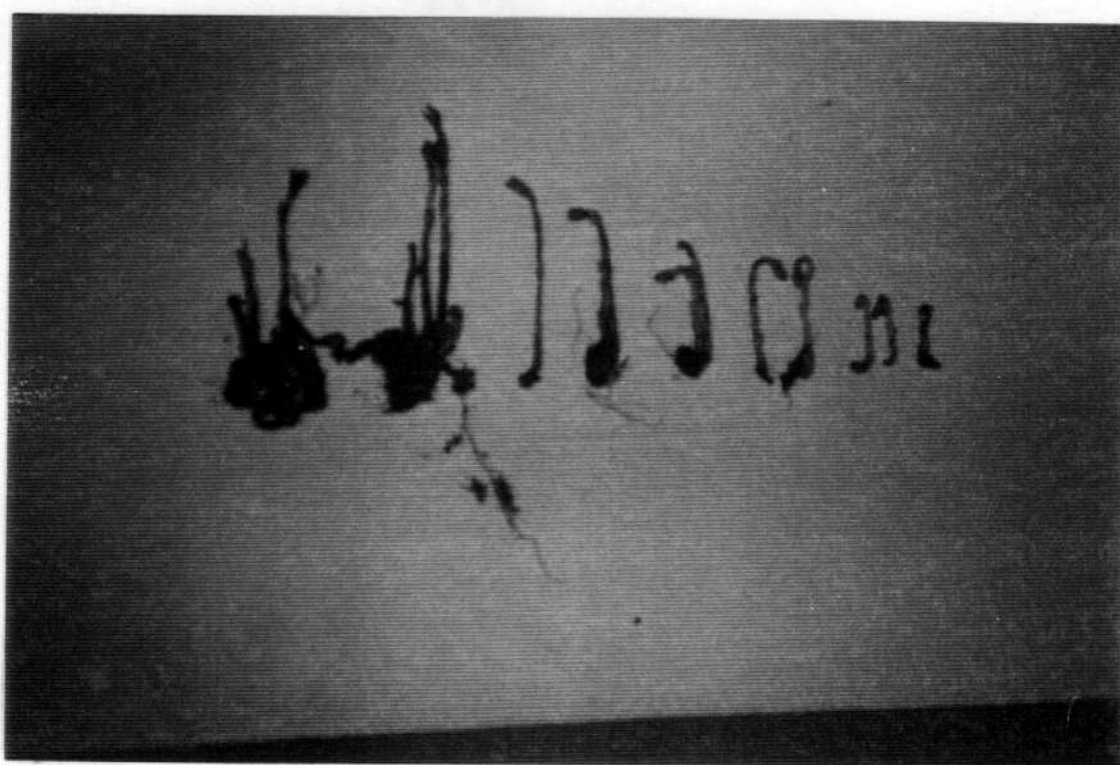


Fig. 3: Diferentes estadios de desarrollo de *M. uniflora* L.

C. Preparación de muestra frescas:

En los casos en que las muestra sometidas al proceso de fijación, no eran muy claras, se realizaron preparaciones en fresco las cuales fueron teñidas en una solución que contenía: azul de metileno, rojo neutro y verde brillante, diluídas al 0.05 % y en una proporción de 1:3:3 respectivamente (Flores, 1997).

Utilizando el mismo microscopio se realizaron observaciones y se tomaron microfotografías panorámicas y en aumentos de 40 veces y en el caso de los tallos, se realizaron aumentos de 100 y 400 veces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Descripción de las características morfológicas de *M. uniflora* L, en diferentes etapas del crecimiento:

M. uniflora L, es una planta carnosa, relativamente pequeña; al inicio de su desarrollo mide aproximadamente 1 a 3.0 cm de longitud, al culminar el mismo llega a medir unos 15 a 17 cm de longitud (Fig. 4). Esta planta puede reproducirse sexualmente; cuando el fruto está maduro, produce un gran número de semillas.

Es una planta perenne y generalmente su ciclo de vida se desarrolla entre los meses de septiembre a diciembre. Este período bastante corto, hace un poco difícil su estudio.

A menudo es considerada como parásita; según Bjorkman, citado por Woodson & Shering (1981), es mejor considerarla como un micotrófico aclorófilo (sin clorofila), en los cuales el hongo asociado es intermediario entre *Monotropa* y su último hospedero.

A medida que se desarrolla, sus estructuras morfológicamente no son muy distintivas. Se diferencian sólo en su tamaño y en el color, ya que cuando inicia su período de desarrollo la planta es de un color blancuzco, luego adquiere un color rosado, hasta rojo y posteriormente se torna negra al cabo de 15 a 17 días.

En el campo pueden apreciarse colonias de 1 a 100 plantas en diferentes estadios, creciendo sobre hojarasca y material orgánico en descomposición (Fig. 5).



Fig. 4: Plantas adultas de *M. uniflora* L. en etapa de floración (2300 m.s.n.m.)



Fig. 5: Distribución de *M. uniflora* L. en el área de estudio (2300 m.s.n.m.)

Semilla:

En la etapa final del período de floración se observan semillas en grandes cantidades. Vistas al microscopio, son alargadas y algo sinuosas, miden aproximadamente 1 mm de largo y 0.2 mm de ancho. Se les observa como si tuvieran alas, lo cual no es más que su integumento, lo que las hace más viables (Olson 1985).

Plántula:

La coloración de la plántula es blanquecina a rosado muy tenue, debido a la ausencia o poca concentración de los pigmentos antociánicos. Presentan un tamaño aproximado de 1.0 a 3.0 cm de altura, las hojas son tan diminutas que casi no se ven a simple vista, debido a que están muy pegadas al tallo, dando la apariencia de escamas (Fig. 6).

Presenta un ápice caulinar redondeado; sus hojas presentan de 3 a 4 venas, dispuestas desde la base hacia el ápice. En el envés de las hojas se observa una mayor concentración de células en dirección a la base de las mismas (Fig. 7). En ambos lados de las hojas, las células presentan el mismo tamaño, siendo de forma cilíndrica.

Los pigmentos antociánicos se observan más intensos hacia el ápice de las hojas y en todo el tallo; no se observan en el haz, debido a que su epidermis no los contiene, en el envés se observan en grandes concentraciones.

Las hojas tienen forma lanceolada, con bordes lisos a irregulares, ápice acuminado; sin tricomas, tampoco se observan estomas, los cuales según Esau

(1985) se encuentran localizados en las raíces; son sésiles, quebradizas y se acomodan alrededor del tallo en forma de roseta.

El tallo, al igual que las hojas, es quebradizo, con los pigmentos de antocianinas concentrados hacia el ápice. En su base se observan agrupaciones de pequeñas raíces con una coloración chocolate, las cuales se consideran que son micorrizas. Las raíces son adventicias, de color chocolate, alargadas y ramificadas, de forma cilíndrica. En este estadio de crecimiento el tallo es aún erecto sin ninguna señal de curvatura en su ápice.

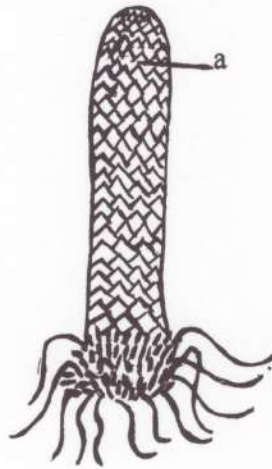


Fig. 6: Plántula de *M. uniflora* L. (6 x).
a : Estructuras foliares.

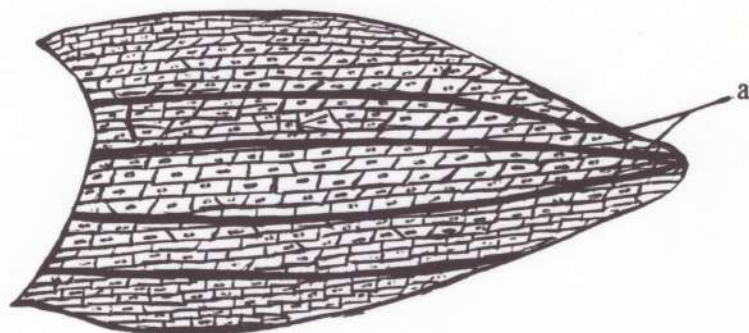


Fig. 7: Hoja adulta de *M. uniflora* L. (17 x).
a : Venas.

Planta adulta:

En este estadio la planta ya adquiere una coloración roja, porque los pigmentos de antociana se encuentran dispersos en toda su superficie.

Las hojas se asemejan mucho a la de las plántulas: son sésiles, lisas, quebradizas, imbricadas y se disponen en rosetas alrededor del tallo. Las plantas alcanzan un tamaño de 15 a 17 cm de altura. La diferencia con la etapa anterior consiste principalmente en la coloración rojo-intenso y en el tamaño.

