

CC-258



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

TES01 000187428

**"ANATOMIA REPRODUCTIVA, HISTOQUIMICA Y  
FITOQUIMICA DE ALGUNAS ESPECIES DE CUSCUTA  
L. (CUSCUTACEAE), DEL VALLE DE MEXICO"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

**DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)**

**P R E S E N T A :**

**M. EN C. LUCIO ARREOLA GONZALEZ**

DIRECTORA DE TESIS

**DRA. GUADALUPE JUDITH MARQUEZ GUZMAN**

ESTA TESIS SE REALIZO EN LOS LABORATORIOS DE CITOLOGIA VEGETAL Y DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, BAJO LA DIRECCION DE LA DRA. JUDITH MARQUEZ GUZMAN, SIENDO ASESORES; LA DRA. MA. CRISTINA PEREZ AMADOR Y EL DR. E. MARK ENGLEMAN. CIUDAD UNIVERSITARIA, 1992.

DEDICATORIA :

A MIS PADRES PABLO ARREOLA Y MARIA GONZALEZ, CON AMOR Y GRATITUD;

A MI ESPOSA GUADALUPE BARROSO PAREDES, POR SU AMOR Y APOYO;

A MIS HIJOS LUCIO, RODRIGO Y ADRIANA, QUE SON FUERZA Y RAZON DE MI VIDA;

A MIS HERMANOS AURORA, JUVENTINO, IRMA Y PABLO, POR SU CARIÑO Y COMPRESION;

A MI QUERIDA TIA MARIA LUISA SANCHEZ GONZALEZ, POR SU CONFIANZA Y CARIÑO;

A MIS SUEGROS CARLOS BARROSO Y MARIA DE LOS ANGELES PAREDES, POR SU EJEMPLO Y CARIÑO A LA FAMILIA;

A MIS AMIGOS ANTONIO, SUSANA, CUQUITA, CRISTI, JUAN Y PEPE, POR SU APOYO E INVALUABLE AMISTAD.

## AGRADECIMIENTOS

- A LA DRA. GUADALUPE JUDITH MARQUEZ, POR SU DIRECCION EN EL PRESENTE TRABAJO LA REVISION DEL MANUSCRITO Y SOBRE TODO, POR SU CONFIANZA, AMISTAD Y APOYO.
- A LA DRA. MARIA CRISTINA PEREZ-AMADOR BARRON, POR SU ASESORIA EN LA PARTE FITOQUIMICA DE LA TESIS LA REVISION CUIDADOSA DEL MANUSCRITO Y SOBRE TODO POR SU AMABILIDAD Y COMPRESION.
- AL DR. E. MARK ENGLEMAN, POR SU ASESORIA EN LA PARTE DE ANATOMIA DE LA TESIS, LA REVISION DEL MANUSCRITO Y SUS VALIOSAS SUGERENCIAS QUE TANTO APORTARON A ESTE TRABAJO.
- A LA DRA. MARGARITA COLLAZO ORTEGA, DRA. MARCELA ESPERANZA AGUILAR, DR. FEDERICO ALFREDO GARCIA JIMENEZ Y DR. DAVID MANUEL PONTONES POR LA REVISION DE LA TESIS Y SUS VALIOSAS SUGERENCIAS.
- A LA BIOL. PATRICIA FRIAS GALLO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA, POR SU ASESORIA TECNICA EN LA MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO.
- AL M. EN C. ALEJANDRO MARTINEZ MENA, A LA BIOL. ANA ISABEL BIELES Y PERSONAL DEL LABORATORIO DE MICROSCOPIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS UNAM, POR SU EXCELENTE COLABORACION EN EL MATERIAL FOTOGRAFICO.

