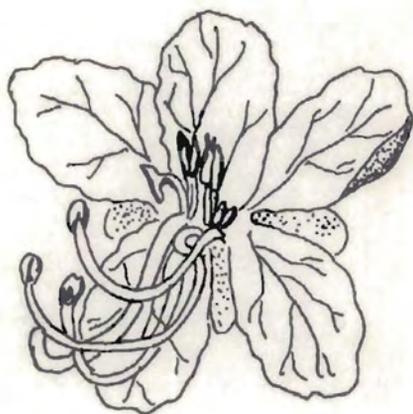




TES 01 000 18 8199

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Contribución al conocimiento del género *Cassia*
(Leguminosae) en México: Morfología y Números
cromosómicos**



**BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA**

TESIS
Que para obtener el Título de
BIÓLOGO
Presenta

Rosalba Hernández Flores

AGRADECIMIENTOS.

Al Dr. Alfonso Delgado Salinas por su estímulo y apoyo pero sobre todo por la amistad brindada durante el desarrollo de este trabajo.

Al Biol. Pedro Mercado Ruaro por la ayuda prestada en el laboratorio y por su gran amistad.

A la M. en C. Hilda Flores Olvera, al Biol. José Luis Contreras Jiménez y Biol. Helga Ochoterena Booth por las sugerencias hechas en la revisión del manuscrito.

Al Biol. Alfredo Wong León y al Biol. Mario Sousa Peña por la ayuda brindada en el manejo de la computadora e impresión del trabajo.

A Felipe Villegas Márquez dibujante del Instituto de Biología UNAM y Carlos Hernández Flores por la realización de figuras y marcaje de fotografías.

A la Biol. Carmen Loyola Blanco por su ayuda en la elaboración de diapositivas y su amistad.

Al Departamento de Botánica del Instituto de Biología UNAM por permitirme la utilización de sus instalaciones para el desarrollo de este trabajo.

A Susana Gama, Lidia Cabrera, Jorge Sánchez y a todos mis amigos que de alguna u otra manera me han apoyado en la realización del mismo.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
HISTORIA TAXONÓMICA DEL GÉNERO <i>CASSIA</i>	3
EL GÉNERO <i>CASSIA</i>	5
I. Serie <i>Cassia</i>	7
II. Serie <i>Tetrapleurae</i>	7
III. Serie <i>Amazonicae</i>	8
IV. Serie <i>Grandes</i>	8
V. Serie <i>Moschatae</i>	9
VI. Serie <i>Heterospermae</i>	9
VII. Serie <i>Obolospermae</i>	10
ASPECTOS ETNOBOTÁNICOS	10
OBJETIVOS	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Recopilación bibliográfica	13
Números cromosómicos	14
Morfología de plántulas y ejemplares de herbario (Adultos)	16
Morfología de semillas y frutos	16
RESULTADOS	17
Nomenclatura	17
Distribución y Fenología	17
Estudios realizados con plántulas. Importancia taxonómica.	22
Morfología vegetativa y reproductiva. Importancia taxonómica	25
Estudios realizados en frutos. Importancia taxonómica.	28
Estudios realizados con semillas. Importancia taxonómica.	30
Depredación de las semillas	37
Clave elaborada para las especies del género <i>Cassia</i> en México.	
Parte vegetativa y reproductiva	39
Fruto y semilla	40
La importancia taxonómica de los caracteres genómicos.	40
Citología de Caesalpinioideae.	41

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	56

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL GÉNERO *CASSIA* (LEGUMINOSAE) EN MÉXICO: MORFOLOGÍA Y NÚMEROS CROMOSÓMICOS.

RESUMEN

Al estudiar las especies de *Cassia* en México se observa que *C. grandis* y *C. moschata* son muy parecidas morfológicamente principalmente en la parte vegetativa, *C. fistula* comparte con ellas, características morfológicas de fruto y semilla (valvas leñosas, septos completos, posición de la semilla transversal, posición del hilo basal, eje radicular recto), *C. hintonii* es muy diferente a todas las especies ~~Sudamericanas~~, ~~Africanas~~ y ~~Asiáticas~~, hasta ahora conocidas; muchas de las características morfológicas de *C. hintonii* pueden ser consideradas como derivadas, por ejemplo: valvas papiráceas, pérdida de septos, posición longitudinal de la semilla, posición sub-basal del hilo, eje radicular inclinado, etc.). Se deduce que esta especie, ha evolucionando aisladamente de las otras, sufriendo grandes modificaciones sobre todo en fruto y semilla.

Por lo que respecta a números cromosómicos todas las especies presentan $2n=28$, pero los cromosomas de *C. hintonii* son de mayor tamaño y de acuerdo con Stebbins (1971) puede ser considerada cariológicamente, como especie avanzada.

Con respecto a las características de los géneros: *Cassia*, *Senna* y *Chamaecrista*, estas parecen indicar que el género más primitivo es *Cassia*, el más evolucionado es *Chamaecrista* y *Senna* se encuentra en un estado intermedio, pero también se puede considerar a *Chamaecrista* como un género convergente, ya que tanto la morfología como números cromosómicos son muy distintos, teniendo en común sólo las anteras poricidas.

INTRODUCCIÓN

En México se concentra una gran diversidad de especies vegetales y es una región que presenta un alto porcentaje de endemismos que son en gran parte los exponentes de la riqueza florística del país. Los intentos por cuantificar la flora con precisión, se topan no solamente con la falta de un inventario de todas las especies conocidas, sino también con la existencia de un significativo número de plantas que no han sido descritas y a menudo ni siquiera descubiertas (Rzedowski, 1986). Aún, géneros de amplia distribución a nivel mundial no han sido estudiados en detalle suficientemente dentro de nuestras fronteras, tal es el caso del género *Cassia*.

La familia Leguminosae es, después de las familias Asteraceae y Orchidaceae, una de las más grandes, ya que cuenta con 650 géneros y 18,000 especies (Polhill y Raven, 1981). En México la familia se encuentra representada por 132 géneros y 1,712 especies y la subfamilia Caesalpinioideae, a la cual pertenece el género *Cassia*, esta integrada por 20 géneros y 195 especies de las cuales 74 son endémicas (Sousa y Delgado, 1992).

El género *Cassia sens. lat.* fue considerado como uno de los seis más grandes de la familia Leguminosae, posteriormente Irwin y Barneby (1982), llevan a cabo la división de este gran género en tres: *Cassia*, *Senna* y *Chamaecrista*, indicando que *Cassia* esta integrado por 15 especies, *Senna* por 146 y *Chamaecrista* cuenta con 265 especies. El conocimiento de *Cassia* es confuso ya que muchos de los trabajos existentes sobre el género no consideran

la división de estos tres géneros y mezclan especies de *Cassia* con especies de los géneros *Senna* y *Chamaecrista*, estableciéndose de esta manera conclusiones erróneas de las características del género, por lo que se requiere, retomar el estudio de *Cassia* para su actualización nomenclatural y mejor conocimiento. Además de los problemas taxonómicos que existen entre los géneros, estos problemas también se presentan en las especies de *Cassia*: *C. grandis*, *C. moschata*, *C. fistula* y *C. hintonii*. Esta última especie es endémica a México y presenta características muy contrastantes con respecto a las demás. En este trabajo se pretende realizar la recopilación y complementación de información, en cuanto a morfología (plántula, parte vegetativa, reproductiva, fruto, semilla) y números cromosómicos de estas especies, ya que esta se encuentra incompleta o no existe y de esta manera contribuir al conocimiento de la flora mexicana.

ANTECEDENTES



HISTORIA TAXONÓMICA DEL GÉNERO *CASSIA*

Tournefort (1700) describe a los géneros, *Cassia* y *Senna*, con base en características de sus frutos; sin embargo, la clasificación de *Cassia*, incluye también a especies que ahora se consideran pertenecientes al género *Senna*, empezando de esta forma, la confusión entre estos dos géneros. Más tarde, Linneo (citado por Irwin y Barneby, 1982) complica aún más

el panorama, en la quinta edición de *Genera Plantarum*, considera a muchas de las especies descritas como *Cassia*, dentro del género *Senna*.

Breyne (citado por Irwin y Barneby, 1982), describe los géneros *Chamaecrista* y *Chamaecassia*, éste último equivalente a *Senna*. Link y Roxburgh (citados por Irwin y Barneby, 1982) separan las especies del género *Senna* y las de *Chamaecrista* del género *Cassia sens. lat.*; Bentham (1871) menciona que las diferencias entre *Senna* y *Cassia* están dadas por el fruto, dehiscente en *Senna* e indehiscente en *Cassia*.

No obstante estos intentos por clasificar y delimitar los diferentes grupos, la delimitación genérica no fue respetada y todas las especies pertenecientes a estos tres géneros fueron agrupadas en uno sólo: *Cassia*.

Irwin y Turner (1960) mencionan que el género *Cassia* se encuentra integrado por 600 especies siendo el más grande de la subfamilia Caesalpinioideae; mientras que Polhill y Raven (1981) citan al género *Cassia sens. lat.*, como uno de los seis más grandes de la familia Leguminosae, insistiendo en no considerar la propuesta hecha por Irwin y Barneby (1979) para desintegrar *Cassia* en tres géneros: *Cassia*, *Senna* y *Chamaecrista*. No fue sino hasta 1982 que Irwin y Barneby llevan a cabo esta desintegración y efectúan la delimitación correcta entre *Cassia* y afines, utilizando principalmente la morfología de la flor para la reclasificación del género e indicando que el género *Cassia* se encuentra formado por sólo 30 especies (Irwin y Barneby 1981), de las cuales 15 se localizan en América.

La distinción entre los tres géneros cada vez se afina más; en la fig. 1, se reúnen varias características diagnósticas.

Fig 1. CARACTERÍSTICAS QUE DISTINGUEN A LOS GÉNEROS *Cassia*, *Senna* y *Chamaecrista*, basado en Corby (1981), McVaugh (1987) y Owens y Lewis (1989).

GÉNEROS	<i>Cassia</i>	<i>Senna</i>	<i>Chamaecrista</i>
HÁBITO	Arboles	Arboles y hierbas	Hierbas
NÓDULOS BACTERIANOS	Ausentes	Ausentes	Presentes
INFLORESCENCIA	Con muchas flores	Con una o muchas flores	De una a cinco flores.
SIMETRÍA DE LA FLOR	Zigomórfica	Zigomórfica Asimétrica	Asimétrica
BRACTEOLAS	Presentes	Ausentes	Presentes
ANTERAS	Dorsifijas	Basifijas	Basifijas
FILAMENTO	Más largo que las anteras	Más corto o de igual tamaño que las anteras	Más cortos que las anteras :
FRUTO	Indehiscente	Dehiscente o Indehiscente	Dehiscente

EL GÉNERO *CASSIA*

El género *Cassia* pertenece a la subtribu *Cassinae*, tribu *Cassieae* de la subfamilia Caesalpinioideae. La siguiente descripción se basa en gran medida en Irwin y Barneby (1982), con aportaciones resultantes de este estudio. Árboles comunmente de 2 a 28 m, rara vez alcanzan los 40 m de altura. Hojas alternas, paripinnadas con estípulas simples o bilobadas, usualmente caducas: folíolos numerosos y pequeños o pocos y grandes. Inflorescencias determinadas, racemosas (parecidas a un racimo) y a veces presentándose en los tallos viejos, con muchas flores, éstas sostenidas por pedicelos, a veces torcidos presentando a las flores resupinadas (v.g., *C. fistula*). Corolas zigomórficas, con dos bracteolas en la base del pedicelo; pétalos de forma elíptica, oblonga y de color amarillo, rosa, rojo, anaranjado o blanco, el androceo con tres estambres largos abaxiales resupinados, cuatro intermedios y tres estaminodios, las anteras son dorsifijas y presentan dehiscencia apical, basal o ambas; el gineceo es céntrico, por lo general recurvo, ovario estipitado, unilocular, multiovulado, el estilo termina en una pequeña cavidad estigmática ciliada. Fruto péndulo de forma cilíndrica, algunas veces sulcado a lo largo de las suturas, éstas pueden ser inmersas (v.g., *C. fistula*) o prominentes (v.g., *C. grandis*), indehiscentes, las valvas pueden ser papiráceas, coriáceas o leñosas; la cavidad dividida por septos transversales o reminiscencias de ellos (v.g., *C. hintonii*). Semillas uniseriadas, generalmente se encuentran embebidas en pulpa seca o gelatinosa, pero también pueden encontrarse dentro de un disco suberoso (v.g., *C. javanica*), obovoides o elipsoides, biconvexas, generalmente las semillas

se encuentran en posición transversal en la cavidad del fruto, a excepción de *C. hintonii*, que tiene las semillas en posición longitudinal.

El género *Cassia* se encuentra distribuido en América, África, Madagascar, Asia, Malasia y Australia (Irwin y Barneby, 1981). Existen 15 especies distribuidas en América, de las cuales, cinco (*C. grandis*, *C. moschata*, *C. hintonii*, *C. fistula* y *C. javanica*) se localizan en México y una de ellas es endémica al país. Irwin y Barneby (1982) agrupan a las especies Americanas en 7 series:

I. Serie *Cassia*.

Integrada por la especie *C. fistula*, especie nativa de Asia tropical pero ampliamente cultivada como planta de ornato en los trópicos. Árboles que alcanza 20 m de altura. Hojas con estípulas subuladas. Inflorescencia pendular y en racimos laxos, flores grandes que resupinan por una torsión en los pedicelos; corola con pétalos amarillos, reflexos (doblados hacia atrás) en anthesis; el androceo con anteras pilósulas; gineceo con el ovario estrigoso, algunas veces subglabro o raramente pilósulo, óvulos de 80-150. Fruto es cilíndrico y abruptamente redondeado en la punta; con suturas delgadas inmersas, valvas lisas, glabras. Semillas embebidas en pulpa, biconvexas, oblongas, con testa lisa, brillante.