El tallo es quebradizo, aunque más grueso en la base, comparada con la plántula; de color rojo intenso, pero aproximadamente a 1.5 cm de la base es blanquecino. Contiene altas concentraciones de agua en la base. Hacia el extremo del ápice caulinar, a unos 8 mm del mismo, se observa una curvatura de 45°, inmediatamente en el ápice está la flor.

Las raíces son similares a la de las plántulas, aunque un poco más gruesas y largas (Fig. 8).

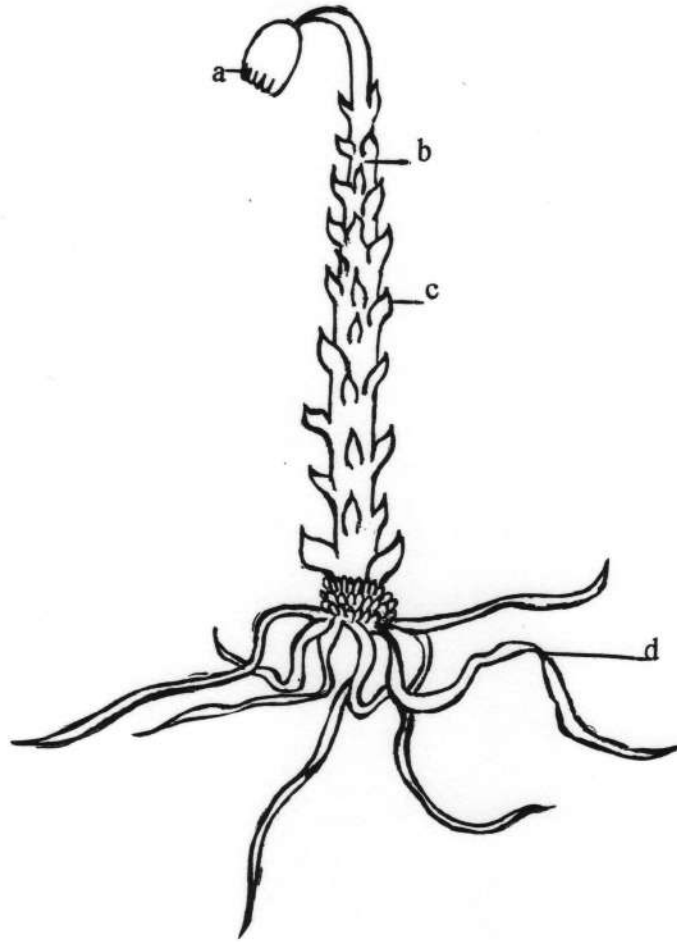


Fig. 8: Planta adulta de *M. uniflora* L, (15 a 17 días)

a: Flor c: Hojas
b: Tallo d: Raíces

Planta en floración:

Al desarrollarse la flor se inicia un estadio sumamente importante en el corto ciclo de vida de *M. uniflora* L, la cual debe asegurar el éxito reproductivo para la perpetuidad de su especie.

El botón floral tiene forma lanceolada; la prefloración es imbricada; es una flor completa, con simetría bilateral. Cáliz dialisépalo de 17 mm de largo y 7 mm de ancho, con cinco segmentos de color rojo. Corola de 5 pétalos unidos, de 18 mm de largo y 6 mm de ancho, de forma campanulada, de color rosado-claro; pétalos alternos a los sépalos e imbricados (Fig. 9). Androceo con 10 estambres, 5 largos y 5 cortos, libres, opuestos a los pétalos, acomodados alrededor del ovario; filamentos de 13 a 20 mm de largo, de forma cilíndrica, con pubescencia; anteras, basifijas, cortas, de 1.1 mm de largo y 1.0 mm de ancho, presenta dehiscencia valvar, con un lóculo, tiene forma de riñón. El polen es un grano simple, entero, de forma redondeada a sublobada, triporado (Fig.. 10). Según Nowicke (1966), la forma del polen hace que las especies de *Monotropa* se separen o clasifiquen. El de *M. uniflora*, L, es triporado y lobado, esferoidal o sublobado, lo que lo separa como una especie aparte en *Monotropa*. Sin embargo, exceptuando el polen, no se observan diferencias significativas entre las especies *M. hypopithys* y *M. coccines* con *M. uniflora*, lo que obliga a mayores estudios. Hasta el presente es mejor considerar a éstas como especies separadas.

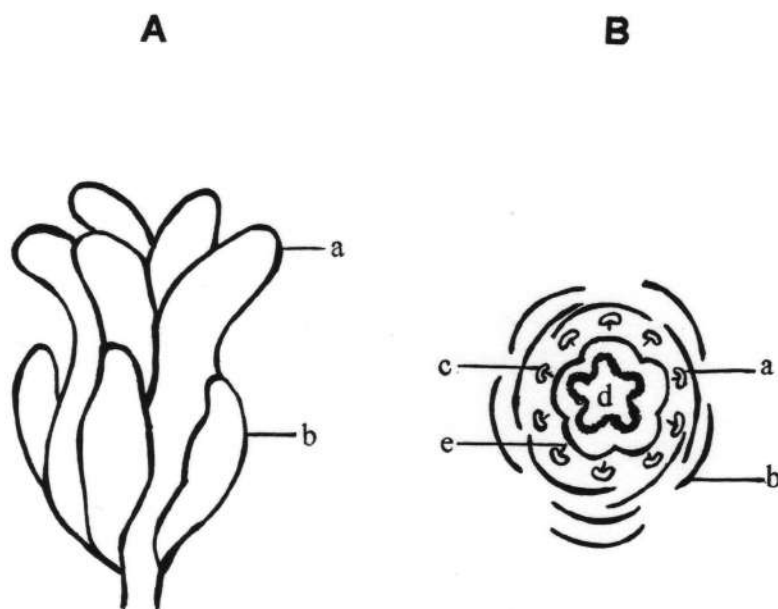


Fig. 9: Flor y Diagrama de *M. uniflora* L

A. Flor

B. Diagrama Floral

a: Pétalos

a: Pétalos

c: Antera

e: Filamentos

b: Sépalos

b: Sepalos

d: Ovario

Presenta un ovario súpero, ovoide, externamente acanalado, con 8 a 10 lóbulos de 9 mm de largo por 8 mm de diámetro, de color rosado, con 5 carpelos unidos y 5 lóculos; un estilo terminal de 3 mm de largo; con un estigma de 5 lóbulos, en forma de embudo o disco. En la base del ovario se observan 10 nectarios, los cuales son lobados y ubicados entre la base de los filamentos (Fig. 11). El fruto es una cápsula de forma globosa a ovoide, de color chocolate-oscuro a negro, de 11 mm de largo por 10 mm de diámetro; presenta canales en su superficie, los cuales van en sentido

vertical desde la base hacia el ápice, sobre los cuales se acomodan los filamentos; presenta dehiscencia loculicida, con numerosas semillas diminutas.

En este estadio la planta completa su ciclo de vida, y va adquiriendo una coloración negra en todos sus órganos, señal de necrosis, se torna muy quebradiza con pérdida de su turgencia y su posterior colapso.

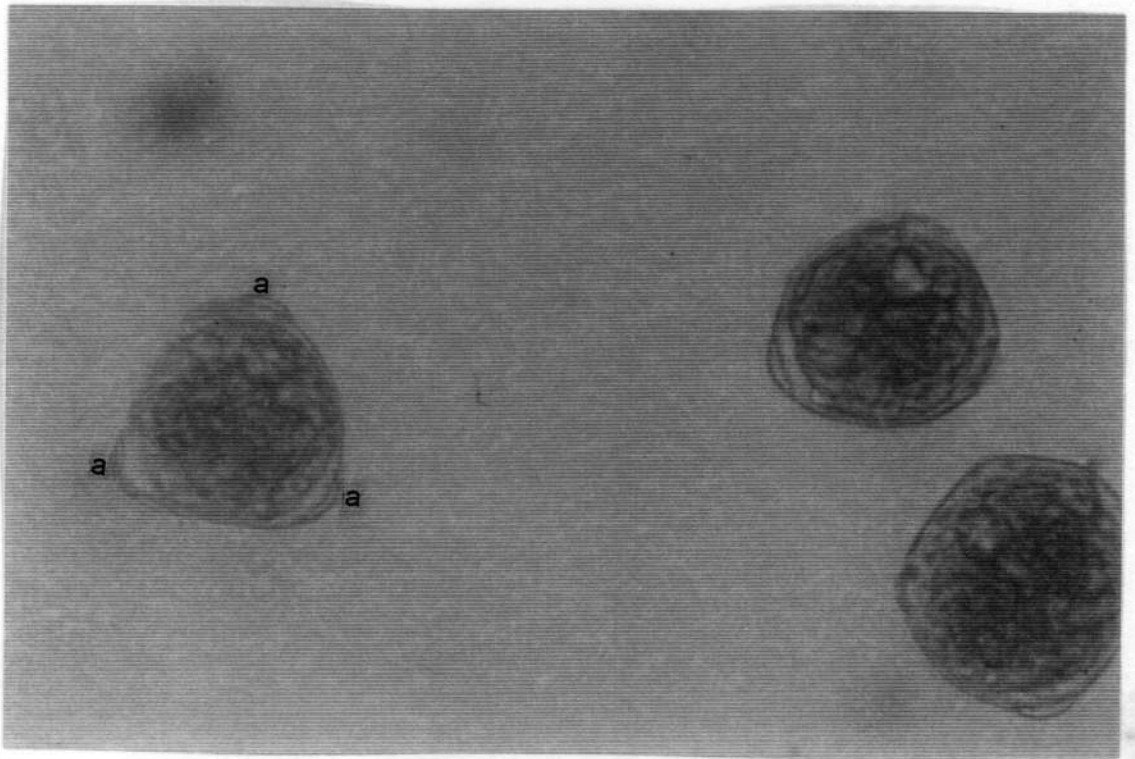


Fig. 10: Grano de polen de *M. uniflora* L, a: Poros (triporado). 400 x.