- A LA DRA. PATRICIA DAVILA, DIRECTORA DEL HERBARIO NACIONAL, MEXU (INSTITUTO DE BIOLOGIA DE LA UNAM) Y SU PERSONAL, POR LA IDENTIFICACION DEL MATERIAL BIOLÓGICO.
- AL BIOL. ALDI DE OYARZABAL SALCEDO DEL LABORATORIO DE ILUSTRACION CIENTIFICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNAM, POR SU VALIOSA COLABORACION.
- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LOS LABORATORIOS DE CITOLOGIA Y QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNAM : AURORA, RICARDO, SONIA, SILVIA, GUILLE, ROSARIO, MARGARITA, CLARITA, LULU, GUILLERMO, ENRIQUETA, MARU, LEO, BRAULIO LUPITA M., LUPITA V., ALICIA, AIDA, JOSEFINA PATY Y TODAS LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA MANERA CONTRIBUYERON A LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.
- A LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNAM, POR LAS FACILIDADES BRINDADAS PARA MI FORMACION PROFESIONAL Y ELABORACION DE TESIS.
- A LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA DE LA UNAM, POR EL APOYO BRINDADO PARA MI SUPERACION ACADEMICA.

## CONTENIDO

	PAG.
LISTA DE LAMINAS Y FIGURAS-----	i
LISTA DE MAPAS Y TABLAS -----	ii
RESUMEN-----	iii
I. INTRODUCCION-----	1
II. ANTECEDENTES.	
II.1. Taxonómicos.-----	5
II.2. Embriológicos.-----	8
II.3. Sobre la anatomía de la semilla.-----	11
II.4. Quimiotaxonómicos-----	14
II.5. Posición taxonómica de <i>Cuscuta</i> L.-----	16
II.6. Descripción de la familia Cuscutaceae-----	17
II.7. Descripción del género <i>Cuscuta</i> -----	19
II.7.1. Descripción de <i>Cuscuta corymbosa</i> R & P-----	20
II.7.2. Descripción de <i>Cuscuta americana</i> L.-----	21
II.7.3. Descripción de <i>Cuscuta arvensis</i> Beyr.-----	22
II.7.4. Descripción de <i>Cuscuta tinctoria</i> Mart.-----	23

III. MATERIALES Y METODOS.	
III.1. Criterios para la colecta del material vegetal utilizado -----	24
III.2. Descripción geográfica del área de colecta-----	25
III.3. Obtención y procesamiento del material vegetal.	
III.3.1. Para estudios de anatomía, embriología e histoquímica-----	27
III.3.2. Para estudios de estructura de semilla-----	27
III.3.3. Para estudios de fitoquímica-----	28
III. 4. Pruebas histoquímicas.-----	30
IV. RESULTADOS.	
IV.1. Observaciones de campo. -----	32
IV.2. Anatomía reproductiva-----	33
IV.3. Pruebas histoquímicas-----	60
IV.4. Perfiles cromatográficos-----	61
V. DISCUSION-----	71
VI. CONCLUSIONES-----	85
VII. BIBLIOGRAFIA.-----	86

LISTA DE LAMINAS Y FIGURAS

	PAG
LAMINA I. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS	42
Fig. 1. Corte longitudinal de botón floral. <i>C. arvensis</i> .	
Fig. 2. Corte longitudinal de antera joven. <i>C. arvensis</i> .	
Fig. 3. Corte transversal de antera. <i>C. arvensis</i> .	
Fig. 4. Corte transversal de antera. <i>C. arvensis</i> .	
Fig. 5. Corte transversal de botón floral. <i>C. arvensis</i>	
Fig. 6. Corte transversal de antera. <i>C. arvensis</i> .	
LAMINA II. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS	44
Fig. 7. Corte transversal de antera. <i>C. arvensis</i> .	
Fig. 8. Corte transversal de antera. <i>C. americana</i> .	
Fig. 9. Corte transversal de antera. <i>C. arvensis</i> .	
Fig.10. Corte transversal de antera. <i>C. arvensis</i> .	
Fig.11. Corte transversal de antera. <i>C. arvensis</i> .	
Fig.12. Lóculo de antera. <i>C. americana</i> .	