II. Serie *Tetrapleurae*.

Se considera como especie típica a *C. fastuosa* e incluye también a *C. ferruginea*, *C. leptophylla* y *C. midas*, todas nativas de América. Árboles generalmente de 6-20 m, pero pueden alcanzar los 40 m de altura. Hojas con estípulas bilobadas. Inflorescencias en

racimos sésiles o subsésiles, presentan brácteas y bracteolas persistentes en antesis; corola con pétalos amarillos, reflexos en antesis; androceo con las anteras glabras o pilósulas en la parte dorsal; gineceo con el ovario pilósulo, óvulos de 62-84 (*C. midas*) y de 162-234 (*C. fastuosa*). Fruto con suturas prominentes, valvas casi glabras. Semillas embebidas en una pulpa gelatinosa, biconvexas y moderadamente lustrosas.

III. Serie *Amazonicae*

Formado por 5 especies: *C. leiandra*, *C. spruceana*, *C. swartzioides*, *C. cowanii* y *C. rubriflora*, se distribuyen de la cuenca del Amazonas, al sureste de Venezuela. Árboles que alcanzan de 5 a 20 m de altura. Hojas con estípulas subuladas. Inflorescencia incurvadas, ascendentes; presentan brácteas y bracteolas caducas antes de la antesis; la corola con pétalos anaranjados o rojos, raramente blancos o rosas, reflexos en antesis; el androceo con las anteras glabras o dorsalmente pilósulas; gineceo con ovario pilósulo o escasamente estrigoso, óvulos de 56-80 (*C. cowanii*) a 70-110 en (*C. swartzioides*). Fruto lateralmente compreso, suturas poco prominentes, con las valvas algunas veces corrugadas, casi glabras. Semillas embebidas en una pulpa dulce.

IV. Serie *Grandes*

Localizada en el sur de México, Centroamérica, Sudamérica y las Antillas. Cuenta con una especie, *C. grandis*. Árboles que alcanzan una altura de 20 m. Hojas con estípulas subuladas.

Inflorescencia axilar, algunas veces presentandose en el tallo, ascendentes, con brácteas y bracteolas caducas antes de la antesis; la corola con pétalos blancos o rosas, pétalos en antesis, antrorsos (doblados hacia adelante) formando una copa; el androceo con anteras densamente vilosas o pilósulas; gineceo con ovario pilósulo, óvulos de 74-98. Fruto grueso, leñoso, linear oblongo, con prominentes suturas ventrales, las valvas prominentemente venulosas. Semillas envueltas en pulpa, biconvexas, elípticas, testa lisa, opaca.

V. Serie *Moschatae*.

Localizada en el sur de México, Centroamérica, Sudamérica y las Antillas. Integrada por una sola especie: *C. moschata*. Árboles de 7 a 28 m. Hojas con estípulas semisagitadas, bilobadas. Inflorescencias péndulas, con brácteas y bracteolas caducas antes de la antesis; corola amarilla con venación roja, pétalos en antesis presentan una forma subglobosa o cóncava; androceo con las anteras glabras y apiculadas en el ápice; gineceo con ovario pilósulo, óvulos 76-109. El fruto con suturas inmersas, valvas puberulentas. Semilla envueltas en pulpa, obovadas, testa lisa, brillante.

VI. Serie *Heterospermae*.

Formada por la especie *C. hintonii*, restringida al plano costal del occidente de México, principalmente en la cuenca del Balsas, en los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero y en el estado de México. Árboles que alcanzan una altura de 2-20 m. Hojas con estípulas subuladas. Inflorescencia péndula, presenta brácteas y bracteolas caducas antes de la antesis; corola con pétalos amarillos, reflexos en antesis; androceo con las anteras pilosas;

gineceo con ovario pilósulo. Fruto cilíndrico con suturas escasamente diferenciadas, con septos incompletos o sin ellos, valvas muy pilosas. Semillas envueltas en pulpa, lateralmente compresas, obovadas, con testa lisa y brillante, presentan una mancha de color oscuro en la parte media de la semilla.

VII. Serie *Obolospermae*.

Integrada por dos especies: *C. javanica* y *C. roxburghii*, las cuales se localizan en Asia, Indonesia y Australia. Árboles de rápido crecimiento, hasta 25 m y rara vez alcanzan los 40 m de altura. Hojas con estípulas bilobadas y altamente variables en su desarrollo. Inflorescencia en racimos subsésiles, presenta brácteas y bracteolas persistentes en antesis, corola rosa o rojo carmín, anaranjada, blanca y amarilla; androceo con anteras puberulentas o glabras; gineceo con ovario estriguloso, pilósulo o glabrescente, óvulos de 68-94 (*C. javanica*). Fruto con suturas delgadas, inmersas. Semillas envueltas en un disco seco y suberoso.

ASPECTOS ETNOBOTÁNICOS

Debido a la gran belleza de las inflorescencias en las especies de *Cassia*, estas plantas son utilizadas principalmente como ornamentales, sin descartar el uso de sus flores como adornos en altares ("flor de santuario") y en ceremonias rituales (National Academy of Sciences, 1979).

También, algunas de sus especies se les han atribuido, propiedades medicinales (v.g., *C. fistula*); donde la corteza de la raíz, las hojas, la pulpa de los frutos y las semillas son

utilizadas como laxantes (Hanbury, 1863). Janzen (1971) reporta el uso de la pulpa amarga del fruto de *C. grandis* como purga. El fruto, a su vez, ha sido utilizado para dolores reumáticos y mordeduras de serpiente; en *C. moschata*, los frutos, pueden ser utilizados para la fiebre, hirviendose y tomandose como té (N. Antonio y M. Heinrich 7800, MEXU).

En la industria, se han utilizado las cortezas de ciertas especies, ya que contienen gran cantidad de taninos. Otras especies son sembradas para ser posteriormente utilizadas como combustible (National Academy of Sciences, 1979). La madera de *C. moschata* es utilizada para la construcción de casas en Oaxaca (H. Hernández G. 1077, MEXU).

Los nombres comunes con los que son conocidas las especies de *Cassia* en México son:

C. fistula:

caña fistula A. Delgado 18, MEXU

flor de mayo A. Delgado 19, MEXU

flor de santuario G. Shapiro 233, MEXU

vainilla P. Basurto y G. Durán 140, MEXU

lluvia de oro O. Téllez y E. Cabrera 2270, MEXU

C. hintonii:

tamarindillo J. C. Soto y A. Lozano 7102, MEXU

hualumo E. L. Santana y M. Cervantes 248, MEXU

C. grandis:

caña fistola de castilla Hinton et al. 5905, MEXU

C. moschata:

caña fistula T. Wendt y L. Rico 4369, MEXU

OBJETIVOS

- Recopilar información ^{de qué tipo?} del género y las especies mexicanas de *Cassia*. ✓

- Estudiar la variación morfológica que se presenta en las especies del género *Cassia* que crecen en la República Mexicana, excepto *Cassia javanica*, planta ornamental, no considerada por Irwin y Barneby (1982) como especie mexicana. ✓

- Contribuir al conocimiento citogenético de las especies de *Cassia* en México: ✓
 - a) Comparar los números cromosómicos obtenidos para las especies *C. grandis*, *C. moschata* y *C. fistula*, con los números cromosómicos publicados en la literatura.

 - b) Obtener el número cromosómico de la especie endémica *C. hintonii*. ✓

- Establecer relaciones entre las especies a través de la morfología y de sus números cromosómicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se llevó a cabo la revisión bibliográfica de números cromosómicos reportados con anterioridad para *Cassia* y en base a Irwin y Barneby (1982) y a R. Barneby (com. pers.) se determinó cuales especies pertenecen realmente al género; ya que muchas de las especies reportadas para *Cassia* pertenecen en la actualidad a los géneros *Senna* y *Chamaecrista*.

Las semillas que se utilizaron en la germinación para la obtención de raíces y plántulas; así como, los botones florales utilizados para el conteo de óvulos en el presente estudio fueron tomadas de los siguientes ejemplares:

Especie	Colector	No. de colecta	Localidad
<i>C. fistula</i>	G. Flores	S/N	Morelos: Municipio Cuernavaca. A 100 m de las Quintas, Av Díaz Ordaz.
<i>C. grandis</i>	O. Téllez	4871	Nicaragua: Playa Velero 60-70 Km NW de Managua, a 5 Km NW de Pto. Sandino.
<i>C. hintonii</i>	H. Ochoterena	45	Edo. de México: Municipio de Tejupilco. Rancho las Moras, 7 Km S de Tejupilco, 1 Km N de Cerro Gordo. Carretera Tejupilco Amatepec.

<i>C. hintonii</i>	<u>R. Hernández E.</u>	1	Edo. de México: Municipio de Tejupilco. A 8 Km al sur de Tejupilco, rumbo a Amatepec.
<i>C. hintonii</i>	<u>R. Hernández E.</u>	2	Michoacán: carretera Playa Azul, rumbo a Arteaga Km. 287; Alt. 660 msnm.
<i>C. hintonii</i>	<u>R. Hernández E.</u>	3	Michoacán: carretera Playa Azu, rumbo a Arteaga Km. 280.5
<i>C. moschata</i>	<u>R. Torres</u>	<u>13930</u>	Oaxaca: Distrito de Juchitán. El Barrio, recorrido de crucero a Lagunas, 8 km al S de Matías Romero.
<i>C. moschata</i>	<u>R. Torres</u>	<u>13933</u>	Oaxaca: Distrito de Juchitán. 10 Km al N de Matías Romero.
<i>C. moschata</i>	<u>R. Torres</u>	<u>13934</u>	Oaxaca: Distrito de Juchitán. 2 Km al N de Matías Romero. Carr. a Palomares

El material que se recolectó y determinó, se depositó en el en el Herbario Nacional (MEXU).

NÚMEROS CROMOSÓMICOS

Para la determinación del número cromosómico, las semillas se sometieron a escarificación y se remojaron durante 24 hrs; se colocaron en cajas de Petri que contenían

una capa de algodón y papel filtro, ambos empapados con agua destilada; posteriormente se colocaron en el horno a una temperatura de 30-31°C y en la oscuridad.

Una vez que germinaron y las raíces tenían entre 1 y 2 cm de largo, se cortaron y se procedió a pretratarlas en una solución 8-hidroxiquinoleína, a una concentración de 0.002 M durante 5 hrs, en oscuridad; después se lavaron con agua destilada para quitar los restos del mitostático y se fijaron en Farmer (alcohol etílico absoluto y ácido acético glacial 3:1), manteniéndose en refrigeración para posteriormente continuar con la técnica.

Las raíces fijadas se lavaron e hidrolizaron en HCl 1 N a 60°C por espacio de 12 minutos; después, fueron colocadas en colorante Feulgen (elaborado a base de fucsina básica, según García, 1977), durante 1 hora como mínimo.

Para la elaboración de preparaciones se cortó el meristemo apical y se le colocó en un portaobjetos con una gota de aceto-orceína al 1%. Se golpeó suavemente con un lápiz y se observó al microscopio, para la localización de las células con cromosomas en metafase.

Ya que los cromosomas se encontraban separados y bien teñidos, se procedió a preservar la preparación, haciéndola permanente por el método del hielo seco (Conger y Fairchild, 1953); el cual consistió en congelar el tejido, colocando sobre hielo seco la preparación durante 15-20 minutos. Después se separó el cubreobjetos del portaobjetos con un bisturí y se introdujeron ambos en alcohol etílico absoluto, se dejó secar, y se agregó posteriormente la resina, colocando el cubreobjetos en su lugar. Las preparaciones

permanentes se revisaron y los mejores campos fueron fotografiados con un microscopio Carl Zeiss equipado con una cámara Contax.

MORFOLOGÍA DE PLÁNTULAS Y EJEMPLARES DE HERBARIO (ADULTOS)

Las semillas ya germinadas, fueron trasladadas al invernadero para la obtención de plántulas; se hizo el registro de características morfológicas y tipos de germinación de cada una de las especies estudiadas. Se elaboraron cuadros comparativos. Las plántulas representativas fueron prensadas y depositadas junto a su ejemplar de respaldo, en el Herbario Nacional (MEXU).

También se revisaron ejemplares adultos en el herbario y se realizaron cuadros comparativos, esquemas y claves para su determinación.

MORFOLOGÍA DE SEMILLAS Y FRUTOS

Se hizo la revisión de los ejemplares colectados y los depositados en la colección de frutos y semillas, así como en los mismos ejemplares depositados en MEXU y se realizaron cuadros comparativos de las características morfológicas y de coloración. Se realizó el conteo de óvulos de *C. hintonii*, ya que no se conocían; para esto, los botones florales se colocaron en una caja de Petri y se observaron en el microscopio estereoscópico, se contaron los óvulos de al menos seis botones. También, se elaboraron dibujos de los frutos para cada una de las especies estudiadas. Para la definición de algunos términos referentes a la morfología se utilizó el glosario de Moreno (1984) y para los tipos de coloración, el diccionario de color de Maertz (1950).

RESULTADOS

Nomenclatura

Se encontró con un problema nomenclatural en el epíteto de la especie, *C. hintoni*, descrita por Sandwith (1936), ya que el autor escribió la terminación del apellido Hinton con una sola -i- y de acuerdo con el artículo 73 C, del Código de Nomenclatura Botánica (Greuter, 1988), si el nombre de una especie es dedicado a una persona y este termina en consonante (excepto er), los epítetos se forman con la agregación de -i- genitiva apropiada al sexo, si es masculino se agrega otra -i- (v.g., *Lecardii* por Leocard (m)) ya que la especie fue dedicada al famoso explorador George B. Hinton y dicho nombre termina en consonante se debe escribir con doble -i- *C. hintonii*.