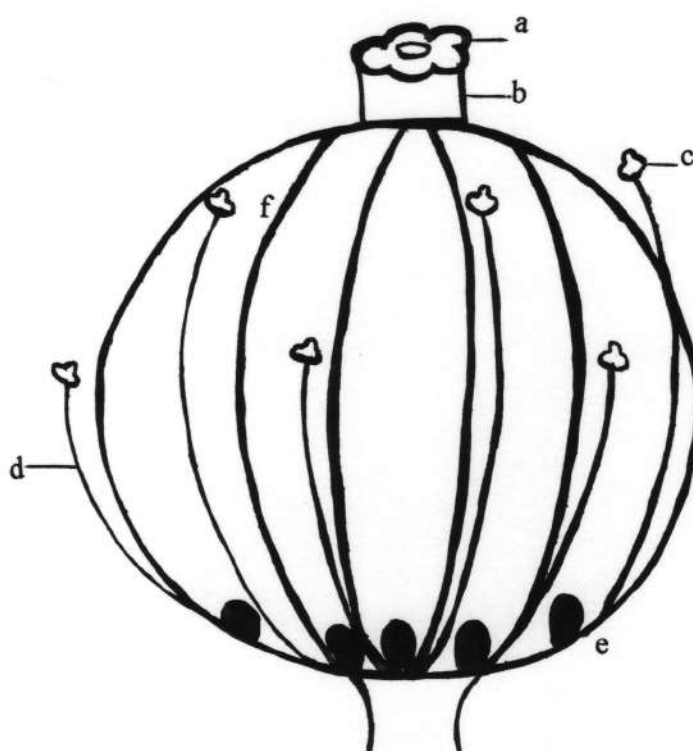


Fig. 11: Flor de *M. uniflora* L.

- | | |
|-------------|-----------------------|
| a : Estigma | d : filamento |
| b : Estilo | e : Nectarios |
| c : Antera | f : Canales de ovario |

Descripción de las características anatómicas de *M. uniflora* L, en diferentes etapas de crecimiento:

Semilla:

Como otras Monotropeoideae, esta planta produce numerosas semillas, las cuales son unitégmicas, tenuinuceladas y albuminosas y forman un haustorio tanto micropilar como calazar; además tienen extensiones integumentarias aladas (Fig. 12). El corazón de la semilla contiene el endospermo y el embrión.

Las semillas son exotestales, comprendiendo de 2 a 3 capas de células alargadas, longitudinales y la epidermis externa formando una capa gruesa. La presencia de integumento simple y ausencia de tejido nucelar, es consistente en *M. uniflora* L. La semilla contiene proteínas y carbohidratos como alimento de reserva en el endospermo y embriones.

Hay ausencia de almidón y las paredes del endospermo son el sitio probable de la reserva de carbohidratos que se presume sean hemicelulosa y calosa (Olson 1980).

El saco embrionario desarrollado es de tipo *Polygonum* o tipo *Allium*. El endospermo es de formación celular y el embrión es de tipo cariofilado.

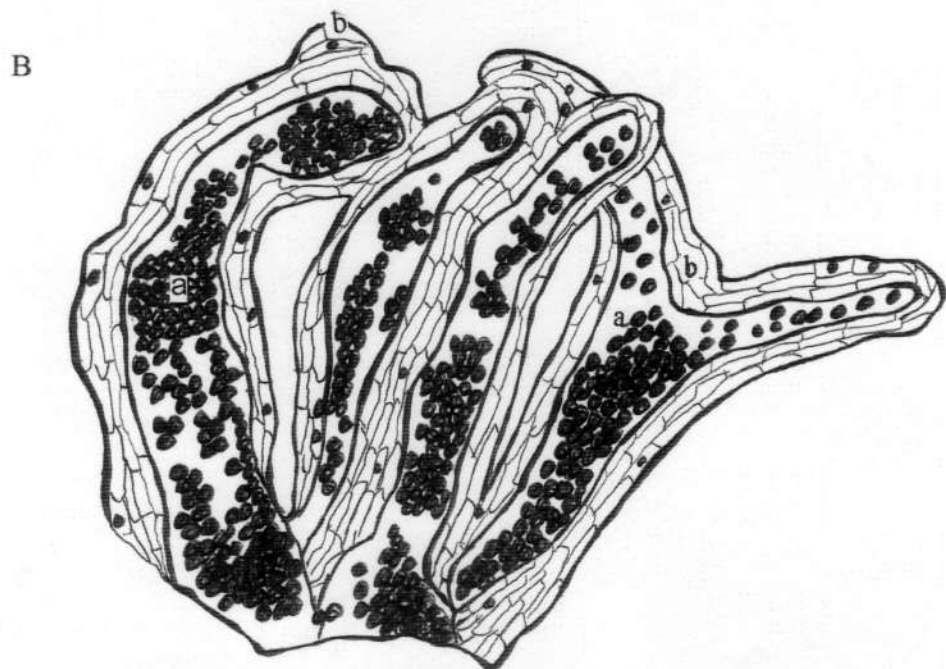


Fig. 12: Semillas de *M. uniflora* L. A: Fotografía B: Diagrama (400 x).
a: Semillas b: Estructuras alares.

Plántula (ápice):

En este estadio, la planta presenta 4 primordios foliares, los cuales están formados de 4 a 5 capas de células cada una. Estos primordios se encuentran en posición imbricada o superpuestos, uno encima del otro (Fig. 13a). Se observa un meristema hundido a lo largo de la plántula, inmediatamente debajo del ápice vegetativo. A ambos lados del meristema hundido se encuentra el procambium, con elementos espiralados de color rojo (Fig. 13b, 13c).

En los primordios foliares la epidermis externa se convertirá en la epidermis inferior o parte interna de la hoja o superficie abaxial; de igual manera la epidermis que se observa en la parte interna de los primordios foliares, se convertirán en la epidermis exterior o superficie adaxial de la hoja. El procambium empieza a desviarse hacia el cuarto foliolo, lo que indica que empieza a vascularizarse (Fig. 13 b). El meristema hundido está formado por una capa de 10 células en dirección transversal del corte.

Tanto en las hojas como en el tallo se observa la formación de una epidermis fina y delgada.