LAMINA III. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS

46

- Fig.13. Corte transversal de antera. *C. americana*  
Fig.14. Corte transversal de antera madura. *C. arvensis*  
Fig.15. Corte transversal de antera en dehiscencia.  
*C. americana*  
Fig.16. Granos de polen maduros. *C. americana*  
Fig.17. Granos de polen maduros. *C. americana*  
Fig.18. Estigma con granos de polen germinando. *C. americana*

LAMINA IV. MEGASPORANGIO Y MEGASPOROGENESIS

48

- Fig.19. Corte longitudinal de botón floral. *C. arvensis*  
Fig.20. Corte longitudinal de botón floral. *C. arvensis*  
Fig.21. Corte longitudinal de óvulo. *C. arvensis*  
Fig.22. Corte longitudinal de óvulo. *C. arvensis*  
Fig.23. Corte longitudinal de óvulo. *C. arvensis*  
Fig.24. Corte longitudinal de ovario. *C. arvensis*

FIGURA 23B

49

LAMINA V. GAMETOFITO FEMENINO

51

- Fig.25. Corte longitudinal de ovario. *C. arvensis*  
Fig.26. Corte longitudinal de ovario. *C. arvensis*  
Fig.27. Corte transversal de ovario. *C. arvensis*  
Fig.28. Corte longitudinal de óvulo. *C. arvensis*  
Fig.29. Corte longitudinal de óvulo. *C. arvensis*  
Fig.30. Corte longitudinal de óvulo. *C. arvensis*

LAMINA VI. EMBRIOGENESIS, POLIEMBRIONIA, ENDOSPERMO Y TESTA 53

- Fig.31. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*  
Fig.32. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*  
Fig.33. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*  
Fig.34. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*  
Fig.35. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*  
Fig.36. Corte longitudinal de semilla madura. *C. arvensis*  
Fig.37. Corte longitudinal de semilla casi madura.  
*C. corymbosa.*

LAMINA VII. FORMACION DE LA TESTA DE LA SEMILLA 55

- Fig.38. Corte longitudinal de semilla joven. *C. corymbosa*  
Fig.39. Corte longitudinal de semilla. *C. arvensis*  
Fig.40. Corte longitudinal de semilla. *C. americana*  
Fig.41. Corte longitudinal de semilla. *C. arvensis*  
Fig.42. Corte longitudinal de semilla. *C. arvensis*  
Fig.43. Testa de semilla madura. *C. arvensis*

LAMINA VIII. SEMILLA MADURA 57

- Fig.44. Semilla madura. *C. arvensis*  
Fig.45. Semilla madura deshidratada. *C. arvensis*  
Fig.46. Región hilar de semilla madura deshidratada.  
*C. arvensis.*

- Fig.47. Superficie de semilla madura deshidratada.  
*C. arvensis*.
- Fig.48. Superficie de semilla madura semihidratada.  
*C. arvensis*.
- Fig.49. Corte de testa de semilla madura. *C. arvensis*

LAMINA IX. SEMILLA MADURA

59

- Fig.50. Semilla madura. *C. arvensis*
- Fig.51. Embrión. *C. arvensis*
- Fig.52. Vista parcial del embrión. *C. arvensis*
- Fig.53. Vista parcial del embrión. *C. arvensis*
- Fig.54. Corte longitudinal de semilla madura. *C. arvensis*
- Fig.55. Corte transversal de semilla madura. *C. arvensis*

FIGURA 56.- Placas cromatográficas que muestran los perfiles de  
alcaloides de las muestras analizadas. 65

FIGURA 57.- Placas cromatográficas que muestran los perfiles de  
glicorresinas de los extractos analizados. 67

FIGURA 58.- Placas cromatográficas que muestran los perfiles de  
glucósidos kauranoicos de los extractos analizados 69

LISTA DE MAPAS Y TABLAS

	PAG.
MAPA 1. Localización de zonas de colecta de <i>Cuscuta</i> en el Valle de México.	26
TABLA 1. Resultados de la determinación de perfiles cromatográficos de alcaloides	66
TABLA 2. Resultados de la determinación de perfiles cromatográficos de glicorresinas	68
TABLA 3. Resultados de la determinación de perfiles cromatográficos de glucósidos kauranoicos.	70
TABLA 4. Resumen de los antecedentes embriológicos del género <i>Cuscuta</i> .	83
TABLA 5. Comparación de los resultados embriológicos de las cuatro especies de <i>Cuscuta</i> del Valle de México, estudiadas en el presente trabajo.	84