Distribución y Fenología

La distribución de las especies de *Cassia* se concentra principalmente en el hemisferio sur; de las 15 especies que se reportan para el Nuevo Mundo; tres de ellas son ampliamente cultivadas y su origen es el Viejo Mundo; *C. fistula*, nativa de Asia, *C. javanica* de Malasia, Sumatra e Indonesia y *C. roxburghii*, de India y Sri Lanka.

En Sudamérica se encuentran once especies: *C. leiandra* localizada en la cuenca del Amazonas y oeste de Pará en Brasil; *C. spruceana* en Brasil y el este y centro de Ecuador; *C. swartzioides* y sus variedades localizadas en Brasil, noreste de Bolivia y Perú; *C. cowanii* en sureste de Brasil, Ecuador, noreste de Perú, Surinam y Venezuela; *C. rubriflora* conocida

solamente en la zona media y baja de la cuenca del Amazonas y oeste de Pará, Brasil; *C. ferruginea* en Brasil; *C. fastuosa* en Brasil y la Guyana Francesa; *C. leptophylla* en Brasil y *C. midas* localizada en Bolivia, Brasil y Perú. Las dos últimas especies tienen amplia distribución en México, Antillas, Centro y Sudamérica: *C. grandis* localizada en México (Michoacán, Antonio, (1987), Guerrero, Bravo H. 3536, Chiapas y Tabasco), Nicaragua, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil y Cuba; *C. moschata* distribuida en México (Oaxaca, Chiapas y Tabasco), es aparentemente nativa de Guatemala (Irwin y Barneby, 1982), Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Brasil y Cuba. Como se puede observar en la fig. 2, las especies *C. moschata* y *C. grandis* ocurren juntas en varios países, presentando una distribución muy similar en varias localidades; de México, en los estados de Tabasco y Chiapas. Como posible consecuencia de este ^{Tuxtla}sobrelapamiento se han registrado híbridos entre ambas especies. Estas poblaciones fueron descritas por Standley (1916), como una nueva especie de Panamá y Cuba: *C. regia*, estableciéndose como híbrido, propiamente dicho, por Irwin y Barneby (1982), *Cassia x regia*.

Contrastantemente, *C. hintonii* rompe con esta distribución austral y restringe su distribución a México. Endémica del país, se encuentra localizada en los estados de México, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero (fig. 2). Esta especie crece aislada de las otras, excepto quizás por la presencia de cultivos de *C. fistula* y *C. grandis*, en el estado de Guerrero y Michoacán.

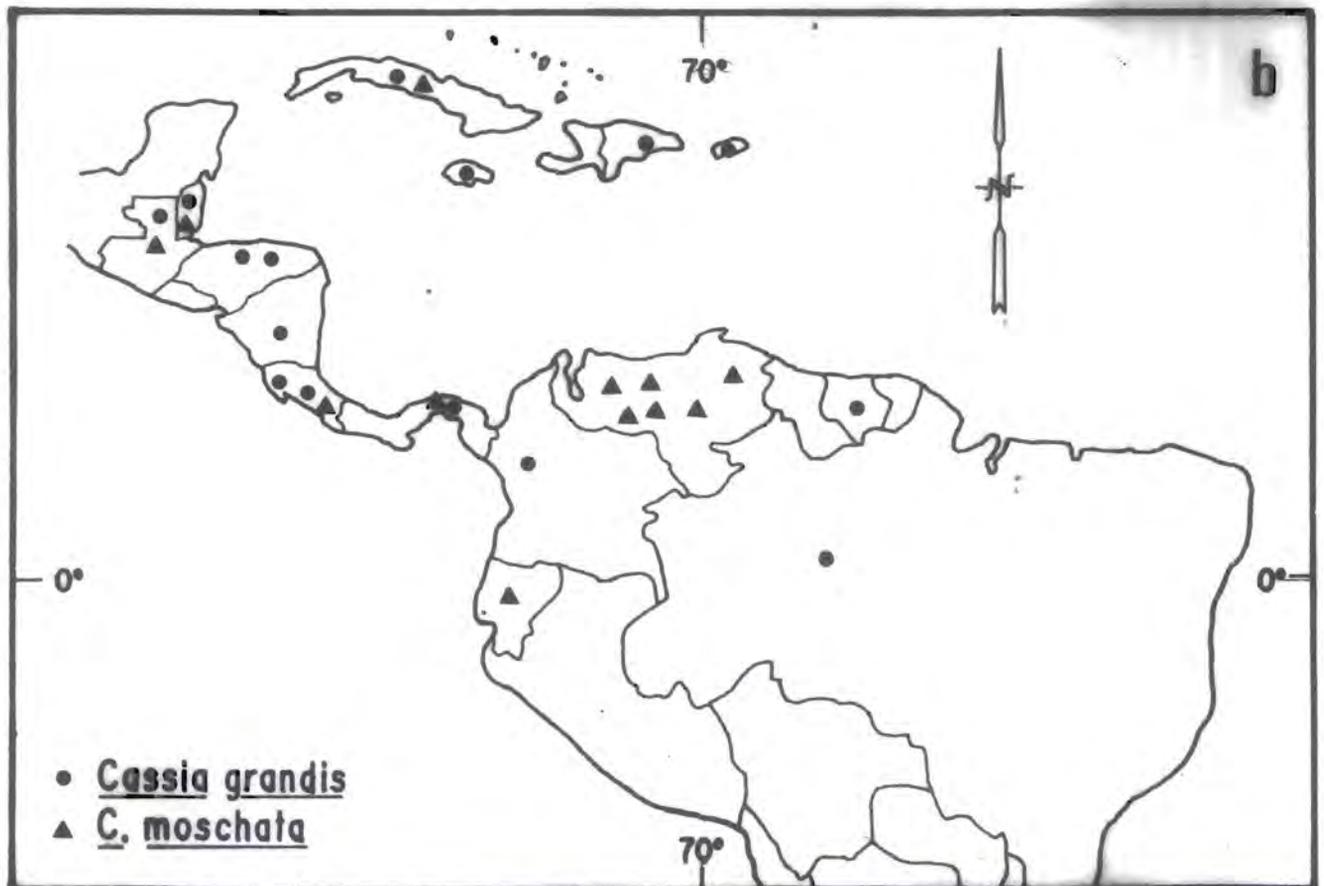
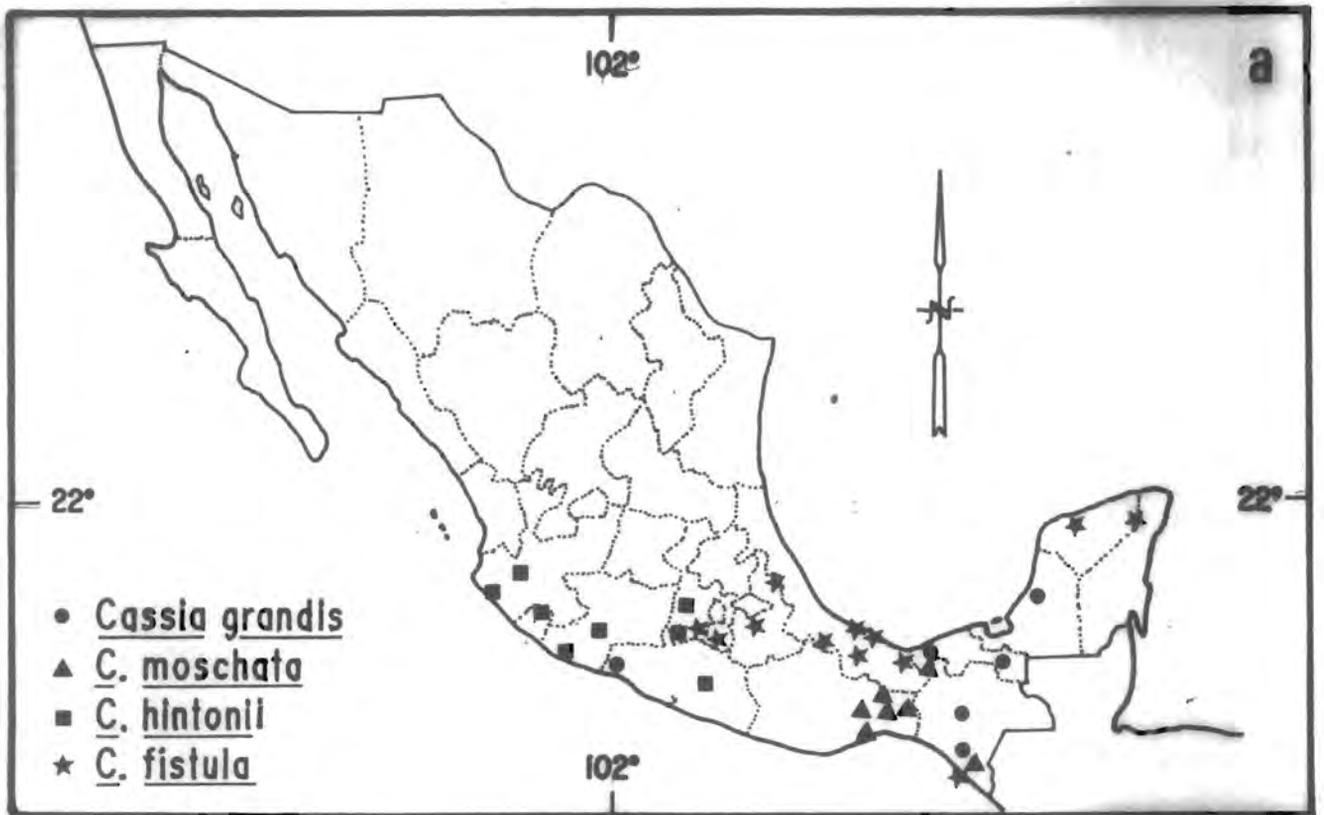


Figura 2. a) Mapa de distribución de las 4 especies estudiadas del género *Cassia* en México: *C. grandis*, *C. moschata*, *C. hintonii*, *C. fistula* y b) distribución de las especies, *C. grandis* y *C. moschata* en Centro, Sudamérica y las Antillas; basado en etiquetas de herbario MEXU.

El hábitat donde crecen las poblaciones de la especie *C. hintonii* se encuentra principalmente en comunidades de bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, contrastando nuevamente con aquellas comunidades de ambientes tropicales húmedos, donde crecen las poblaciones de *C. grandis* y *C. moschata*. Cabe aclarar, que *C. fistula*, puede ocurrir como cultivada en ambientes cálidos, húmedos y secos, como lo atestiguan los ejemplares de herbario existentes.

En cuanto a la fenología presentada por las especies, en la fig. 3 se puede observar el periodo de floración de, *C. grandis* que es de febrero-abril, de *C. moschata* de marzo-abril, de *C. hintonii* es marzo-mayo y *C. fistula* de abril-julio. Al parecer, las cuatro especies concentran su floración en los primeros meses del año, detectándose quizás, un leve desfaseamiento en sus picos de floración, no lo suficientemente definido para ser considerado como argumento de un aislamiento estacional. También, en la fig. 3 se puede apreciar la presencia de flores y de frutos maduros en el mismo mes o dos meses después, esto no indica que la maduración de los frutos sea muy rápida; ya que estos son extremadamente grandes y gruesos, tal es el caso de *C. grandis*, o extremadamente largos y papiráceos, como el de *C. hintonii*, en los cuales el proceso de maduración es lento (a lo largo de un año); de tal forma que, en realidad los frutos representados en la época de floración, pertenecen a la floración anterior.

Figura 3. CUADRO DE FENOLOGÍA: Floración y fructificación de las especies de *Cassia*: *C. grandis*, *C. moschata*, *C. hintonii* y *C. fistula*. **** = FLOR y @@@@= FRUTO, en base a etiquetas de herbario MEXU.

ESPECIES	<i>C. grandis</i>	<i>C. moschata</i>	<i>C. hintonii</i>	<i>C. fistula</i>
ENERO			@@@@	
FEBRERO	****			
MARZO	****	*****@@@@@@	*****@@@@@@	
ABRIL	*****	*****@@@@@@ @@@		****
MAYO			*****	*****
JUNIO	@@@@@@@@@@@@	@@@@@@@@@@@@		****@@@@
JULIO	@@	@@@@@@@		****@@@@@@
AGOSTO				
SEPTIEMBRE				
OCTUBRE				@@@@
NOVIEMBRE			@@@@@@@	@@@@@@@
DICIEMBRE		@@@@@@@@@@@	@@@@@@@@@@@	

ESTUDIOS REALIZADOS CON PLÁNTULAS, IMPORTANCIA TAXONÓMICA.

En los primeros estudios de plántulas en Leguminosas de Candolle (1825) hizo distinción entre aquellas especies que presentaban cotiledones foliares ("phyllobées") y aquellas que contaban con cotiledones de almacenamiento ("sarcobées"), de esta manera implementó una incipiente clasificación.

A principios del siglo xx se desarrolló el interés en el estudio de la morfología y anatomía de formas juveniles ya que brindan cuantificable información filogenética. Compton (1912) estudia la estructura de las plántulas en un considerable número de

Leguminosas, proporcionando razonamientos evolutivos. Pero, no es hasta, que Léonard (1957) en su trabajo de las Caesalpinoideae africanas, demuestra la importancia de las plántulas en la Sistemática. En este trabajo el autor reorganiza la Tribu Detarieae (Cynometreae) y propone las siguientes hipótesis:

a) el establecimiento de sinonimias entre los géneros, de acuerdo a los datos morfológicos, puede mostrarse con la similitud de sus plántulas, b) la división de un género heterógeno, en varios géneros, de acuerdo a sus características morfológicas, puede ser posible por la existencia de tipos particulares de plántulas, para cada uno de ellos, c) la existencia de varios tipos de plántulas en un género puede indicar una heterogeneidad genérica, que puede ser comprobada con otros datos morfológicos.

Duke (1965) propone dos términos que pueden ser utilizados para la clasificación de plántulas, el término criptocotilar para los cotiledones que retienen la testa después de la germinación y fanerocotilar para cuando estos salen de la testa.