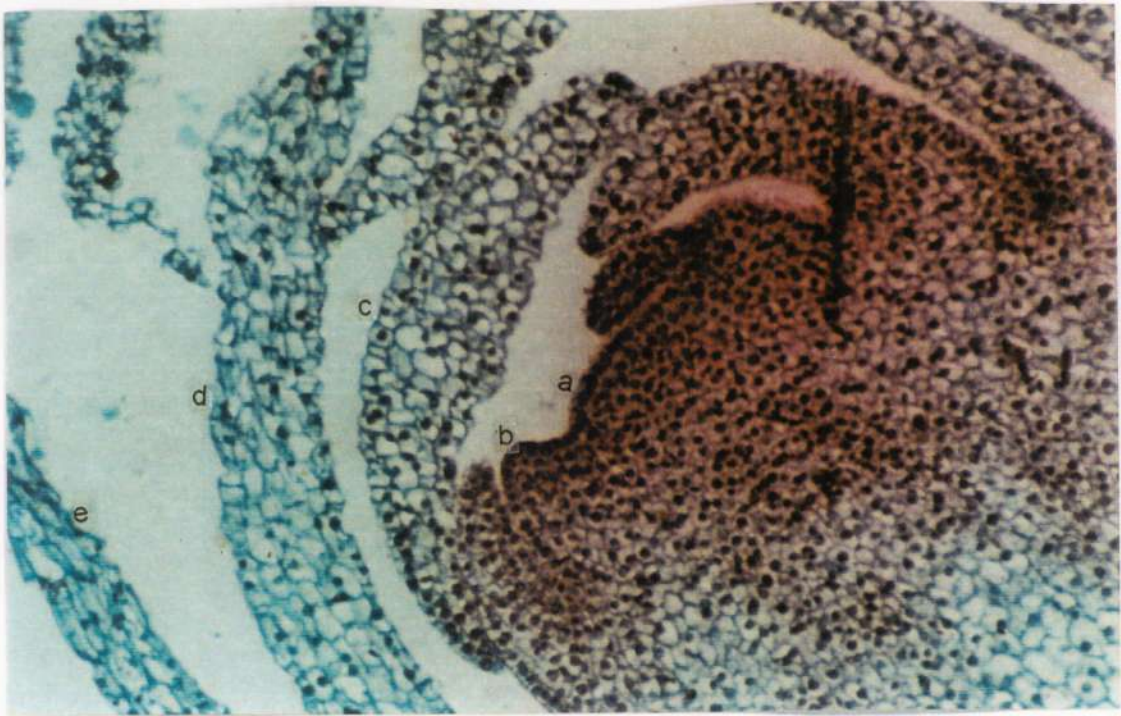


Fig. 13a: Apice vegetativo de una plántula de *M. uniflora* L, (Corte longitudinal , 40 x).
 a : Meristemo apical
 b : Primer primordio foliar
 c : Segundo primordio foliar
 d : tercer primordio foliar
 e : cuarto primordio foliar

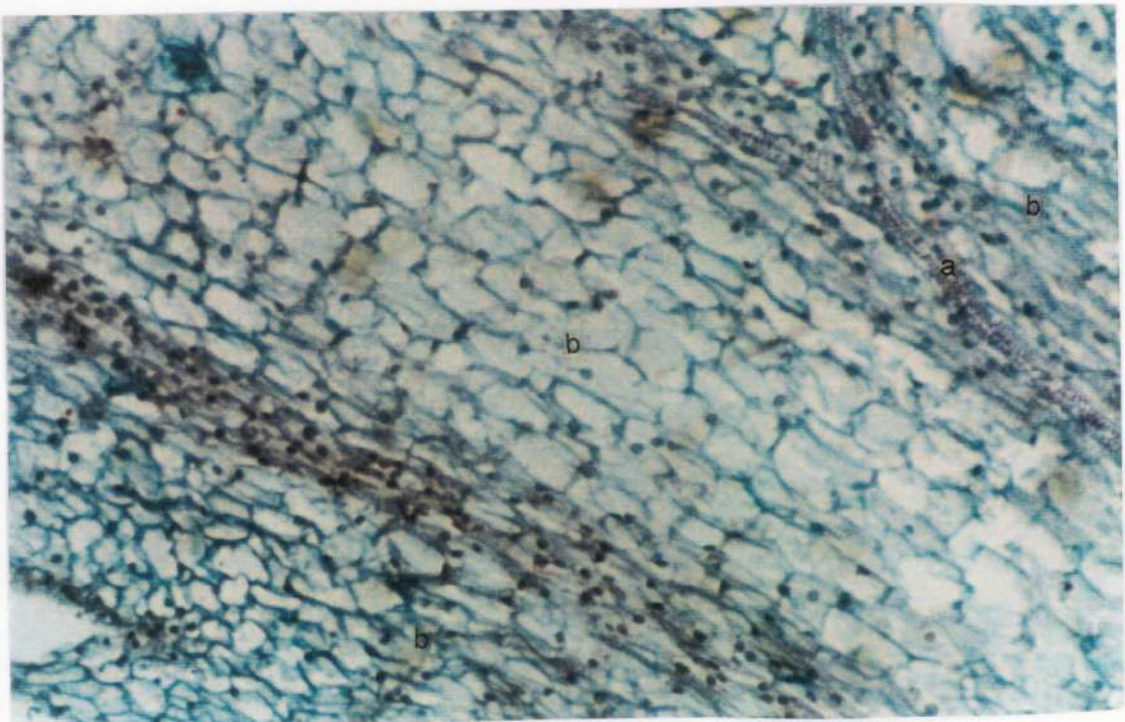


Fig. 13b: Plántula de *M. uniflora* L, (Corte longitudinal , 40 x).
 a : Procambium
 b : Meristema hundido

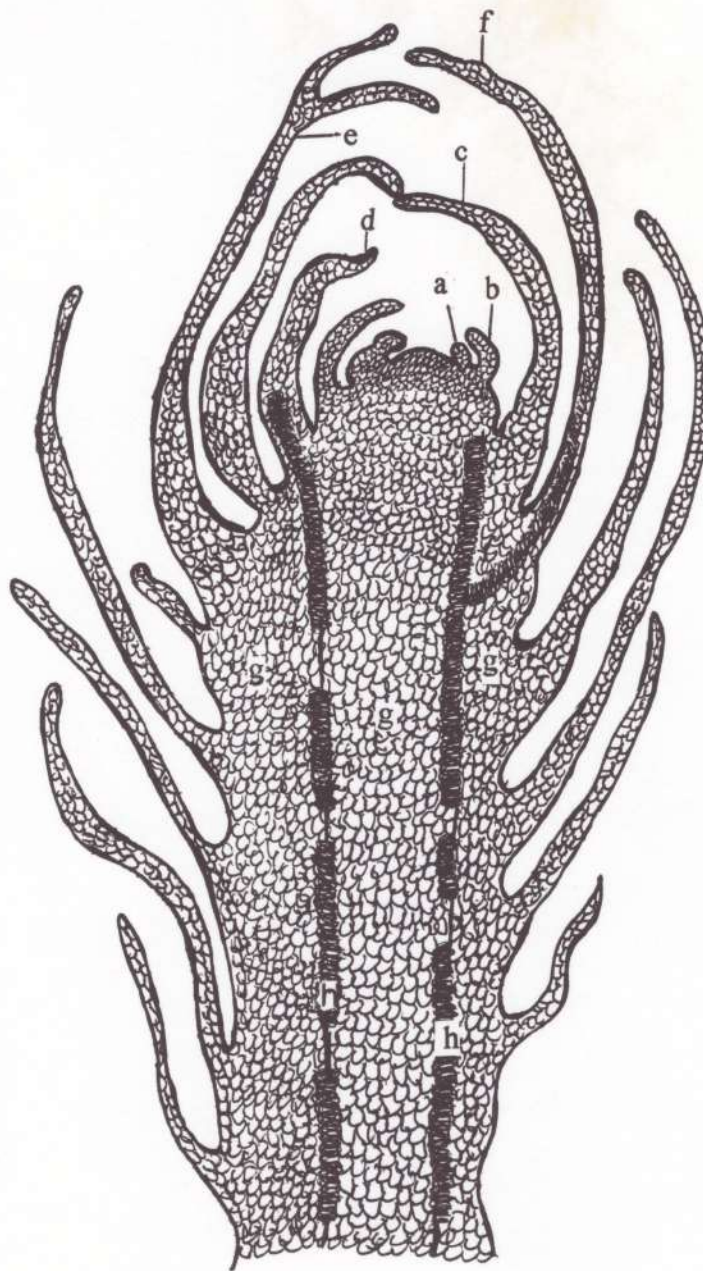


Fig. 13c: Plántula de *M. uniflora* L, (Diagrama completo; 40 x).

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| a : Primer primordio foliar | e : Epidermis interna |
| b : Segundo primordio foliar | f : Epidermis externa |
| c : Tercer primordio foliar | g : Meristema hundido |
| d : Cuarto primordio foliar | h : Procambium |

Planta adulta:

No se observa una gran diferencia con relación a las plantas jóvenes en cuanto a su morfología, sino en la cantidad de las células que contienen cada uno de sus órganos.

Hoja:

Se observan de 3 a 4 venas, las cuales van a lo largo de la hoja desde la base hacia el ápice. Las estructuras de las hojas jóvenes y adultas, se diferencian sólo en el color, ya que las adultas presentan la coloración más intensa que las jóvenes, y las segundas presentan menor cantidad de células que las hojas adultas (Fig. 14a, 14b, 15a, 15b). Se puede observar homogeneidad en las células del mesófilo, las cuales no presentan glándulas. En toda la hoja se observa un gran número de células.