## RESUMEN

*Cuscuta*, es un género incluido tradicionalmente dentro de la familia de plantas de las Convolvulaceae, pero en los sistemas de clasificación modernos de acuerdo a algunas de sus características, lo consideran como una nueva familia, Cuscutaceae. A partir de esta peculiaridad del taxón, en el presente trabajo se investigaron treinta y cuatro caracteres embriológicos y la histoquímica en diferentes estadios del desarrollo de botones florales, flores en antesis, frutos y semillas maduras deshidratadas; asimismo en un estudio preliminar fitoquímico se determinaron los perfiles cromatográficos de alcaloides, glicorresinas y glucósidos kauranoicos para flores en antesis y tallos de cuatro especies colectadas en el Valle de México: *Cuscuta americana* L., *Cuscuta arvensis* Beyr., *Cuscuta corymbosa* R & P var. *stylosa* Engeln., y *Cuscuta tinctoria* Mart.

Con los datos obtenidos, se hizo una comparación con la literatura al respecto, así como con la existente para la familia Convolvulaceae, con la finalidad de aportar apoyo para intentar dilucidar la separación del género *Cuscuta*, como una nueva familia Cuscutaceae o su inclusión como tal en las Convolvulaceae, ya que es indudable que los datos embriológicos y los quimiotaxonómicos, han sido de gran utilidad como herramienta para resolver problemas taxonómicos similares al que nos ocupa, según consta en la bibliografía revisada.

Como consecuencia del análisis anterior podemos afirmar que los resultados arrojados por los estudios embriológicos y fitoquímicos indican que *Cuscuta* debería considerarse como un género de la familia Convolvulaceae y no como una familia aparte; la Cuscutaceae.

## I. INTRODUCCION

El género *Cuscuta* L. tiene una gran importancia económica, médica y taxonómica. Todas las especies son parásitas de una gran variedad de plantas herbáceas y leñosas, tanto de la flora silvestre, como cultivadas de gran importancia alimenticia y económica para el hombre como: frijol, alfalfa, lino, amaranto, camote, papa, tabaco, manzano, ciruelo y cítricos, así como plantas de ornato y bosques de encino (Abu, 1979; Dutta, 1979; Musselman, 1984; Rzedowski, 1985 y Yuncker, 1965).

Ha sido de tanta trascendencia y magnitud el daño de estas plantas parásitas, que se han declarado en algunas regiones como plaga de interés agronómico, ya que además del perjuicio directo al huésped pueden ser vectores de micoplasmas y virus que producen enfermedades adicionales, como sucede en los cítricos (Bennamou, 1981; Dale, 1979; Garnier, 1983; Ke, 1985; Raine, 1976; Yang, 1979 y Yuncker, 1965).

Actualmente existe toda una serie de investigaciones tendientes a desarrollar pesticidas para erradicar a *Cuscuta* de los cultivos (Dawson, 1978 y 1986; Gayed, 1986; Graph, 1985; Orloff, 1986 y 1987; Miller, 1986; Schimierer, 1987; Selleck, 1979; Rao, 1985 y Vargas, 1987).

Su valor en medicina se ha estudiado recién en algunas especies como *Cuscuta chinensis*, que ha manifestado efectos antitumorales, sobre papilomas y carcinomas producidos experimentalmente en gatos. Asimismo se ha descubierto que posee

propiedades anti-inflamatorias, antiartríticas, colinérgicas y tranquilizantes (Akbar, 1986 y Nisa, 1985, 1986).

Otros estudios realizados en China y la India, han detectado para el género acciones hormonales sobre el hipotálamo, pituitaria y gónadas como folículo-estimulante, además de actividad depresiva sobre el sistema nervioso (Akbar, 1985; Li y She, 1985; Xu y Zhou, 1982).

En México: *Cuscuta americana*, *Cuscuta corymbosa*, y *Cuscuta epithymun* han sido mencionadas en diversos estudios etnobotánicos de plantas medicinales de Veracruz y Yucatán, para el tratamiento de diversas enfermedades como tuberculosis, ictericia, y en general enfermedades hepáticas (Roys, 1931 y Del Amo, 1979, 1981).