Smith (1983) estudia la anatomía de cerca de 900 especies de Leguminosas, reconoce cuatro tipos de cotiledones: a) foliar delgado, b) intermedio (comparte características de cotiledones foliares y de almacenamiento), c) de almacenamiento, que es grueso y d) otra cuarta forma que no se ajusta a ninguno de los tipos mencionados y que no se ha encontrado en Caesalpinoideae.

De las observaciones realizadas en plántulas se obtuvieron los siguientes resultados (figura 4):

Figura 4. CARACTERÍSTICAS DE PLÁNTULAS: GERMINACIÓN: E= Epigea, G=Geo, cr=criptocotilar; **COTILEDONES:** I= Intermedios, F=Foliáceos, at=antrorsos, rt=retrorsos; **HOJAS:** P= Paripinadas, sa=subalternas, a=alternas, o=opuestas; **FOLIOLOS:** o=opuestos, so=subopuestos, a=alternos; **APICE:** M=mucronado, R= redondeado, A=acuminado; **ESTIPULAS:** v=verdes, r=rojizas; basado en plántulas del invernadero.

ESPECIE	CG	CM	CH	CF
GERMINACIÓN	E cr	E cr	G cr	E cr
COTILEDONES	I at	F rt	F at	F rt
HOJAS	P sa	P sa	P a	P o
foliolo	o	o so	o a	o
ápice	M	R	R	A
estípulas	r	v	vr	v

El tipo de germinación de la especie *C. hintonii* es diferente ya que el tipo de germinación que presenta es geo (cotiledones sobre la superficie del suelo), mientras que las especies *C. grandis*, *C. moschata* y *C. fistula* la germinación que presentan es epígea (cotiledones arriba de la superficie del suelo); los cotiledones de las especies estudiadas son foliáceos (delgados), excepto en *C. grandis* que por ser más voluminosos a comparación de las otras especies, se le denominó del tipo intermedio. Según la orientación de los cotiledones podemos formar dos grupos: a) los que presentan los cotiledones doblados hacia atrás (retrorsos o reflexos), *C. moschata* y *C. fistula* y b) los que presentan los cotiledones dirigidos hacia arriba (antrorso), *C. grandis* y *C. hintonii*. Todas las especies estudiadas presentan cotiledones del tipo criptocotilar. También, todas las especies presentan hojas paripinnadas y estas pueden ser de tres tipos, a) alternas en la especie endémica, con folíolos

opuestos y alternos, b) opuestas con folíolos opuestos en *C. fistula* y c) subalternas con folíolos de subopuestos a opuestos en *C. grandis* y *C. moschata*, el color que presentan las estípulas de *C. grandis* es un rojo muy intenso, contrario al que se presenta en las otras tres especies, éstas presentan una coloración de verde-rojiza a verde, además de la coloración de las estípulas, existe otra característica que distingue a *C. grandis* de las otras especies y es la presencia de un mucrón (proyección formada por una extensión del nervio medio) en el ápice de los folíolos.

MORFOLOGÍA VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA. IMPORTANCIA TAXONÓMICA.

El estudio de la morfología en los diferentes grupos de plantas, ha sido y sigue siendo la columna vertebral en que se basa la mejor clasificación.

En las fig. 5 y 6, se resumen las características morfológicas de las cuatro especies; las hojas de las cuatro especies son paripinnadas, los folíolos son opuestos en *C. grandis* y *C. hintonii*, opuestos o subopuestos en *C. fistula* y alternos en *C. moschata*, los folíolos de *C. fistula* son lanceolados y las otras especies presentan folíolos elípticos. La especie *C. fistula* presenta los folíolos más grandes (4-14 cm) y *C. hintonii* los más pequeños (1.5-3.5 cm), la forma del ápice en *C. grandis* es mucronado, en *C. moschata* y *C. hintonii*, redondeado y *C. fistula* presenta el ápice acuminado; el tipo de indumento que presentan los folíolos de *C. fistula* y *C. moschata*, en el haz y el envés, es del tipo estrigoso (tricomas

adpresos, rectos, generalmente con la base redondeada), mientras que en *C. hintonii*, es viloso (tricomas largos y suaves) y en *C. grandis* el envés, es afelpado (con pelos largos que forman una mata densa, como de fieltro) y el haz estrigoso. El tamaño del peciolo es mayor en *C. fistula* (3.4-7.5 cm), mientras que el de menor tamaño es el de *C. grandis*, con una longitud de (0.8-1.5 cm).

Figura 5. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA PARTE VEGETATIVA: HOJAS: Pa=paripinnadas; FOLIOLOS: E=elípticos, L=lanceolados, o=opuestos, a=alternos, so=subopuestos; APICE: Mc=mucronado, Re=redondeado, Ac=acuminado; HAZ: Es=estrigoso, Vi=viloso; envés: Af=afelpado, Es=estrigoso, Vi= viloso, en base a ejemplares de herbario.

ESPECIE	CG	CM	CH	CF
HOJAS	Pa	Pa	Pa	Pa
foliolo	E o	E a	E o	L so
tamaño(cm)	3.3- 5.5	2.5-6	1.5-3.5	4-14
ápice		Re	Re	Ac
haz	Es	Es	Vi	Es
envés	Af	Es	Vi	Es

Dentro de la morfología reproductiva podemos destacar que, los sépalos en *C. grandis* son tomentosos (pelos largos y muy entrecruzados) y en las otras especies, el indumento es del tipo estrigoso (tricomas rectos, adpresos y agudos con la base redondeada). El color es muy variable en *C. grandis* va de verde pálido a rosa, en *C. moschata* rojo vino, *C. hintonii* verde-amarillento y *C. fistula* pardo-rojizo. En cuanto a su dimensiones son de mayor tamaño en *C. fistula* (0.6-1.1 cm) y los más pequeños se presentan en *C. moschata* (0.3-0.45 cm). Las inflorescencias de *C. fistula*, *C. hintonii* y *C. moschata* son péndulas,

mientras que las de *C. grandis* son ascendentes; los pétalos generalmente son de color amarillo, aunque en *C. grandis* es rosa; presentan una callosidad en la base, en *C. hintonii* y *C. fistula* los pétalos son retrorsos (doblados abruptamente hacia atrás), y en *C. grandis* y *C. moschata* son antrorsos (doblados hacia adelante); en cuanto al tamaño los más grandes son los de *C. fistula* (2-2.8 cm) y los de menor tamaño de *C. grandis* (0.7-0.9 cm). *C. moschata* es la única especie que tiene anteras glabras y apiculadas, *C. grandis* y *C. hintonii* presentan anteras vilosas (con tricomas largos y suaves, curvados pero no afelpados) y *C. fistula* estrigosas, el filamento es glabro en todas las especies. El gineceo de *C. grandis* es velutino (cubierto por tricomas densos, largos, suaves y rectos, como el terciopelo), en *C. moschata* y *C. fistula* es estrigoso y en *C. hintonii* es tomentoso, el estipe más grande es el de *C. grandis* (0.8-1 cm) y el de menor tamaño es el de *C. hintonii*, (0.2-0.4 cm). El número de óvulos en *C. hintonii* es menor (70-80) y la especie que presenta mayor cantidad de óvulos es *C. fistula* (80-150).

Figura 6. CARACTERÍSTICAS DE LA PARTE REPRODUCTIVA: Sépalos: Tm=tomentosos, Es=estrigosos, vp=verde pálido- rs= rosa, rv=rojo vino, v-a= verde amarillento, cf-v= pardo-verde, rt=retorsos en antesis; **Pétalos:** rs= rosas, am-rj= amarillo con venación rojiza, am= amarillos, an=antrorsos, rt= retrorsos, ca= callosidad en la base del pétalo; **Anteras:** Vi= Vilosas, G= glabras, ap=apiculadas, Es=estrigosas; **Gineceo,** Ve= Velutino, Es= Estrigoso, Tm= Tomentoso (Modificadas de Irwin y Barneby, 1982).

ESPECIES	CG	CM	CH	CF
SÉPALOS	Tm vp-rs rt	Es rv rt	Es v-a rt	Es cf-v rt
tamaño(cm)	0.5-0.8	0.3-0.45	1-1.4	0.6-1.1
PÉTALOS	rs an ca	am-rj an	am rt	am rt
tamaño(cm)	0.7-0.9	0.9-1.8	0.8-2.5	2- 2.8
ANTERAS	Vi	G ap	Vi	Es
filamento	G	G	G	G
GINECEO	Ve	Es	Tm	Es
estípite(cm)	0.8-1.0	0.3-0.5	0.2-0.4	0.5-0.9
óvulos No.	74-98	79-109	70-80	80-150

ESTUDIOS REALIZADOS EN FRUTOS. IMPORTANCIA TAXONÓMICA.

Dudik (1981) propone que para la clasificación del fruto se considere el tipo de dehiscencia, la adherencia de las semillas al pericarpo, el número de semillas, el desarrollo de septos y la consistencia del pericarpo. Watson (1981) indica que el tipo común de fruto en Caesalpinioideae es comprimido más o menos linear con valvas delgadas o muy gruesas y leñosas. Los frutos indehiscentes son más frecuentes entre las formas arborescentes.

Janzen (1981) realiza estudios sobre las defensas utilizadas por las plantas contra los herbívoros, dando algunos ejemplos, tal es el caso de *C. grandis*, donde el fruto inmaduro

es tóxico, pero al madurar es comestible; el pericarpo que presenta este fruto es muy grueso y bastante resistente, por lo que plantea la hipótesis de que, las semillas en el pasado fueron dispersadas probablemente por mastodontes.

En la fig. 7 realizada en este estudio, se destaca las diferencias que se presentan en el fruto; generalmente los frutos son cilíndricos, pero los de *C. grandis* se encuentran comprimidos lateralmente y con suturas muy prominentes, además de que la venación es muy conspicua (fig. 9 A), estas suturas en las otras especies son visibles, pero se encuentran inmersas y no se observa la venación (fig. 10, 11 y 12 A); el tamaño de los frutos varía de 35-50 cm en *C. moschata*, 30-60 cm en *C. grandis* y *C. fistula*, 35-75 cm en *C. hintonii*, la consistencia de las valvas es leñosa, con excepción de *C. hintonii* donde se presenta de consistencia papirácea; los frutos de *C. grandis* y de *C. fistula* son glabrescentes (que tiende a quedar glabro), el fruto de *C. moschata* es pubescente (pelos simples delgados y rectos) y el de *C. hintonii* es muy piloso (con tricomas suaves y largos), en *C. grandis* y *C. moschata* la coloración es pardo claro, en *C. moschata*, pardo bronce y en *C. hintonii*, verde olivo y en general para todas las especies la cavidad del fruto se encuentra dividida por septos completos y la distancia interocular constante, con excepción de *C. hintonii*, donde el fruto está dividido por septos incompletos y la distancia interocular es variable; todos los frutos presentan pulpa.

Figura 7. CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO: FORMA: Ci=Cilíndrica, cl=comprimido lateralmente, suturas: pr=Prominentes, in=inmersas; PERICARPO: Lñ=Leñoso, v=venación, Pap=papiráceo; EXOCARPO: G=Glabrescente, Pb=Pubescente, Pl=Piloso, **= muy, cc=pardo-claro, cb=pardo-bronce, vo=verde olivo; SEPTOS: Lñ=leñosos, Ct=cartáceos, Pap=Papiráceos, cmp=completos, in=incompletos; LOCULOS: Va=variables; PULPA:Presente; (Modificados de Irwin y Barneby, 1982).

ESPECIE	CG	CM	CH	CF
FORMA	Ci, cl, pr	Ci, in	Ci, in	Ci, in
LARGO (mm)	30-60	35-50	35-75	30-60
ANCHO (mm)	3.6-3.5	1.2-1.7	1-1.3	1.5-2.3
PERICARPO	Lñ, v	Lñ	Pap	Lñ
EXOCARPO	G, cc, p	Pb, cb	Pl, **vo	G, cc
SEPTOS	Lñ, cmp	Ct, cmp	Pap, in	Ct, cmp
LOCULOS (mm)	7-8	3.5-4.5	Va **	5
PULPA	Pr	Pr	Pr	Pr

ESTUDIOS REALIZADOS CON SEMILLAS. IMPORTANCIA TAXONÓMICA.

Las características de las semillas siempre han sido utilizadas en la clasificación de las Leguminosas, de Candolle (1825) divide a las Leguminosas, en aquellas que presentan un eje embrionario curvado ("Curvembriae") y las que presentan el eje embrionario recto ("Rectembriae").

Isely (1955) describe a las semillas en el género *Cassia* como provenientes de óvulos anátropos, con el embrión presentando cotiledones largos, el eje radícula-hipocótilo es corto y recto, el hilo es adyacente al extremo de la radícula, el endospermo es abundante, corneo y translucido, usualmente excediendo en grosor a los cotiledones. La forma de la semilla esta

en función del embrión y se encuentra cubierta con una capa dura (testa), de color oscuro brillante.

Smith (1981) indica que las especies de *Cassia* presentan abundante endospermo, a este respecto, Gunn (1991) indica, que filogenéticamente las semillas más primitivas son las que contienen una mayor cantidad de endospermo.

Lasseigne (1979) realiza estudios sobre la morfología externa de las semillas del género *Cassia sens. lat.* Este autor determina las características para la Sección *Cassia* ejemplificada por *C. fistula*, *C. moschata*, *C. javanica*, indicando que las semillas de estas especies son relativamente grandes y aplanadas dorsiventralmente.