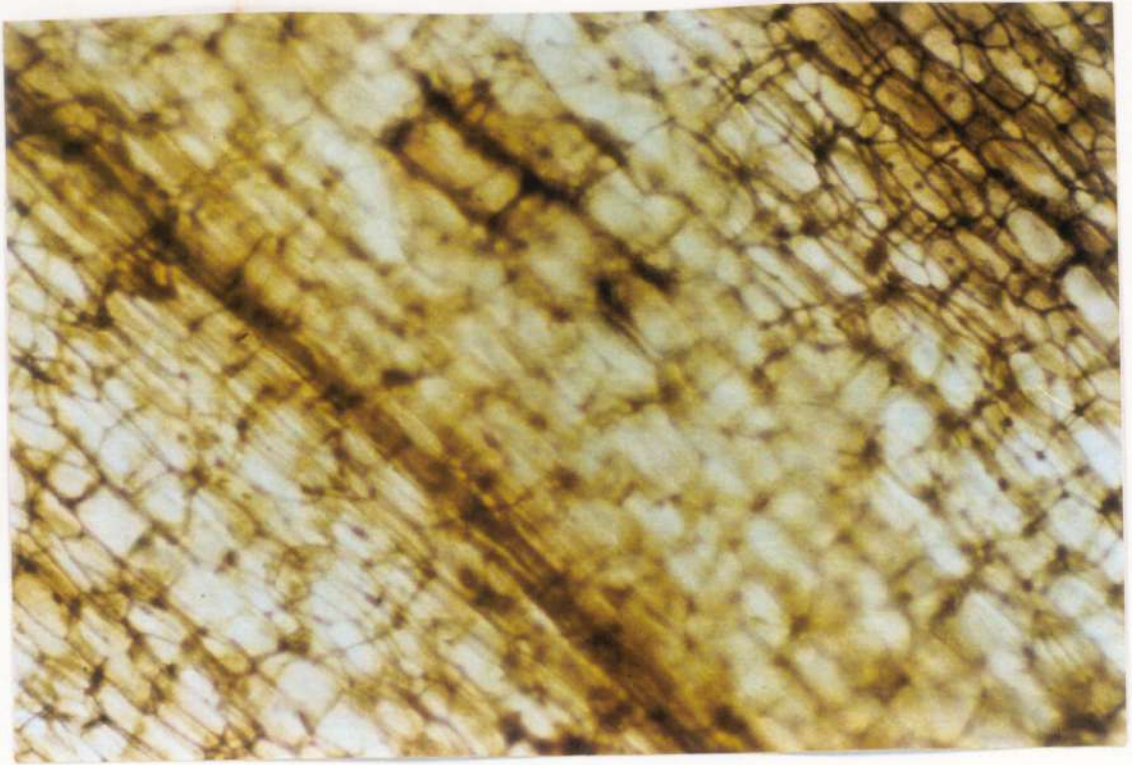


Fig. 14 a: Hoja joven de *M. uniflora* L, (Vista adaxial, 100 x).

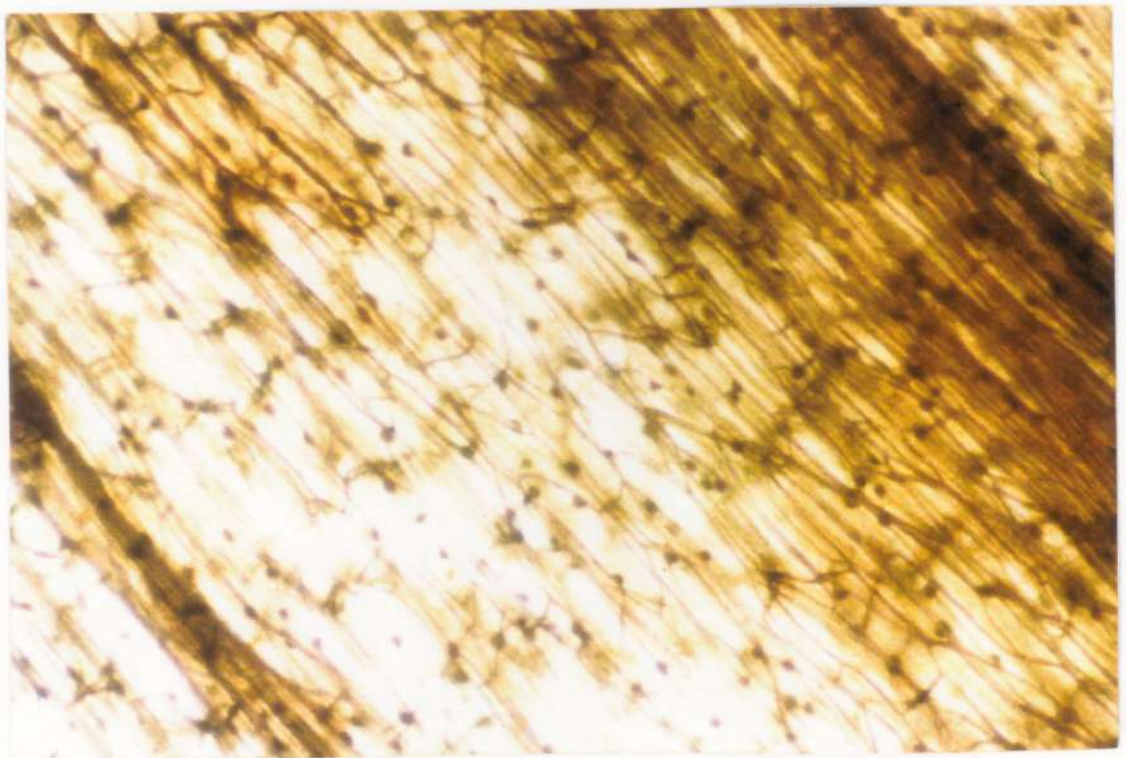


Fig. 14 b: Hoja joven de *M. uniflora* L, (Vista abaxial, 100 x).

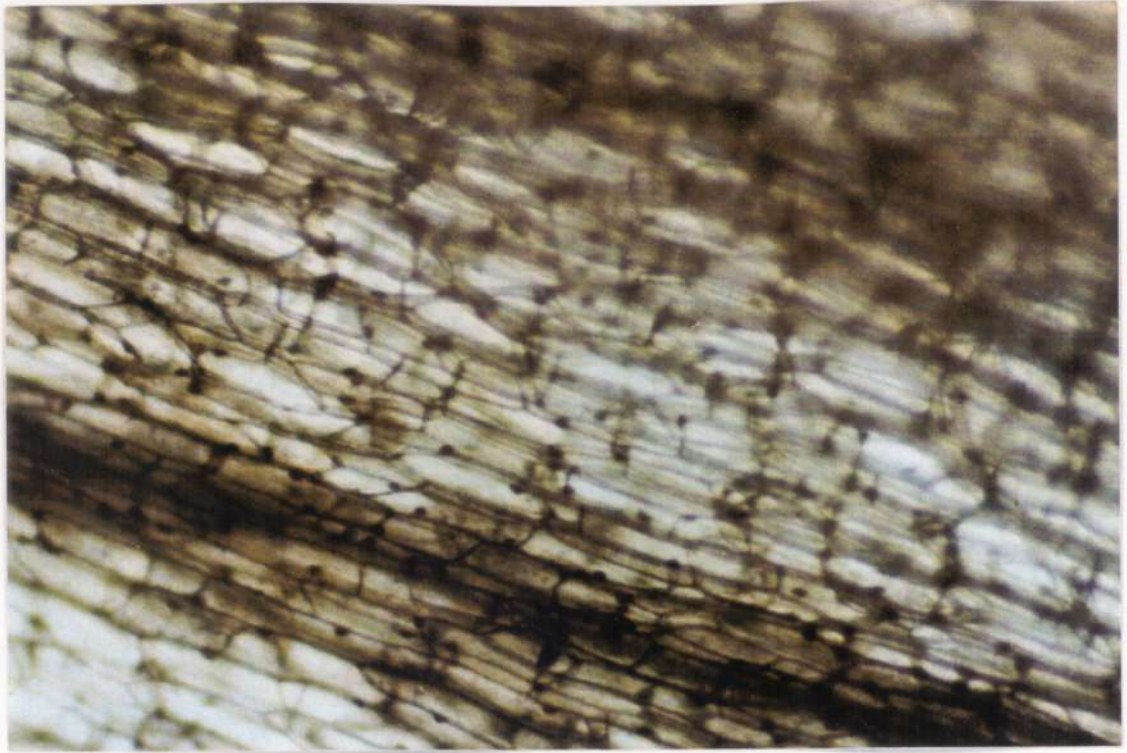


Fig. 15 a: Hoja adulta de *M. uniflora* L, (Vista adaxial, 100 x).



Fig. 15 b: Hoja adulta de *M. uniflora* L, (Vista abaxial, 100 x).