La taxonomía del género *Cuscuta* presenta una serie de problemas interesantes. Entre ellos podemos mencionar la ubicación del género en la familia *Convolvulaceae* o como una familia aparte, la *Cuscutaceae*. Es de esperarse que cualquier información adicional sería de utilidad para entender las relaciones de las especies entre sí y con la familia *Convolvulaceae* (Engelmann, 1859; Lawrence, 1951; Hutchinson, 1959; Wilson, 1960; Davis, 1966; Takhtajan, 1980; Cronquist 1981; Beliz, 1984; Austin, 1973, 1975, 1981, 1986, y Gandhi, 1987).

De acuerdo al último problema expuesto para *Cuscuta* y considerando que:

1.- Los parámetros estructurales y fitoquímicos constituyen herramientas auxiliares importantes para dilucidar problemas taxonómicos similares (Alston, 1983, Davis, 1966, Palser, 1975, Pérez-Amador, 1980; Tobe, 1989 y Stuessy, 1990).

2.- Los trabajos a nivel mundial en el aspecto estructural (morfológico, anatómico y embriológico) son escasos y se han tomado como base para formar una nueva familia, Cuscutaceae (tabla 4).

3.- En la familia Convolvulaceae, exceptuando a *Cuscuta*, se han estudiado los perfiles cromatográficos de alcaloides, glicósido kauranoicos y glicorresinas como marcadores taxonómicos característicos de la familia (Pérez-Amador, 1980 y 1989).

Se han formulado para el presente trabajo, los objetivos siguientes :

#### OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio comparativo de la anatomía reproductiva, histoquímica y fitoquímica de algunas especies de *Cuscuta* L. (Cuscutaceae) del Valle de México, con la finalidad de aportar nuevos elementos que contribuyan a esclarecer la posición taxonómica de este grupo.

#### OBJETIVOS PARTICULARES

1. Realizar el estudio comparado de la anatomía reproductiva (desarrollo de antera y ovario, microsporogénesis y megasporogénesis) e histoquímica de *Cuscuta americana* L., *Cuscuta arvensis* Beyr., *Cuscuta corymbosa* R & P var. *stylosa* Engelm. y *Cuscuta tinctoria* Mart.; colectadas en el Valle de México.

2. Realizar el estudio anatómico e histoquímico comparado del desarrollo de la semilla de las especies antes mencionadas.

3. Realizar el estudio comparado de los perfiles cromatográficos de metabolitos secundarios: alcaloides, glicósidos kauranoicos y glicorresinas, de tallos y flores en anthesis de las mismas especies.

4. Comparar los resultados obtenidos con los reportados en la literatura para el género *Cuscuta* en particular y la familia Convolvulaceae en general.

## II. ANTECEDENTES

### II. 1. TAXONOMICOS DE *Cuscuta* L..

Por primera vez, el género *Cuscuta* es descrito por Linnaeus (1753, 1754). En el primer año describe en forma somera su morfología general y los hábitos parásitos del grupo, y en la segunda revisión ya incluye caracteres florales para la diferenciación de subgrupos y coloca el género dentro de las fanerógamas.

El género *Cuscuta* es descrito por primera ocasión como familia Cuscutaceae en 1829 por Dumortier ( En: Cronquist, 1981).

Es situado el género *Cuscuta* L. en el orden natural de Convolvulaceae por Engelmann (1829) y menciona que algunos botánicos no estaban de acuerdo con esta posición taxonómica, siendo la primera alusión a un posible problema de posición sistemática de este taxón. En la primera subdivisión del género se establecen tres subgéneros: *Cuscuta*, *Grammica* y *Monogyna*.

Basándose en características del estigma y el estilo de las flores, Yuncker (1932) describe ampliamente los tres subgéneros establecidos por Engelmann, considerando que el grupo *Grammica* está ampliamente distribuido en América, siendo el más numeroso, el más primitivo y el que dio origen a los otros dos subgéneros. Estos estudios taxonómicos se reducen a flores, inflorescencias y tallos, sin embargo menciona que se habían hecho estudios microscópicos cuidadosos en algunas especies para descubrir

caracteres que pudieran ser utilizados para la distinción de las diferentes formas, sin éxito hasta esa fecha.