En la (fig. 8) realizada en este estudio se observa que, la posición de las semillas en el fruto es transversal en las especies: *C. grandis*, *C. moschata* y *C. fistula*, (fig. 9, 10 y 12 B), con excepción de *C. hintonii*, donde las semillas se encuentran en posición longitudinal (fig. 11 B); además de que, las semillas de *C. hintonii* se encuentran lateralmente comprimidas y presentan una mancha (mácula) en la parte media de color más oscuro que el resto de la semilla (fig. 11 C.), en las otras especies la coloración es uniforme. El tamaño de la semilla de *C. grandis* es de $1.4 - 1.6$ x $0.7 - 1.0$ cm, siendo la más grande y ancha y en cambio, las más pequeñas son las de *C. moschata* ($0.6 - 0.75$ x $0.4 - 0.5$ cm), la testa es opaca en *C. grandis* y en las otras especies es brillante; la posición del hilo es basal, con excepción de *C. hintonii*, que presenta el hilo en posición sub-basal (fig. 11 C). El eje embrionario es recto, con excepción de *C. hintonii*, donde este, se encuentra un poco inclinado; Gunn (1983) indica

que el 98% de las Caesalpinioideae tienen un eje embrionario recto, el endospermo es abundante en todas las especies.

Figura 8. CARACTERÍSTICAS DE LAS SEMILLAS: POSICIÓN: Tr=transversal, Lg=longitudinal; **FORMA:** El=Elíptica, Ob=Obovada, Obl=Oblonga, Lcm=lateralmente comprimida; **TESTA:** Lop=Lisa opaca, Lbr=Lisa-brillante; uni=unicromática, dic=dicromática; ra=rosa ámbar, ma+c=mango cocoa, me=melocotón; **POSICIÓN DEL HILO:** bas=basal, sbas=sub-basal; **ENDOSPERMO:** Pr=Presente, ab= Abundante; **EJE EMBRIONARIO=** Rc=Recto, In=inclinado; (Modificado de Irwin y Barneby, 1982).

ESPECIE	CG	CM	CH	CF
POSICIÓN	Tr	Tr	Lg	Tr
LARGO (cm)	1.4- 1.6	0.6-0.75	0.7-0.9	0.68- 0.75
ANCHO (cm)	0.9-1.0	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7
GROSOR(cm)	0.33	0.2-0.3	0.32	0.25-0.3
FORMA	El	Ob	Ob Lc	Obl
TESTA	L, op	L, br	L, br	L, br
COLOR	uni, ra	uni, a	dic, ma+c	uni, me
HILO	bas	bas	sbal	bas
ENDOSPERMO	Pr, ab	Pr, ab	Pr, ab	Pr, ab
EJE EMBRIONARIO	Rc	Rc	In	Rc
No. de SEMILLAS	40-45	25-30	37-40	40-45



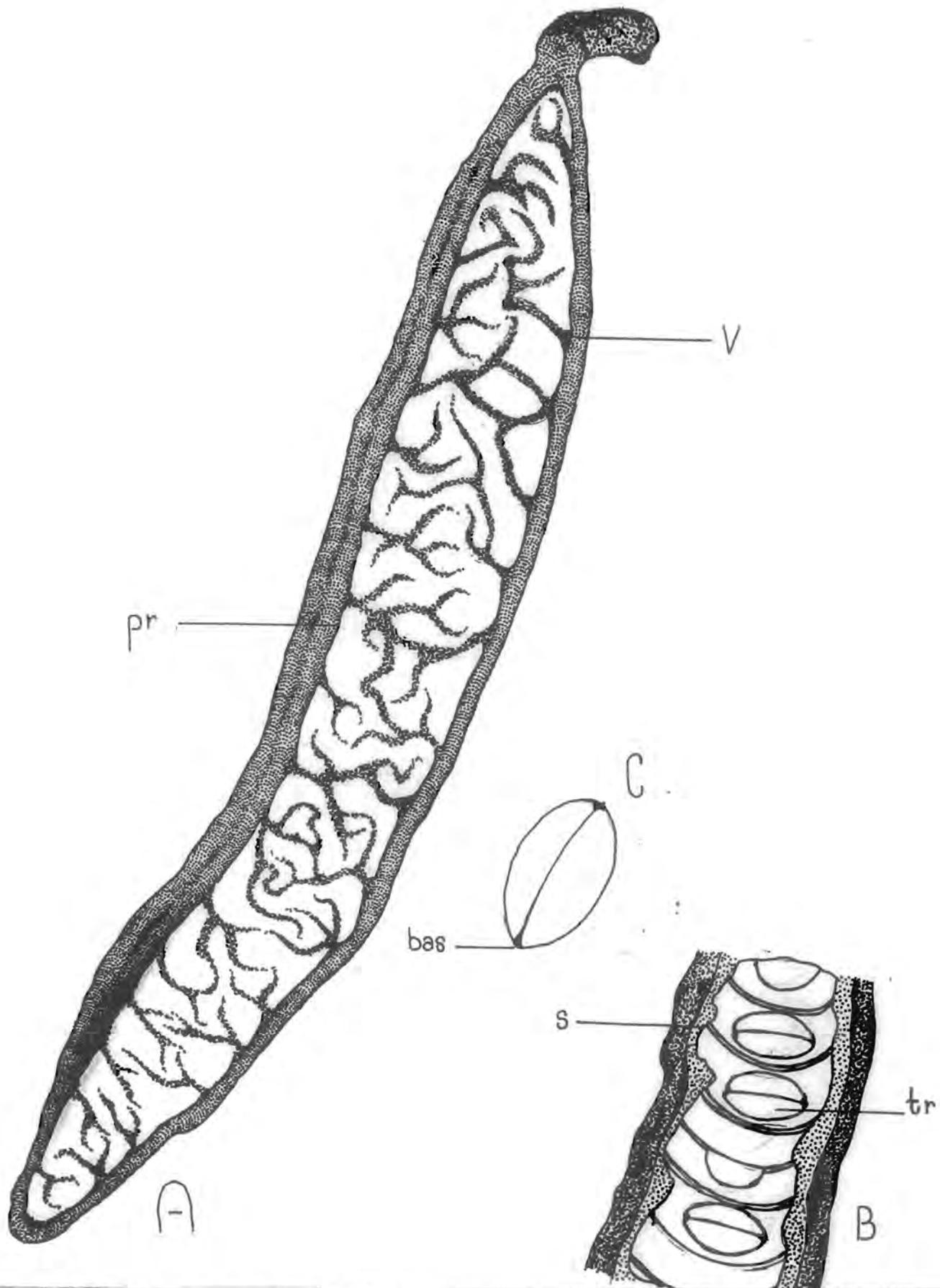


Figura 9. *Cassia grandis*. (A) Fruto (x0.5), glabrescente con suturas prominentes (pr) y venación muy conspicua (v); (B) Fruto, corte longitudinal, septos leñosos y completos (s), semillas en posición transversal (tr); (C) Semilla (x2), posición del hilo basal (bas).

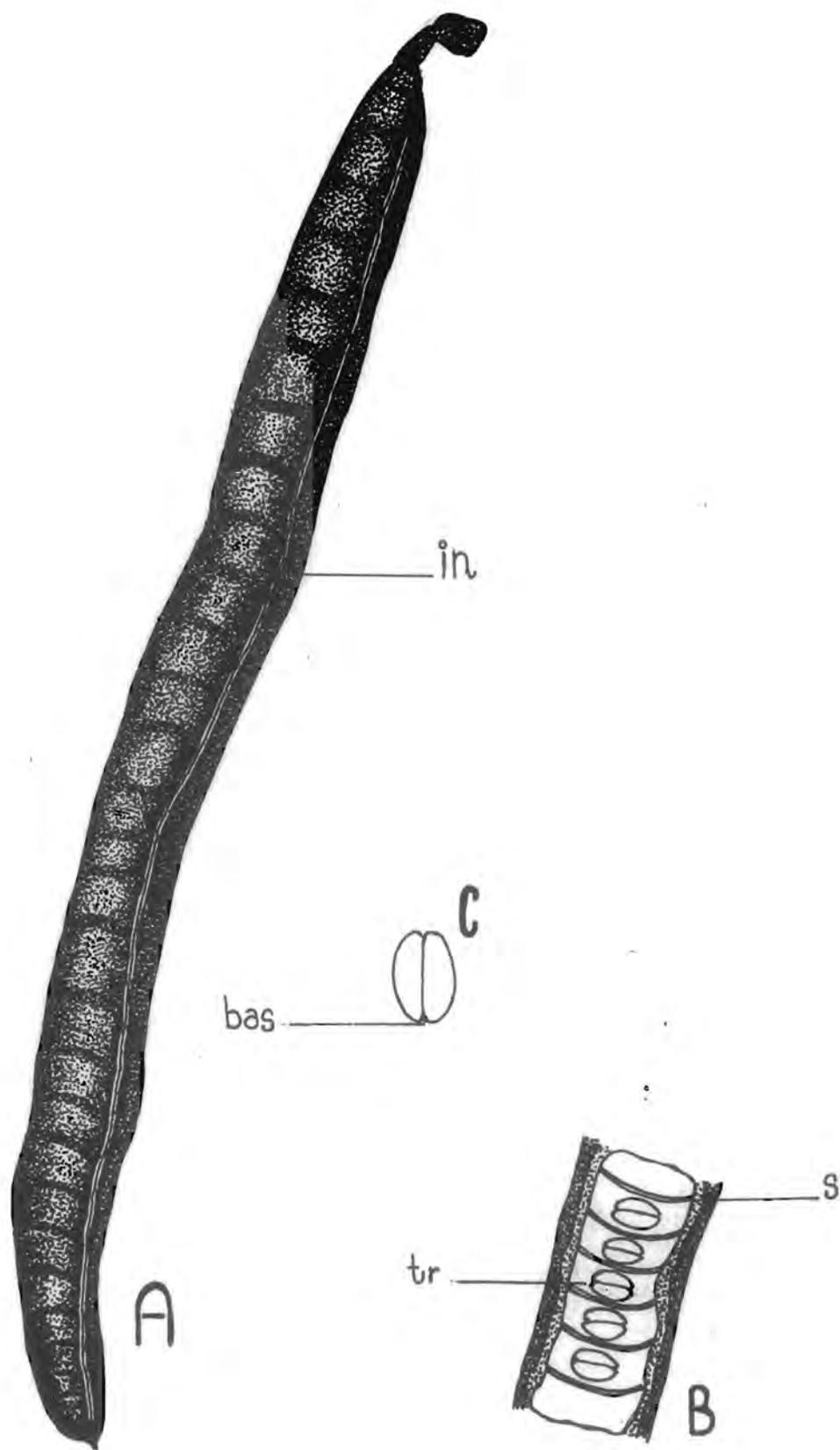


Figura 10. *Cassia moschata*. (A) Fruto (x0.5) pubescente con suturas inmersas (in); (B) Fruto, corte longitudinal, septos cartáceos y completos (s), semilla en posición transversal (tr); (C) Semilla (x2), posición del hilo basal (bas).

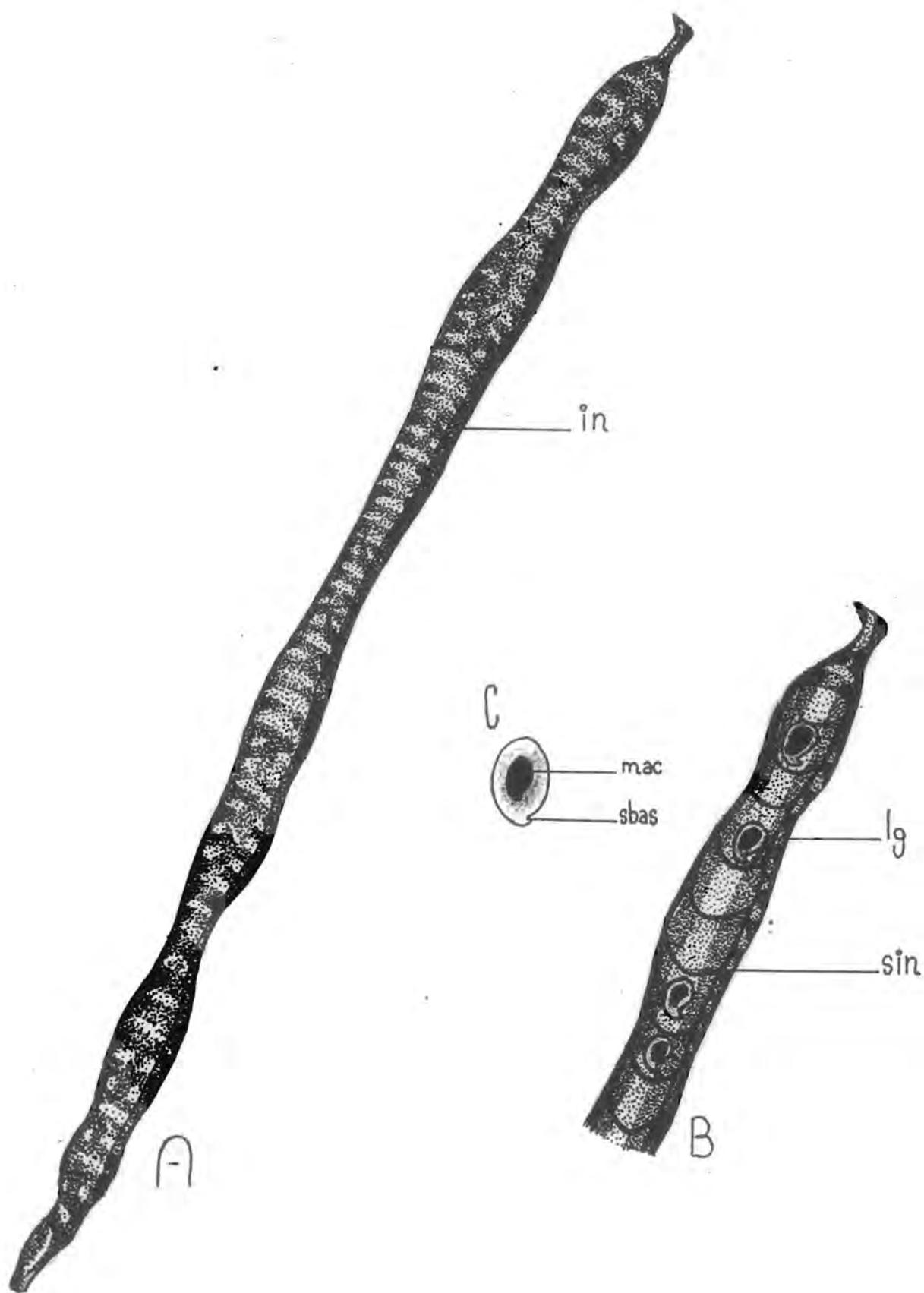


Figura 11. *Cassia hintonii*. (A) Fruto (x0.3) muy piloso con suturas inmersas (in); (B) Fruto, corte longitudinal, septos incompletos y papiráceos (sin), posición de la semilla longitudinal (lg); (C) Semilla (x2), posición del hilo sub-basal (sbas), mácula (mac).