Tallo:

El tallo aéreo consiste de una epidermis delgada; en el nuevo consta de 3 capas de células y en el viejo de 4 a 5 capas de células (Fig. 16). El tallo presenta similitud en sus estructuras, tanto en el joven como en el adulto; el tallo joven presenta un sistema vascular formado de haces vasculares concéntricos, los cuales se disponen en un círculo alrededor de una médula. Se observa una corteza formada por el parénquima y el colénquima, seguida de la línea fascicular donde se encuentran los fascículos vasculares y luego la médula en el centro del tallo (Fig. 17a, 17b). Al realizarse conteos de células desde la epidermis hasta los fascículos vasculares (tallos joven y viejo), se encontraron 12 capas de células para el tallo nuevo y 18 capas de células en el tallo viejo. En ambos cortes el número de fascículos vasculares es de 12; las células alrededor de estos son gruesas, aparentemente consisten en el xilema rodeando al floema. No se observan radios medulares aparentes entre los fascículos vasculares.

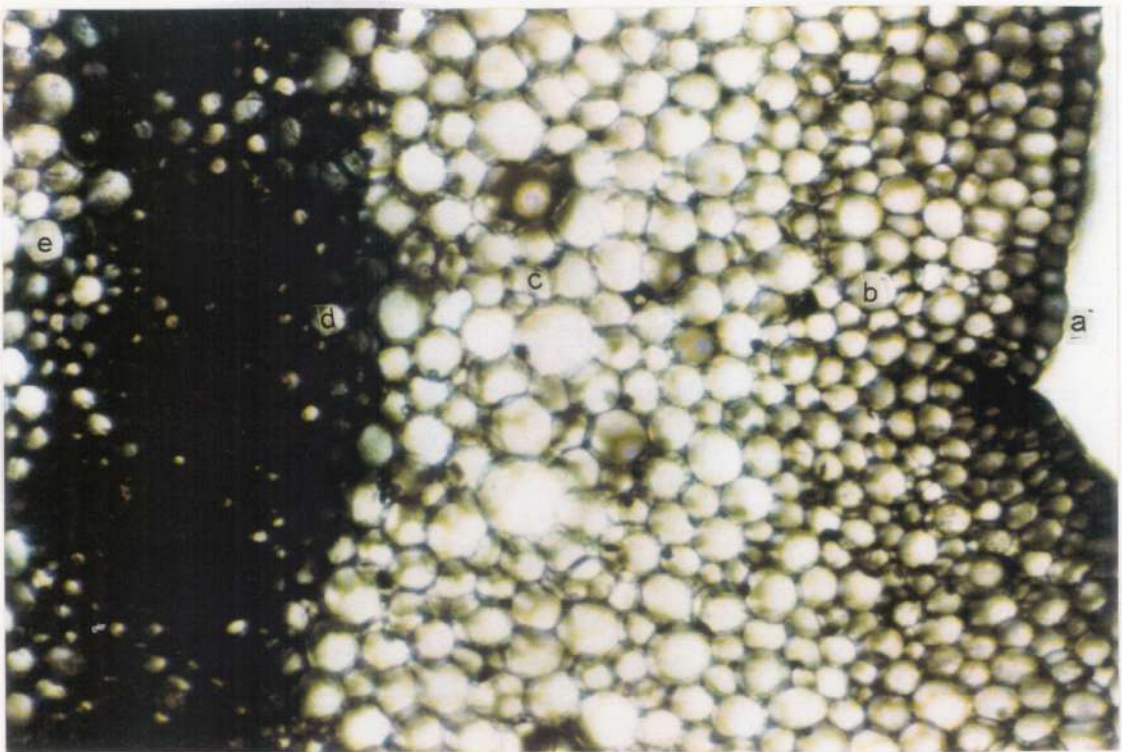


Fig. 16: Tallo joven de *M. uniflora* L., (Corte transversal) (100 X).

a: Epidermis

b: Colénquima

c: Parénquima

d: Fascículos vasculares

e: Médula

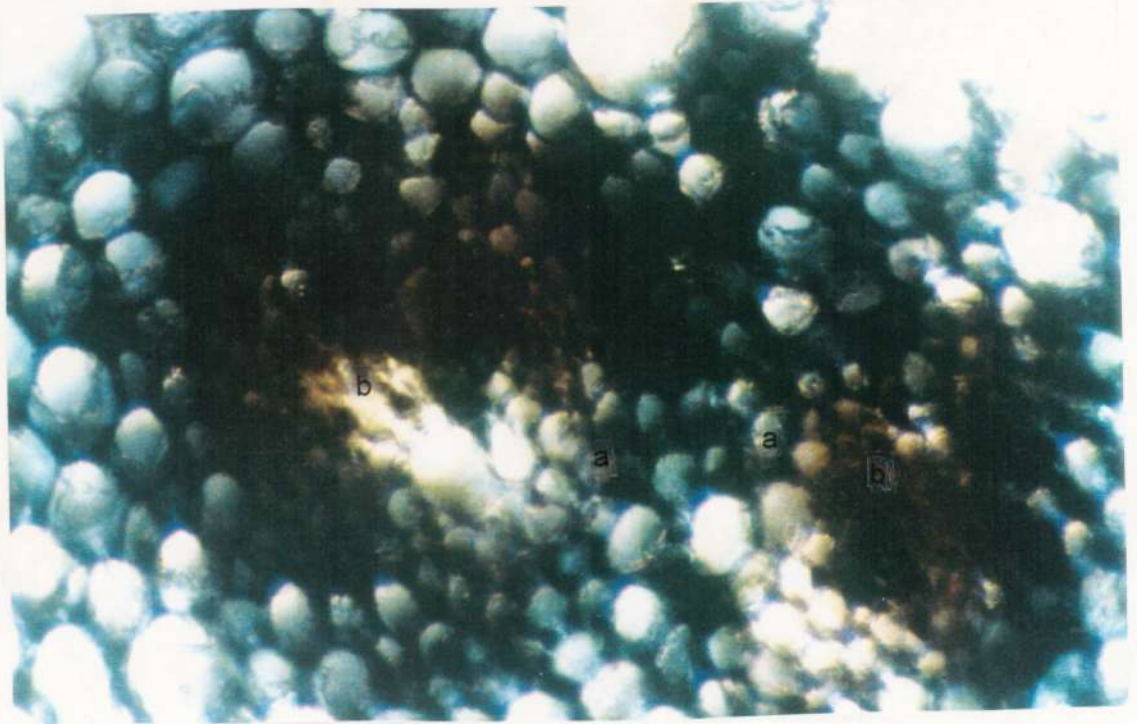


Fig. 17 a: Fascículos vasculares en tallo viejo de *M. uniflora* L., (Corte transversal).
 a : Xilema (afuera) b : Floema (adentro) (400 X)

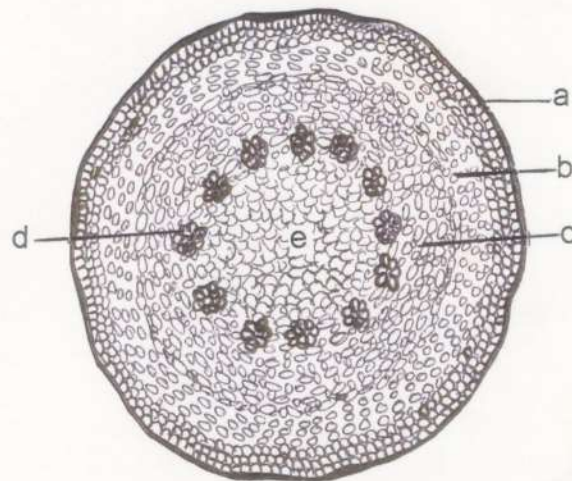


Fig. 17 b: Capas que forman el tallo en *M. uniflora* L., (Corte transversal, 40 x)
 a : Epidermis c : Parénquima e : Médula
 b : colénquima d : fascículos vasculares (xilema, floema)

Raíces:

En *M. uniflora* L, las raíces está formada por 5 tipos de capas de células (Fig. 18a, 18b). Estas pueden señalarse así ¹.

- a. Células de corcho = 4 capas de células.
- b. Células de Parénquima = 3 capas de células.
- c. Células de fibra = 3 capas de células.
- d. Células del floema = 5 capas de células.
- e. Células del xilema = 9 capas de células.