Wettstein (1935) justificó la formación de la familia *Cuscutaceae* con base en ciertas características particulares de *Cuscuta*, como sus hábitos parásitos, ausencia de célula parietal en la nucela, origen del saco embrionario monospórico ó bispórico, persistencia de una de las sinérgidas, desarrollo del embrión espiralado sin cotiledones y una semilla endospermica.

Las familias *Cuscutaceae* y *Convolvulaceae* son separadas y ubicadas en el orden Polemoniales por Cronquist (1957) en su nuevo sistema de familias y órdenes de Dicotiledóneas.

La familia *Convolvulaceae* es ubicada en el orden Solanales y *Cuscutaceae* en Polemoniales, por Hutchinson (1959), en su sistema de clasificación basado en la filogenia probable de las Dicotiledóneas.

El género *Cuscuta* es incluido dentro de la familia *Convolvulaceae* por Wilson (1960), aunque menciona que se ha propuesto su separación en una familia denominada *Cuscutaceae* con base en sus hábitos parásitos, su corola imbricada con escamas infraestaminales y algunas características embriológicas. Opina que tales diferencias son insuficientes y podrían servir para justificar la formación de la tribu *Cuscutaceae* o la subfamilia *Cuscutoideae*, propuestas por algunos autores.

Yuncker (1965) describe el género *Cuscuta* L incluyendo algunas características de las semillas, que no se consideraban en su estudio anterior, y menciona el hecho de haber encontrado evidencias de clorofila en tallos, flores o frutos maduros de

algunas especies, considerándolas parcialmente autótrofas. Para clasificar los subgrupos toma en cuenta: características de la flor, inflorescencias, floración, tipo de dehiscencia del fruto, número y tamaño de semillas, forma de hilo, la talla del embrión y el número de vueltas al enrollarse.

Las familias *Cuscutaceae* y *Convolvulaceae* son separadas y descritas por Davis (1966) en su *Embriología Sistemática de las Angiospermas*, tomando en cuenta la clasificación de Hutchinson (1959) y sus caracteres embriológicos.

Marquez-Guzmán (1986) compara la testas de *Cuscutaceae* y *Convolvulaceae*, dando como resultado importantes diferencias.

Comparando el número de estilos, la forma del estigma, el tipo de inflorescencia y otros caracteres florales, Hadac y Chrtek (1970) proponen dividir el grupo original del género *Cuscuta* L. en cuatro subgrupos: *Monogynella*, *Kadurias*, *Cuscuta* y *Grammica*, que a juicio de ellos merecen la categoría de géneros agrupados en la familia *Cuscutaceae*. Establecen que el centro de distribución geográfica de *Grammica* es el nuevo mundo y para las restantes el viejo mundo y proponen una clave para identificarlos.

*Cuscuta* es incluido como un género de la familia *Convolvulaceae* por Correl y Johnston (1970), en su manual de plantas vasculares de Texas.

El género *Cuscuta* es separado de la familia *Convolvulaceae*, donde tradicionalmente se había ubicado, y es considerado por varios taxónomos como único género de la familia *Cuscutaceae*, ya que algunas características parecen ser de suficiente peso para justificarlo (Takhtajan, 1980; Cronquist, 1981 y Austin, 1986).

Los criterios tomados en cuenta para crear la familia Cuscutaceae a partir del género *Cuscuta* son resumidos por Gandhi, Thomas y Hatch (1987) :

1. Hábitos parásitos de todos los miembros del género.
2. Lóbulos de la corola imbricados, con escamas infraestaminales. En las Convolvulaceae son generalmente contorneados.

3. Funcionamiento de la célula arquesporrial primaria como célula madre de la megaspora (en Convolvulaceae, la célula arquesporrial generalmente se divide en una célula parietal y una célula esporógena primaria).