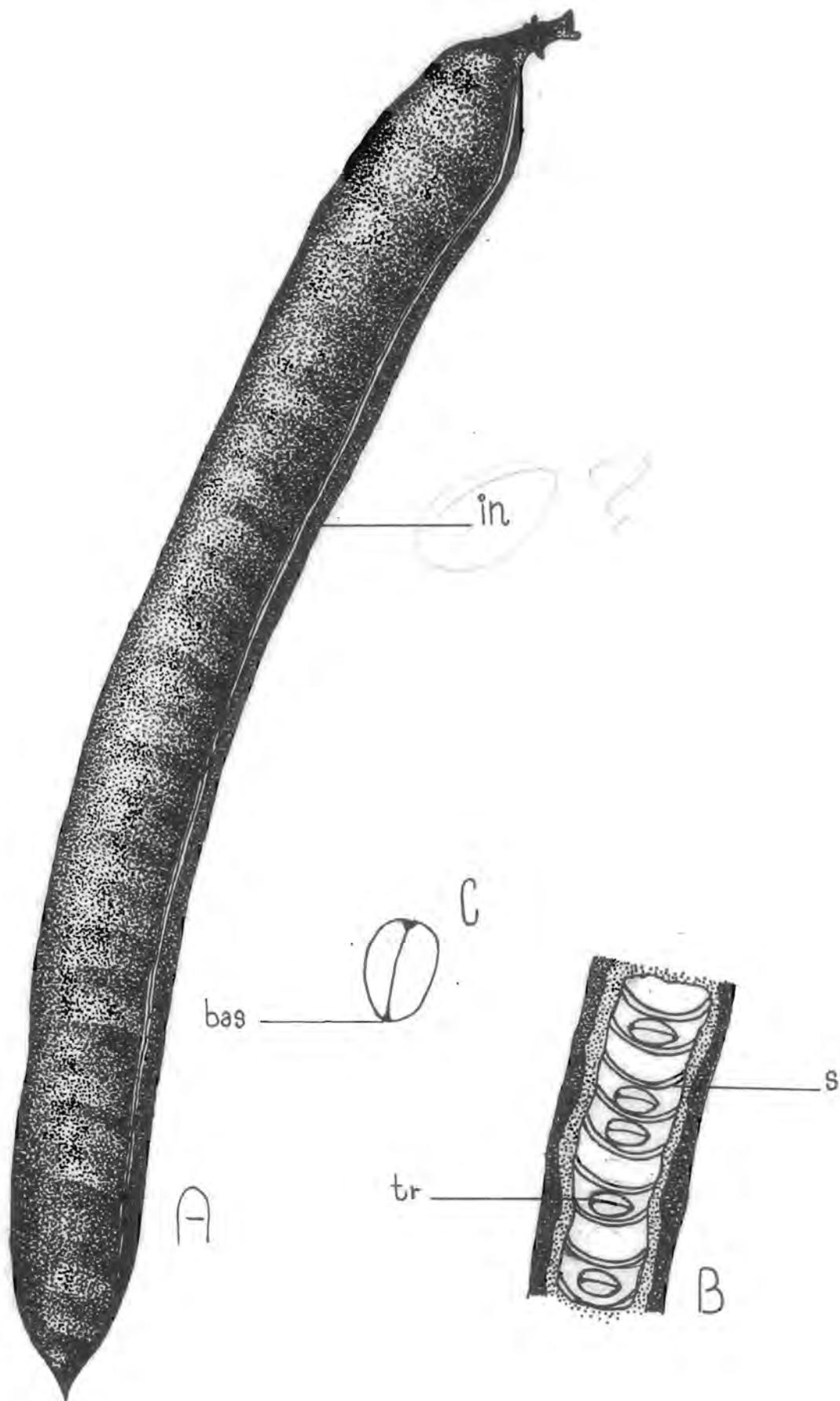


Figura 12. *C. fistula*: (A) Fruto (x0.5) glabrescente con suturas inmersas, (B) Fruto, corte longitudinal, septos completos y cartáceos (s), posición transversal (tr); (C) Semilla (x2), posición del hilo basal (bas).

Depredación de las semillas

Dado que muchos de los frutos y semillas, colectados estaban dañados por brúquidos, se revisó la bibliografía para encontrar antecedentes.

Johnson (1981) reporta una coevolución depredador-presa entre brúquidos y semillas en plantas de la familia Leguminosae y la especificidad de brúquidos en ciertos grupos de Leguminosae. De acuerdo con Johnson (1970) aproximadamente 84% de los brúquidos conocidos son hospederos de las Leguminosae, un 4.5% de Palmae, 4.5% en Convolvulaceae, 2% en Malvaceae y el otro 5% se reparte en otras 28 familias; en muchas ocasiones los parásitos muestran tal especificidad que pueden ser utilizados para reconocer la planta que parasitan.

Janzen (1971) observó que las semillas de *C. grandis* son depredadas por larvas de brúquidos y estos son: *Pygiopachymerus lineola* (Chevrolat), *P. theresae* (Kingsolver) aparentemente específico, *Zabrotes interstitialis* (Chevrolat) y rara vez por *Acanthoscelides muricatus* (Sharp). Las semillas pueden ser atacadas además por larvas de Lepidopteros.

La forma de actuar de los brúquidos *P. lineola* y *Z. interstitialis* es característica, *P. lineola* deposita sus huevecillos a lo largo del fruto, el primer estadio larvario barrena las semillas y los adultos emergen por grandes agujeros al cortar la pared del fruto, sus larvas consumen la pulpa alrededor de la semilla, simultáneamente los adultos de *Z. interstitialis* entran por los agujeros que han dejado los adultos de *P. lineola* y depositan sus huevecillos

directamente en las semillas. Los Lepidópteros, también entran al fruto por los agujeros hechos por los adultos de *P. lineola*, y ahí depositan sus huevecillos sobre las semillas.

La estrategia que sigue *C. grandis* es la llamada depredación-saciedad (Janzen, 1971), que consiste en la maduración de mayor cantidad de óvulos para producir más semillas por fruto, para que de esta manera algunas de las semillas puedan sobrevivir al ataque de los brúquidos. Un árbol de *C. grandis*, produce un promedio de 300 frutos, aunque en una cosecha excepcionalmente buena, algunos árboles llegan a producir 700 frutos y cada fruto contiene comunmente entre 40 y 55 semillas. *C. grandis* podrá escapar de la depredación realizada por *Z. interstitialis* si los frutos fueran dispersados rápidamente, pero esto es difícil ya que éstos son masivos y bastante gruesos, por lo que el porcentaje de depredación es alto.

El brúquido, *P. lineola*, se ha encontrado también como hospedero de *C. fistula* y *C. javanica*; no así para *C. hintonii* donde los brúquidos encontrados fueron identificados por el Dr. J. Kingsolver (Instituto Smithsonian) como individuos de la especie *Amblycerus epsilon*; también reportado para *Senna emarginata*.

CLAVE

Como resultado del presente análisis se elaboró la siguiente clave artificial para la separación de las especies de *Cassia*.

Clave elaborada para las especies del género *Cassia* en México.

Parte vegetativa y reproductiva

- 1a. Folíolos elípticos, de 1.5-6 cm de longitud (2a) ✓
- 1b. Folíolos lanceolados, de 3.5-14 cm de longitud (6a) ✓
- 2a. Sépalos estrigosos, folíolos sin mucron en el ápice (3a) ✓
- 2b. Sépalos tomentosos, folíolos con mucron *C. grandis* ✓
- 3a. Pétalos amarillos (4a) ✓
- 3b. Pétalos amarillos o rosas (4b) ✓
- 4a. Pétalos en antesis retrorsos, de 0.8-2.5 cm de longitud *C. hintonii* ✓
- 4b. Pétalos en antesis retrorsos de 0.7-1.8 cm de longitud (5a) ✓
- 5a. Pétalos amarillos, anteras glabras y apiculadas *C. moschata* ✓
- 5b. Pétalos rosas, anteras vilosas *C. grandis* ✓
- 6a. Pétalos rosas (retrorsos) (7a) ✓
- 6b. Pétalos amarillos (retrorsos) (7b) ✓
- 7a. Androceo con filamento gradualmente dilatado formando un nódulo subgloboso
..... *C. javanica*
- 7b. Androceo con filamento sin dilatación *C. fistula* ✓

Fruto y semilla

- 1a. Fruto leñoso (2a)
- 1b. Fruto papiráceo (4a)
- 2a. Frutos con suturas inmersas (3a)
- 2b. Frutos con suturas prominentes *C. grandis*
- 3a. Semillas envueltas en una pulpa (4a)
- 3b. Semillas envueltas en un disco subero *C. javanica*
- 4a. Semillas en posición transversal (5a)
- 4b. Semilla en posición longitudinal *C. hintonii*
- 5a. Exocarpo pubescente *C. moschata*
- 5b. Exocarpo glabrescente *C. fistula*

LA IMPORTANCIA TAXONÓMICA DE CARACTÉRES GENÓMICOS.

La estructura del ADN es única y contiene información genética que determina, junto con el ambiente, las características fenotípicas de los organismos, a la asociación de este material genético en filamentos enrollados en forma de espiral se les denomina cromosomas. Las funciones que realizan los cromosomas son las de almacenamiento, replicación y transmisión de la información genética (Stebbins, 1971). Los cromosomas previamente duplicados, se dividen, durante el proceso de la división celular; la división de una célula somática en dos células hijas se efectúa por un proceso llamado mitosis, que consiste en la

división del material genético (previamente duplicado), dando como resultado dos células idénticas con un complemento cromosómico de $2n$. El proceso específico de división celular, denominado meiosis, se lleva a cabo en las células que darán origen a los gametos y consiste en dos divisiones sucesivas, dando como resultado, la reducción del número cromosómico a la mitad n .

En las células haploides (n) sólo hay una copia de cada tipo de cromosoma (número gametofítico), mientras que en las diploides $2n$ hay generalmente dos pares cromosómicos homólogos (número esporofítico) (Watson, 1976).

Por más de 50 años los estudios citogenéticos han sido muy importantes en la evaluación de relaciones y la deducción de secuencias filogenéticas en las angiospermas; pero la insuficiente e inadecuada información dificultan la utilización de esta información en Sistemática (Raven, 1975).

CITOLOGÍA DE CAESALPINIOIDEAE.

La subfamilia Caesalpinioideae parece ser predominantemente tetraploide y aparentemente con un número básico $x=7$, presente en *Cercis*, (el número básico en un grupo taxonómico es el número haploide más pequeño de una serie poliploide) reconocido como uno de los géneros más antiguos de la subfamilia. La tetraploidía parece haber ocurrido tempranamente en muchos géneros con cambios de $x=7$ a $x=14$ (Goldblatt, 1981a); este autor indica que sólo al conocer los números cromosómicos básicos (x) de las subfamilias y tribus será posible establecer comparaciones entre los cambios cromosómicos y la

evolución de las plantas. Goldblatt (1981a), con base en los números cromosómicos reportados, separa a las tribus de la subfamilia en dos grupos importantes: Según Guicón?

1) Tribus Caesalpinieae, Cassieae y Cercideae, con número básico $x=7$ o $x=14$. Los géneros de estas tribus son fundamentalmente tetraploides, a excepción de *Chamaecrista*. Una serie de aneuploidias han ocurrido en géneros como *Cassia* con $n=14$ y 12 ; en *Senna* con $n=14$, 13 , 12 y 11 y *Chamaecrista* con $n=7$ y 8 ; lo anterior según Goldblatt (1981a) indica un reciente y rápido desarrollo del grupo.

2) Tribus Detarieae y Amherstieae, con número básico $x=12$, de origen poliploide. Estas tribus han sido consideradas a la vez más especializadas, ya que presentan un ovario con estípites y sus semillas no presentan endospermo, también éstas contienen amiloides; mientras que las tribus del primer grupo presentan caracteres primitivos como: ovario sésil, semillas con endospermo y éstas ^{sin} ~~no~~ contienen amiloides.

Debido a que los reportes de números cromosómicos que se han publicado implican a especies de los tres géneros *Cassia sens. lat.*, en este trabajo se realizó la actualización nomenclatural de las especies, con base en Irwin y Barneby (1982); las especies reportadas para el género *Cassia sens. lat.*, se separaron en los tres géneros: *Cassia*, *Senna* y *Chamaecrista*. En aquellos casos donde no se contó con la certeza de un nombre, o a cual género pertenecían las especies, se solicitó la ayuda del Dr. R. Barneby, que muy amablemente dio fin a la confusión.

Figura 13. Números cromosómicos reportados en: Atchison, 1951, Coleman y DeMenezes, 1980; Federov, 1974*; Gill y Husaini, 1981, Goldblatt, 1981b**, 1984+, 1985*, 1988=, 1990++ y actualizada nomenclaturalmente.