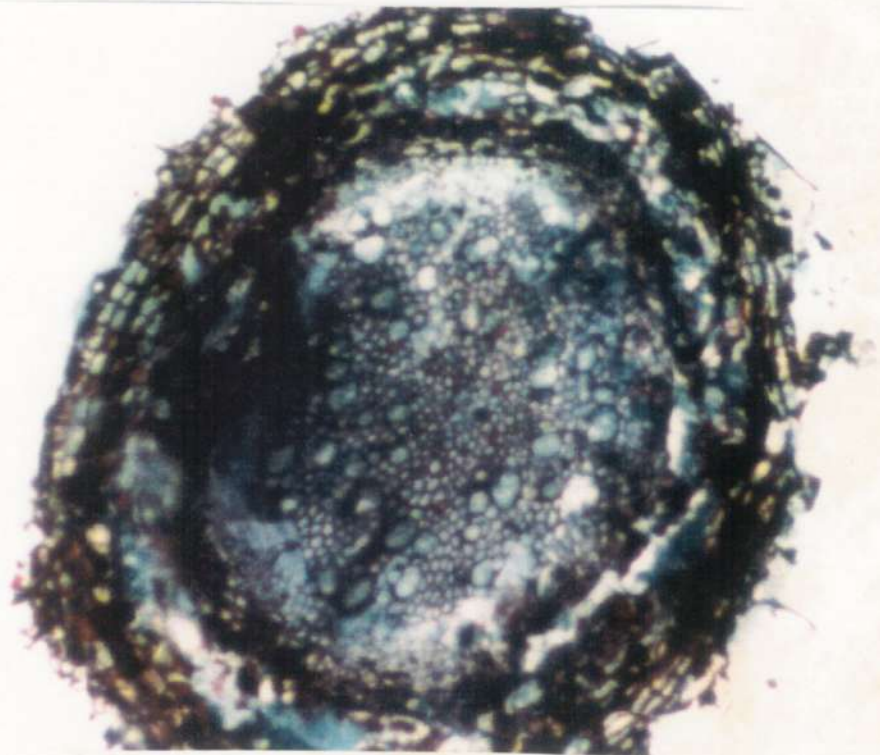


Fig. 18 a: Raíz de *M. uniflora* L, (Corte transversal , 100 x).

¹Datos obtenidos mediante conteo de células en cada capa por triplicado.

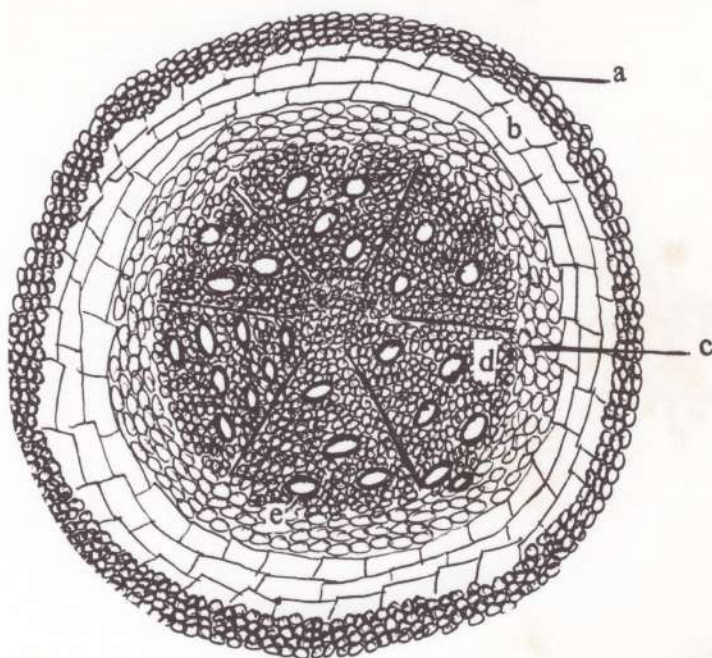


Fig. 18 b: Capas que forman la raíz en *M. uniflora* L .

a : Células de corcho

d : Células del floema

b : Células de parénquima

e : Células del xilema

c : Células de fibra

Flor (ovario):

En un corte apical del ovario, se observa que el mesófilo de la hoja carpelar está formada de 11 capas de células. La misma presenta una epidermis interna y otra externa, delgada; tanto en la placentación axial como la parietal (Fig. 19). Se observa claramente el tejido placentario bifurcado.

Al realizar cortes seriados del ovario desde la base hacia el ápice del mismo, en la parte media del corte se observa un cambio en el tipo de placentación; la cual va de axilar a parietal (Fig. 20).

En la parte apical del ovario hay una transición por disolución del tejido central del ovario, formándose entonces un sólo lóculo con cinco placentas parietales de forma sagitada; el tejido placentario queda formando parte de los tabiques de separación de los lóculos y se desprende de la parte central del ovario, quedando con una sola unidad adherida a las paredes del ovario.

En la parte basal el ovario presenta una placentación axial, formado por cinco carpelos unidos, cinco lóculos; cada placenta es bifurcada con numerosos óvulos.

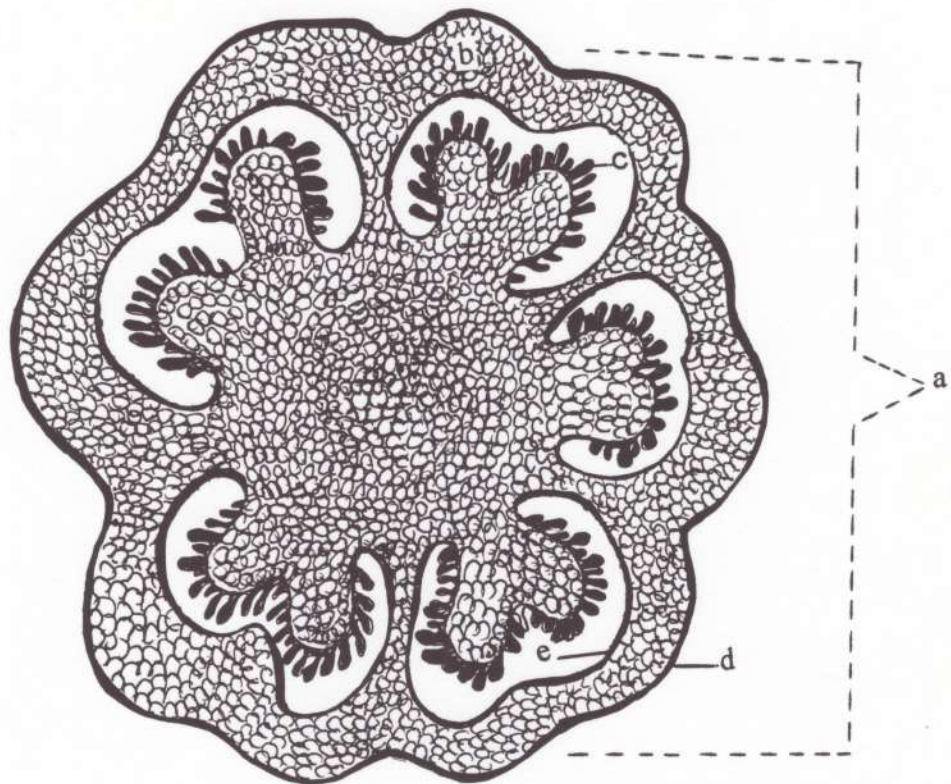


Fig. 19: Corte transversal de ovario de *M. uniflora* L. (100 X)

a : Hoja carpelar

d : Epidermis externa

b : Células del mesófilo

e : Epidermis interna

c : Tejido placentario

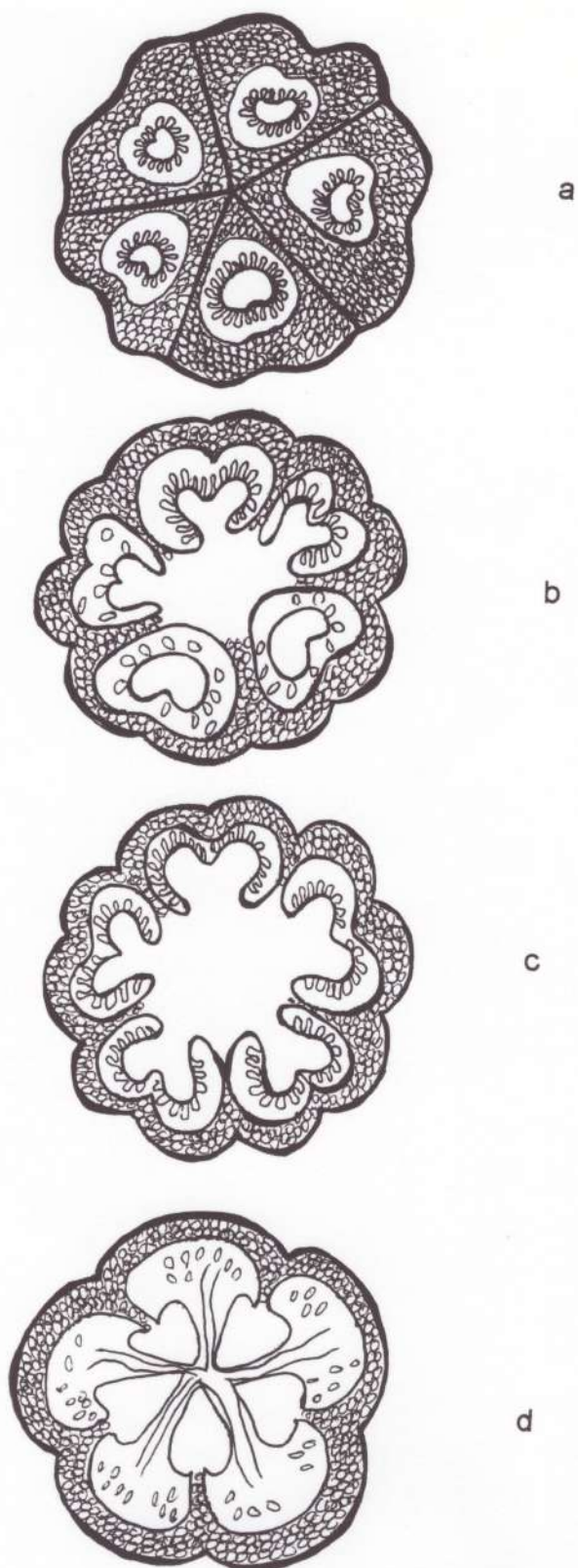


Fig. 20: Cambio de placentación en ovario de *M. uniflora* L, (Corte transversal, 40 x).

a : Corte basal (Placentación axial)

b - c : Corte medio

d : Corte apical (Placentación parietal).