<i>Cassia</i>	$2n$	n	Referencia
<i>C. fastuosa</i>	24		Atchison, 1951
<i>C. ferruginea</i>	28		Irwin y Turner, 1960* — <i>por 310</i>
<i>C. fistula</i>	28	14	Bir y Kumari, 1977** — <i>mislabel</i> Hernández F., 1992
<i>C. fistula</i>	24		Tischler, 1921* Nanda, 1962* Irwin y Turner, 1960*
<i>C. fistula</i>	26		Bir y Sidhu, 1966*
<i>C. grandis</i>	28	14	Jacob, 1940* Hernández F., 1992
<i>C. hintonii</i>	28		Hernández F., 1992
<i>C. javanica</i>	28	14	Jacob, 1940*
<i>C. javanica</i> var. <i>indochinensis</i>	28		Bir y Kumari, 1981
<i>C. moschata</i>	28		Atchison, 1951 Hernández F., 1992
<i>C. renigera</i>	28		Sharma, 1970**
<i>C. roxburghii</i>	28		Atchinson, 1951

<i>Senna</i>	<i>2n</i>	<i>n</i>	Referencia
<i>S. alata</i>	24		Irwin y Turner, 1960*
<i>S. alata</i>	28		Pantulu, 1960*
<i>S. alexandrina</i>	28		Milovidow, 1958*
<i>S. artemisioides</i>	28		Bir y Kumari, 1975**
<i>S. arereh</i>		14	Gill y Husaini, 1985=
<i>S. bicapsularis</i>		14	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>S. cobanensis</i>		14	Bir y Kumari, 1981=
<i>S. corymbosa</i>	28		Atchinson, 1951
<i>S. covesii</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>S. crotalarioides</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>S. chatelainiana</i>	28		Turner, 1966*
<i>S. desolata</i> var. <i>involucrata</i>	56		Irwin y Turner 1960*
<i>S. didymobotrya</i>		14	Sharma, 1970**
<i>S. eremophila</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>S. gaudichaudii</i>		14	Carr, 1978**
<i>S. hirsuta</i>	28		Frahm-Leliveld, 1953*
<i>S. holoserica</i>	28		Baguar <u>et al.</u> , 1966*
<i>S. kurtzii</i>	24		Irwin y Turner 1946*

<i>S. macranthera</i>		13	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>S. multijuga</i>		12	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>S. multijuga</i>		8	L. Gill y Husaini, 1981"
<i>S. obtusifolia</i>		13	L. Gill y Husaini, 1981"
<i>S. occidentalis</i>		14	Mehra, 1976**
<i>S. pallida</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>S. pilifera</i>		11	Coleman y DeMenezes, 1981+
<i>S. podocarpa</i>	28		Frahm Leliveld, 1960*
<i>S. reticulata</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>S. roemeriana</i>		14	Ward, 1984=
<i>S. rugosa</i>		14	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>S. siamea</i>		14	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>S. sieberiana</i>	28		Miége, 1962*
<i>S. sophera</i>		14	Bir y Kumari, 1974**
<i>S. splendida</i>		13	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>S. sulfurea</i>	56		Sharma, 1970**
<i>S. surattensis</i>	48		Yet <u>et al.</u> , 1986++

<i>Chamaecrista</i>	2n	n	Referencia
<i>Ch. absus</i>	28		Bir y Kumari, 1977**
<i>Ch. calycioides</i>	16		Irwin y Turner, 1964*
<i>Ch. cinerascens</i>	16		Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. debilis</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. desvauxii</i>		7	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>Ch. diphylla</i>	14		Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. flexuosa</i>		8	Coleman y DeMenezes, 1980+
<i>Ch. greggii</i>	16		Irwin, 1964*
<i>Ch. hispidula</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. jaegeri</i>	14		Guill y Husaini, 1985=
<i>Ch. mimosoides</i>	16		D'Amato- Avanzi, 1956*
<i>Ch. mucronata</i>	16		Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. nictitans</i>	16		Senn, 1938* Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. ochracea</i>	28		Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. ramosa</i>	14		Irwin, 1964*
<i>Ch. rotundifolia</i>		8	Coleman y DeMenezes, 1980+

<i>Ch. serpens</i>	16	Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. secunda</i>	28	Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. supplex</i>	16	Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. trichopoda</i>	16	Irwin y Turner, 1960*
<i>Ch. viscosa</i>	28	Irwin y Turner, 1960*

Al realizar el análisis de números cromosómicos de las Series del género *Cassia* encontramos que la *Serie Grandis* presenta un $x=14$, la *Serie Moschata* $x=14$, la *Serie Heterospermae* $x=14$, la *Serie Cassia* $x=14$, la *Serie Obolospermae* $x=14$, de la *Serie Tetrapleurae*, sólo se tiene el conteo, de dos de las cuatro especies que integran la *Serie*, *C. fastuosa* $2n=24$ y *C. ferruginea* $2n=28$. De las cinco especies que integran la *Serie Amazonicae* no existe ningún conteo cromosómico.

De las especies que se localizan en el Nuevo Mundo se infiere que de las 15 especies del género *Cassia* un 60 % cuentan con reportes de números cromosómicos; de las 146 especies de *Senna* sólo un 25% y en *Chamaecrista* con 265 especies sólo un 8% de las especies cuentan con reportes de números cromosómicos.

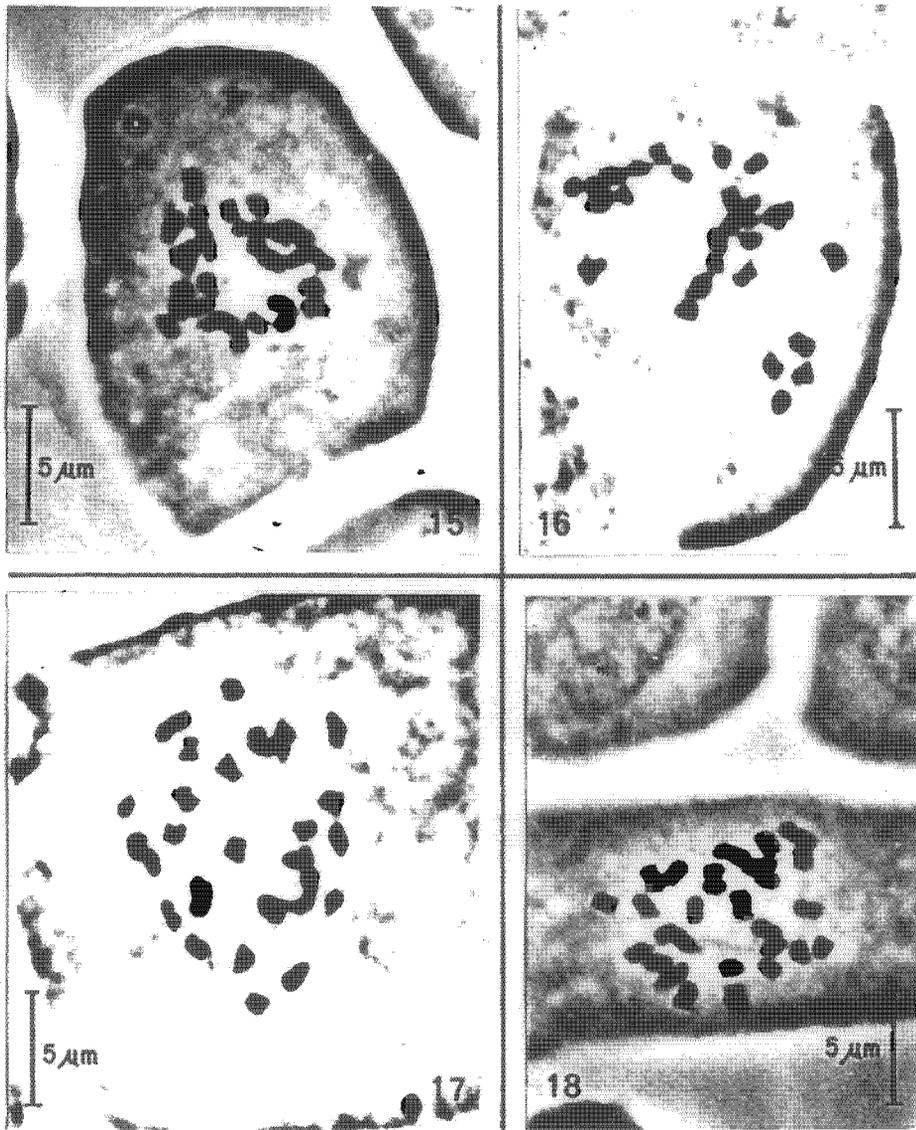
De acuerdo a los reportes cromosómicos previos, en la fig. 14, podemos observar la frecuencia con que se presentan los números cromosómicos en cada género. Con base a esta frecuencia se deduce que el número básico para los géneros *Cassia* y *Senna* es $x=14$ mientras que para *Chamaecrista* es $x=8$.

Figura 14. Frecuencia de aparición de números cromosómicos en los géneros: *Cassia*, *Senna* y *Chamaecrista*.

<i>n</i>	<i>Cassia</i>	<i>Senna</i>	<i>Chamaecrista</i>
7			3
8		1	11
11		1	
12	2	3	
13	1	3	
14	9	23	7
24		1	
28		4	

En este estudio, después de realizar varios conteos para cada especie se encontró que las cuatro especies en cuestión presentan $2n=28$ (fig. 15-18).





Figuras 15-18. Células del meristemo radicular de *Cassia*. 14) *C. grandis*, 15) *C. moschata*, 16) *C. hintonii*, 17) *C. fistula*, todas con $2n=28$.

Aunque no se elaboró el cariotipo para las especies estudiadas, se puede apreciar variaciones en la longitud de los cromosomas (fig. 19).

Los cromosomas de mayor tamaño se observan en *C. hintonii* (1.60 μm). La especie que presenta un intervalo menor en el tamaño entre el cromosoma más pequeño, y el más grande fue *C. fistula* con 0.66 μm , mientras que la mayor diferencia se observa en *C. hintonii* con 0.97 μm y por lo tanto una mayor asimetría.

Figura 19. Tamaño de los cromosomas más largos y cortos y diferencia entre el tamaño de estos; las mediciones fueron basadas en las mejores fotografías de este trabajo.

Especies	Cromosomas largos	Cromosomas cortos	Diferencia de longitudes (l-c)
<i>C. grandis</i>	1.31 μm	0.60 μm	0.7 μm
<i>C. moschata</i>	1.21 μm	0.73 μm	0.48 μm
<i>C. hintonii</i>	1.60 μm	0.83 μm	0.97 μm 0.73
<i>C. fistula</i>	1.29 μm	0.63 μm	0.66 μm

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La distribución de las especies en el país indica, que la especie *C. hintonii*, localizada en la provincia de la depresión del Río Balsas, se desarrolla en un clima semiseco, con marcada estación de sequía, mientras que *C. grandis* se encuentra en la porción sur de la provincia de la Costa del Golfo de México, penetrando a la península de Yucatán (Campeche) y *C. moschata* localizada en el Istmo de Tehuantepec, penetra a la provincia de la costa del Golfo de México y a la provincia del Soconusco en Chiapas, ambas, se desarrollan en climas cálido-húmedos, donde la estación de sequía, no es tan marcada. Con respecto a las épocas de floración, se ha podido constatar, que en algunos casos se ^{son} sobrelapan y aunado a la posibilidad de que algunas de ellas pueden coexistir, tales el caso de *C. grandis* y *C. moschata*, no es de extrañarse poder pensar en la probabilidad de un flujo génico entre especies simpátricas. De hecho esta posibilidad se advierte en varios casos de hibridación entre pares de especies de *Cassia*, que ya han sido reportadas: para las especies nativas de América, *C. moschata* y *C. grandis* se ha registrado la presencia de un híbrido, *C. x regia* (Irwin y Barneby, 1982) y para las especies nativas de Asia *C. fistula* y *C. javanica*, el híbrido denominado *C. x nealiae* (Irwin y Barneby, 1982).

Resulta importante añadir y digno de tomarse en cuenta este anterior proceso como un factor importante en la especiación dentro del género.

Como se ha mencionado anteriormente la especie endémica *C. hintonii* presenta características muy distintivas, el tipo de germinación en *C. grandis*, *C. moschata* y *C. fistula* es epígea, mientras que en *C. hintonii* el tipo de germinación que se observa es el denominado geo. Las diferencias son más conspicuas en fruto y semilla; las semillas de *C. hintonii*, se encuentran comprimidas lateralmente y la posición del hilo es sub-basal; además presentan una mancha (mácula) de color más oscuro en la parte media. La posición longitudinal de las semillas dentro de la cavidad del fruto en *C. hintonii*, quizás trae como consecuencia, que el fruto sea muy delgado y de gran longitud (75 cm); además en esta especie se observa una incompleta formación de septos y es la única de las cuatro especies estudiadas, que presenta valvas cartáceas. Otra diferencia que se presenta entre *C. hintonii* y las otras especies es la de que sus frutos y semillas son parasitados por géneros diferentes de brúquidos. Si bien es cierto, por lo reportado en la literatura, la gran afinidad y coevolución entre ciertos géneros que parasitan a *C. grandis* y *C. fistula* (brúquidos del género *Pygiopachymerus*), mientras que en *C. hintonii* los brúquidos pertenecen al género *Amblycereus*. Como se pudo observar en frutos de las especies estudiadas, estos parásitos causan graves daños en la producción de semillas, reduciendo en gran medida la capacidad reproductiva de este género; además de este factor, existen otros que afectan el desarrollo de algunas de las poblaciones, tal es el caso en *C. grandis* y son: **a)** la baja dispersión de semillas, ya que el fruto además de ser indehiscente es muy grueso y leñoso imposibilitando el desprendimiento fácil de la semilla, **b)** la gran aborción de óvulos, ya que el número de

óvulos que se produce (70-90), es grande en comparación al número de semillas que llegan a madurar (40-55); por lo tanto el panorama habla de que la semilla se encuentra bajo factores antagonistas a ella, a menos que el agente dispersor, en este caso mamíferos de gran talla, sea muy eficiente. Creemos que tal es el caso, o por lo menos lo fue según afirma Janzen (1981), cuando describe que especies con frutos tan grandes y leñosos como los de *Cassia* y en particular de *C. grandis*, fueron dispersados por mastodontes en épocas pasadas; todos estos factores son determinantes en el desarrollo de la población.