Planta en floración (Semilla):

Monotropa uniflora L, como otras Monotropeoideae, produce numerosas semillas por cápsula; pero presumiblemente muy pocas son semillas viables. Las semillas maduras son micotróficas, aclorófilas y perennes; miden entre 0.6 a 0.8 mm de largo y 0.12 a 0.15 mm de ancho, exhibiendo estructuras integumentarias aladas. A medida que maduran, la desecación de las capas externas, causa que las finas paredes tangenciales externas colapsen y tomen una forma rígida (Fig 12).

FACTORES AMBIENTALES DEL ÁREA EN QUE SE DESARROLLA *M. uniflora* (L) :

M. uniflora L, es una planta típica de lugares con temperaturas bajas. Las plantas se agregan en números diversos, desde una a muchas plantas, en lugares específicos. El crecimiento y reproducción está íntimamente ligado con aspectos físico-químicos del ambiente como la luz, el agua, viento, humedad, etc. Fue observada a elevaciones de 2100 a 2400 m.s.n.m.

En nuestra área de estudio, la cual pertenece a la zona de vida del Bosque Pluvial Montano-Bajo, se observan poblaciones de *M. uniflora* que crece en números de 1 a más de 100 plantas, en un área de 4 metros cuadrados. En estos se pueden observar los diferentes estadíos de su ciclo de vida.

Estas poblaciones se localizan sobre el piso del sotobosque, el cual está compuesto de hojas, ramas, troncos y materiales orgánicos en descomposición, los cuales constituyen la fuente de alimentación de estas plantas. Es en este proceso donde la micorrizas juegan un papel muy importante, ya que los hongos digieren parte de la materia orgánica, poniendo así a disposición de la planta el nitrógeno y las sustancias minerales.

El ciclo de vida de *M. uniflora* es muy corto y oscila entre 15 a 17 días. Se registraron diversos lotes en los que las plantas crecían y se pudo determinar que su tasa de crecimiento promedio era de 1.1 cm por día, hasta la etapa adulta, en la que se observa una coloración negra, signo de necrosis. Esta pigmentación negra marca el inicio de su muerte.

El crecimiento y desarrollo fisiológico de las plantas de *M. uniflora* L, depende principalmente de factores como el brillo solar, humedad relativa, precipitación, temperatura, viento, etc.

En el área en que se encontraba la planta, aparentemente, se dan las condiciones propicias para su desarrollo, ya que en los meses de septiembre a diciembre en que las temperaturas son más frescas, la humedad relativa es mayor, aproximadamente de un 95.1 %, el brillo solar o luminosidad es menor, registrándose aproximadamente un 31.1 % y una alta precipitación de aproximadamente 97.8 % (I.R.H.E, 1994).

Al intentar sacarlas de su ambiente natural, las plantas de *M. uniflora* empiezan a deteriorarse, perdiendo rápidamente su turgencia y cambiando su coloración de rojo intenso a negro.

CONCLUSIONES

1. *Monotropa uniflora*, L, es una planta exclusiva de la zona de vida del Bosque Pluvial Montano-Bajo, desarrollándose en colonias de 1 a 100 plantas en un área de 4 m², creciendo sobre hojarasca y material orgánico en descomposición.
2. No utiliza la luz del sol para sintetizar su alimento, ya que carece de clorofila; por lo que las micorrizas juegan un papel muy importante en este proceso.
3. Presenta un ciclo de vida muy corto, el cual consta de 15 a 17 días; en los primeros estadios las plántulas tienen un color blancuzco; al llegar a la etapa adulta la coloración cambia a rojo intenso, debido a la presencia de los pigmentos antociánicos.
4. La hoja presenta de tres a cuatro venas longitudinales, con un mesófilo homogéneo, compuesto de células isodiamétricas.
5. El tallo consiste de una epidermis con tres a cinco capas de células, una corteza formada por parénquima y colénquima, seguido de una línea fascicular compuesta por 12 fascículos vasculares, conformados por xilema rodeando al floema, los cuales se disponen en un círculo alrededor de una médula.

6. En la raíz se observaron cuatro capas de células de corcho, tres capas de células de parénquima, tres capas de células de fibra y finalmente el tejido vascular, compuesto por células de xilema y floema en el centro.
7. En el estadio de plántula, se observó la formación del procambium a partir del cuarto foliolo, lo que indica que comienza a vascularizarse.
8. Las semillas miden 1 mm de largo por 0.2 mm de ancho, exhibiendo estructuras integumentarias aladas.
9. En los cortes seriados de ovario, se observó un cambio de placentación de axial a parietal, de la base hacia el ápice.
10. Este estudio resultó muy importante, ya que se conoce muy poco sobre la existencia de esta planta, por su distribución restringida, lo raro de su aspecto morfológico y su coloración rojiza.

RECOMENDACIONES

Efectuar estudios de comparación con otros trabajos que se hallan realizado a altitudes diferentes o similares al Volcán Barú o en otras regiones, para establecer similitudes o diferencias en el desarrollo, morfología, anatomía y ecología de *Monotropa uniflora*, L.

Debido a que el Parque Nacional Volcán Barú, es el único en el que existen cinco zonas de vida, lo cual no es común en otras regiones del país, recomendamos a los ciudadanos y autoridades, ofrecer una protección especial a esta área, de manera que no se altere el ecosistema y no desaparezcan las especies que allí coexisten, sobre todo las endémicas, como la de esta planta que es muy frágil.

BIBLIOGRAFÍA

- Club Volcán Barú, 1986. Parque Nacional Volcán Barú. Panfleto. 8 páginas.
- D'arcy, G.W. 1987. Flora de Panamá: Checklist and Index. Part I. The Introduction and Checklist. Missouri Botanical Garden. Saint Louis. Missouri. 325 pags.
- Esau, K. 1985. Anatomía Vegetal. Ediciones Omega S.A. Barcelona. España.
- Flores, V. 1997. Estudio morfológico y fisiológico de *Dieffenbachia longispatha* - Engler & Kraus -ARACEAE- para su manejo y control como maleza. Universidad Autónoma de Chiriquí. Panamá.
- Hill-Overholts, Popp-Grove. 1980. Tratado de Botánica. pág. 131-133.
- Instituto Nacional de Biodiversidad y Missouri Botanical Garden , 1995, Ultima modificación del 28 de sept. de 1995.
- Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, Departamento de Hidrometeorología. Resumen anual, 1994.
- Mac Farland, C. y F. Zadroga. 1981. Plan de Manejo del Parque Nacional Volcán Barú. Panamá. C.A.T.I.E. Turrialba, Costa Rica. 237 páginas.

- Metcalfe, C.R. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. I.Edition. Claredons Press, Oxford. pags. 839-841.
- Nowicke, J.W. 1966. Pollen Morphology and Classification of the Pyrolaceae and Monotropaceae. Annals of the Missouri Botanical Garden. Vol 53: 213-219.
- Olson, A.R. 1980. Seed Morphology of *Monotropa uniflora*, L. (Ericaceae). American Journal of Botany 67: 968-974.
- Olson A.R. 1993. Patterns of Embryo and Endosperm formation in *Monotropa hypopitys* (Monotropaceae) from North america and western Sweden. American Journal of Botany . 80 (7) 839-846.
- Wallace, G.B. 1975. Studies of the Monotropoideae (Ericaceae): taxonomy and distribution. Wasman J. Biol. 33: 1-88.
- Wilbur and Luteyn, 1978. Flora of Panama, (Ericaceae). In Woodson, & Shery. 1943-1981. Flora of Panama. Annals of the Missouri Botanical Garden. 65: 101-104.
- Wilson, C.L. & Loomis, W.E. 1968. Botánica. 1 Edición. Editorial Hispanoamericana. 200 pág.