Por otra parte, debido a la actualización nomenclatural, el género *Cassia sens. lat.* fue separado en tres géneros: *Cassia*, *Senna* y *Chamaecrista* (Irwin y Barneby, 1982); con esta delimitación se pudo saber que, faltan por realizar conteos cromosómicos sobre todo para los géneros *Senna* y *Chamaecrista*.

En *Cassia* el 60% de las especies cuentan con datos de números cromosómicos, en *Senna* el 25% y *Chamaecrista* sólo un 8%. En base a ^{con} estos datos, se ^{se} dedujo los números básicos para cada uno de los tres géneros: *Cassia* y *Senna* un $x=14$, el cual pudo haberse derivado del número básico $x=7$, original de la subfamilia; además de haber ocurrido aneuploidía con pérdida para *Cassia* y aneuploidía con ganancia y pérdida para *Senna*. En el género *Chamaecrista* el número básico $x=8$, indica que ha sufrido una aneuploidía con ganancia de un cromosoma a partir del $x=7$ original y por otro lado, también, una poliploidía que dio origen al $n=14$. Con estos datos se podría deducir que el género *Chamaecrista* es el más primitivo, ya que presenta un número básico parecido al del

ancestro; sin embargo, al considerar otros aspectos tal es el caso de la simetría floral, Owens y Lewis (1989) indican que el género *Chamaecrista* se encuentra en el nivel más alto de especialización floral, al presentar una flor asimétrica, *Cassia* se encuentra en el nivel más bajo, ya que su flor es zigomórfica y *Senna* se encuentra en un nivel intermedio, con flor zigomórfica pero con tendencia a la asimetría. Además de la simetría floral, existen otros caracteres morfológicos que indican que *Chamaecrista* es el género más evolucionado, ya que el tipo de hábito que presentan todas las especies de este género es el herbáceo, en *Cassia* las especies son exclusivamente leñosas, por lo que ha sido considerado el más primitivo y *Senna* presenta especies, tanto leñosas como herbáceas. La explicación que podría darse al hecho de que el género *Chamaecrista* sea considerado, como el más evolucionado morfológicamente y presente al mismo tiempo un número cromosómico parecido al del ancestro, es que, su evolución cariológica se ha basado en rearrreglos cromosómicos, tales como translocaciones e inversiones, de tal manera que su número cromosómico no ha sido modificado; o bien, existe la posibilidad de que *Chamaecrista* no sea un género hermano, sino un género convergente, ya que tanto la morfología como el número cromosómico, es distinto, teniendo en común sólo la presencia de anteras poricidas.

En cuanto a lo encontrado en este estudio, a nivel específico en *Cassia*, el número cromosómico $2n=28$, para *C. fistula* concuerda con lo reportado por varios autores (Pantulu; Irwin y Turner, citados por Federov, 1974, Bir y Kumari, citados por Goldblatt, 1981b; Ohri et al. citado por Goldblatt, 1990). Aunque también se han reportado números cromosómicos

diferentes por los siguientes autores: Tischler, Nanda e Irwin y Turner (citados por Federov, 1974) determinan $2n=24$; Bir y Sidhu (citado por Federov, 1974) reportan un $2n=26$ (fig. 12). Estas diferencias pueden deberse a aneuploidias, o a conteos erróneos, lo cual es muy fácil que suceda por lo pequeño de los cromosomas, su tendencia a aglutinarse y las técnicas utilizadas.

De igual forma, el número cromosómico $2n=28$ registrado en esta tesis para *C. grandis*, concuerda con el reporte de Jacob (citado por Federov, 1974). A su vez, el $2n=28$ determinado para *C. moschata* es semejante al reportado por Atchinson (1951). Para *C. hintonii* se determinó en este estudio $2n=28$ y es el primer reporte para esta especie. En cuanto a las diferencias cromosómicas entre las especies del género *Cassia*, se observó que *C. hintonii* presenta cromosomas de mayor longitud. Stebbins (1971) menciona que la mayoría de las angiospermas leñosas presentan cromosomas pequeños y la tendencia evolutiva en plantas avanzadas es el de un incremento progresivo en el contenido de ADN, por lo tanto, se podría pensar que esta tendencia se da en *C. hintonii*, además se observa una tendencia a la asimetría del cariotipo en cuanto al tamaño de los cromosomas en esta especie, ya que se observa, que el intervalo, entre los cromosomas más largos y los más pequeños es mayor que en las otras especies (fig. 18), otra tendencia evolutiva que también es considerada como avanzada.

Con respecto a la morfología podemos concluir que *C. grandis* y *C. moschata* pueden ser consideradas especies muy cercanas, hecho que se constata por la presencia de un

híbrido. En cuanto a *C. hintonii*, presenta diferencias morfológicas tan contrastantes con respecto a las especies Americanas, que se plantea que su origen no es del hemisferio sur, por lo menos de la parte Sudamericana, sino que su origen puede ser Asiático o Africano y que su linaje penetró de Asia por el hemisferio norte y ha estado por mucho tiempo aislada teniendo mucho tiempo para evolucionar de manera independiente, como lo indican sus novedades morfológicas y diferencias cromosómicas (v.g., aumento en el tamaño de los cromosomas, septos incompletos, valvas cartáceas, posición de la semilla en el fruto, etc.). En este caso, esta especie puede ser considerada como avanzada. Otra hipótesis sobre su origen sería, la de que esta especie provinó de Sudamérica pero el ancestro se extinguió y por lo tanto, no existe en la actualidad especies con rasgos similares. Las dos hipótesis son difíciles de comprobar, ya que el registro fósil en *Cassia*, es incompleto, además de que aún no se conocen todas las especies Asiáticas y Africanas por lo que es imposible establecer relaciones con *C. hintonii* y otras especies.

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio, R. 1987. La Subtribu Cassinae (Caesalpinioideae. Leguminosae) en el estado de Guerrero, México. UNAM. Facultad de Ciencias. Tesis. México. 99 pp.
- Atchison, E. 1951. Studies in Leguminosae VI. chromosome numbers among tropical woody species. Amer. J. Bot. 38:538-546.
- Bentham, G. 1871. Revision of the genus *Cassia*. Trans. Linn. Soc. London 27:503-591, t. 60-63.
- Candolle, A. P. de. 1825. De la germination des Légumineuses. Mémoires sur la famille des Légumineuses. p. 61-122.
- Coleman, J. y M. DeMenezes. 1980. Chromosome numbers in Leguminosae from the state of Sao Paulo, Brazil. Rhodora 82 (831):475-481.
- Compton, R. H. 1912. An investigation of the seedling structure in the Leguminosae. J. Linn. Soc. Bot. 41:1-122.
- Conger, A.D. y L. M. Fairchild. 1953. A quick-freeze method for making smear slides permanent. Stain Technol. 28:281-283.
- Corby, H. D. L. 1981. The Systematic value of Leguminous root nodules. 657-669. In: R. M. Polhill y P. H. Raven (eds.). Advances in Legume Systematics. Vol. 2, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.
- Dudik, N. M. 1981. Morphology of the pods of leguminales (Fabales). 897-901. In: R. M. Polhill y P. H. Raven (eds.). Advances in Legume Systematics. Vol. 2, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.

- Duke, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 52:314-350.
- Federov. 1974. Chromosome numbers of flowering plants. Reprint. Otto Koeltz Science Publishers. Federal Republic of Germany. 921 pp.
- García, A. 1977. Manual de técnicas de citogenética. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 144 pp.
- Gill, L. S. y H. Husaini. 1981. Cytomorphological investigations of some species of the genus *Cassia* L. in Nigeria. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Adansonia*, 4:461-472.
- Goldblatt, P. 1981a. Cytology and the Phylogeny of Leguminosae. In: R. M. Polhill y P. H. Raven (eds). *Advances in Legume Systematics. Vol. 2, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978.* Her Majesty's Stationary Office, London.
- _____. 1981b. Index to plant chromosome numbers 1975-1978. *Missouri Bot. Gard. Saint Louis.* p. 226-227.
- _____. 1984. Index to plant chromosome numbers. 1979-1981. *Missouri Bot. Gard. Saint Louis.* p. 179.
- _____. 1985. Index to plant chromosome numbers. 1982-1983. *Missouri Bot. Gard. Saint Louis.* p. 92-93.
- _____. 1988. Index to plant chromosome numbers. 1984-1985. *Missouri Bot. Gard. p. Saint Louis.* 104.
- _____. 1990. Index to plant chromosome numbers. 1986-1987. *Missouri Bot. Gard. p. Saint Louis.* 84-85.
- Greuter, W. 1988. International code of botanical nomenclature. Otto Koeltz Science Publishers. Federal Republic of Germany. p. 1-308.

- Gunn, CH. R. 1983. Fruits and seeds of Genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae) U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1681, 194 pp.
- _____. 1991. Fruits and seeds of Genera in the Subfamily Caesalpinioideae (Fabaceae) U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1755. 407 pp.
- Hanbury, D. 1863. Note on *Cassia moschata*. Trans. Linn. Soc. London. 24: 161-163.
- Irwin, H. S. y B. Turner. 1960. Chromosomal relationships and taxonomic considerations in the genus *Cassia*. Amer. J. Bot. 47 (4): 309-318.
- Irwin, H. S. y R. C. Barneby. 1979. New Names in *Senna* P. Mill. and *Chamaecrista* Moench. (Leguminosae; Caesalpinioideae) precursory to the Chihuahuan desert flora. Phytologia. 44 (7):499-501.
- ____ y _____. 1981. Tribe **Cassieae** Bronn. 97-106 In: R. M. Polhill y P. H. Raven (eds). Advances in Legume Systematics. Vol. 1, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.
- ____ y _____. 1982. The American **Cassiinae**. A synoptical revision of Leguminosae tribe **Cassiae**, subtribe **Cassiinae** in the New World. Mem. N. Y. Bot. Gard. 35 (1-2):2918 pp.
- Isely, D. 1955. Observations on seeds of the Leguminosae: Mimosoideae and Caesalpinioideae. Proc. Iowa Acad. Sci. 62:142-145.
- Janzen, D. H. 1971. Escape of *Cassia grandis* L. beans from predators in time and space. Ecology 52 (6):955-979.
- _____. 1981. The defenses of legumes against herbivores. 951-959. In: R.H. Polhill y P.H. Raven (eds). Advances in Legume Systematics. Vol. 2, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.

- Johnson, C. D. 1970. Biosystematics of the Arizona, California, and Oregon species of the seed beetle genus *Acanthoscelides* Schilsky (Coleoptera, Bruchidae). Univ. Calif. Publ. Entomol. 59:1-116.
- _____. 1981. Seed beetle host specificity and the systematics of the Leguminosae. 995-1023. In R.M. Polhill y P.H. Raven (eds). Advances in Legume Systematics. Vol. 2, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.
- Lasseigne, A. 1979. Studies in *Cassia* (Leguminosae- Caesalpinioideae). II. External Seed Morphology. ISELYA 1 (2):63-80.
- Léonard, J. 1957. Génera des *Cynometrae* et des *Amherstieae* africaines essai de blastogénie appliquée à la systematique. Mém. Acad. Roy Belg. Cl. Sc. Mem. 30 (2):1-312.
- Maertz, P. 1950. Dictionary of color. McGraw-Hill. New York. 208 p.
- McVaugh, R. 1987. Leguminosae. In: Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of the vascular plants of Western Mexico. The University of Michigan Press. 5:765.
- Moreno, N. 1984. Glosario botánico ilustrado. Continental. México. 267 pp.
- National Academy of Sciences. 1979. Miscellaneous, ornamentals, tropical legumes, resources of the future. 331 pp.
- Owens, S. J. y G. P. Lewis. 1989. Taxonomic and functional implications of stigma morphology in species of *Cassia*, *Chamaecrista* and *Senna* (Leguminosae-Caesalpinioideae). Pl. Syst. Evol. 163:93-105.
- Polhill, R. M. y P. H. Raven. 1981. Cytology and the phylogeny of Leguminosae. 427-463. In: R. M. Polhill y P. H. Raven (eds). Advances in Legume Systematics. Vol. 2, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.

- Raven, P. H. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: cytology. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62: 724-764.
- Rzedowski, J. 1986. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.
- Sandwith. 1936. Contributions to the flora of tropical America: XXV. No. 1. Miscellaneous new species. *Kew.Bull.Misc. Inf.* (1):1-15.
- Smith, D. L. 1981. Cotyledons of the Leguminosae. 927. In: R. M. Polhill y P. H. Raven (eds). *Advances in Legume Systematics*. Vol. 2, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.
- Smith, D. L. 1983. Cotyledon anatomy in the Leguminosae. *J. Linn. Soc. Bot.* 86:325-355.
- Sousa, S. M. y A. Delgado S. 1992. Mexican Leguminosae: phytogeography endemism and origins. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press, New York. (en prensa)
- Standley, P.C. 1916. Studies of tropical American Phanerogams. No. 2. New Caesalpinaceal from Panama. *Contr. U.S. Natl. Herb.* 18 (3):87-123.
- Stebbins, G. L. 1971. *Chromosomal evolution in higher plants*. Addison-Wesley. Great Britain. 216 pp.
- Tournefort. 1700. *Inst. Rei. Herb.* 618 t. 390-392.
- Watson, J. 1976. *Biología molecular del gen*. Fondo Educativo Interamericano. España. p. 23
- Watson, L. 1981. An automated system of generic descriptions for Caesalpinioidea, and its application to classification and key-making. 65-80. In: R. M. Polhill y P. H. Raven (eds). *Advances in Legume Systematics*. Vol. 1, Proceedings of the International Legume Conference at Kew, England. 1978. Her Majesty's Stationary Office, London.