4. Persistencia de una de las sinérgidas (Tiagi, 1951).

5. En general, formación de un embrión enrollado en espiral y sin cotiledones.

6. Ausencia de un floema interno.

Asimismo, describen varias especies del subgénero *Grammica* de Louisiana E.U.A., considerándolas en la familia Cuscutaceae.

## II. 2. ANTECEDENTES EMBRIOLOGICOS DE *Cuscuta* L.

*Cuscuta gronovii* es descrita por Macpherson (1921); óvulo anátropo, saco embrionario de siete células, nucela rica en almidón, endospermo nuclear como fue descrito por Coulter y Chamberlain (1903). Endospermo escaso especialmente en semillas maduras. Proembrión observado en estadio de dos células evidentemente formadas por división transversal del cigoto, la célula basal esférica y más grande que la apical, con núcleo bien

definido. El proembrión irregular es el más común, alargado con base prominente, suspensor unicelular, bicelular o ausente. Otro tipo de embrión menos frecuente es el globular. En ningún caso se puede hablar de cotiledones y ambos tipos de embrión se alargan sin ninguna diferenciación y se enrollan en espiral.

En *Cuscuta reflexa* Roxb (Johri, 1934) informa: la antera desarrolla microsporas en arreglo tetrahédrico, en general granos de polen maduros con dos núcleos, tapete binucleado, capa media, endotecio y epidermis. El óvulo anátropo, tenuinucelar, unitégmico, usualmente la célula hipodérmica arquesporrial funciona directamente como célula madre de la megaspora. Saco embrionario con siete células, antípodas efímeras, la fusión de los núcleos polares se realiza hasta que entra el tubo polínico.

*Cuscuta hyalina* Roth y *C. planiflora* Tenore son descritas por Tiagi (1951): tapete binucleado del tipo glandular, tétrada tetrahédrica, isobilateral o decusada, el grano de polen maduro tricelular. Ovulos anátropos tenuinucelados, unitégmicos, la célula hipodérmica arquesporrial funciona directamente como célula madre de la megaspora, saco embrionario de tipo polygonum, persistencia de una de las sinérgidas. Endospermo de tipo nuclear, se desarrolla antes que el cigoto, éste se divide transversalmente originando las células basal y terminal. La basal se divide verticalmente, seguida de una división transversal de la terminal, el suspensor se desarrolla de la célula basal, de la terminal se forma un embrión largo y enrollado en espiral. En general se forman cuatro semillas en cada ovario.

Johri y Tiagi (1952) describen para *Cuscuta reflexa* Roxb: gineceo bi- o tricarpelar, dos lóculos y cada uno con dos óvulos con implantación axial basal. Tapete glandular con células bi- o trinucleadas, granos de polen en antera madura con dos o tres núcleos, rara vez polispermia y granos de polen multinucleados. Ovulos unitégmicos, tenuinucelados y anátropos. Obturador placentar. Saco embrionario del tipo Allium. Una sinérgida persistente pudiendo ser fertilizada una de ellas por polispermia del grano de polen. El endospermo puede desarrollarse antes que el cigoto, o simultáneamente, es de tipo nuclear. El cigoto se divide transversalmente originando las células basal y terminal. El suspensor se forma por la basal y parte de la célula terminal, ésta produce un proembrión filamentososo, que se divide y forma una masa globular de células. El embrión maduro es enrollado en espiral sin cotiledones. La poliembrionía se presenta, siendo el embrión extra, derivado de una sinérgida fecundada.

En *Cuscuta lupuliformes*, Tiagi (1965) encontró: saco embrionario bispórico de tipo Allium, persistencia de las sinérgidas, endospermo del tipo nuclear, la división de su núcleo primario y el del cigoto es sumultánea, la primera división del cigoto es transversal. La célula basal se alarga y forma un suspensor celular, vacuolar, cenocítico y haustorial, la célula terminal se divide transversalmente y forma el cuerpo del embrión.

Un resumen de las características embriológicas generales de la familia Convolvulaceae es presentado por Govil (1980a) y propone que la familia Cuscutaceae debería ser considerada aparte con base en su morfología y embriología, ya descritas

anteriormente (Tiagi, 1951).

Govil y Lavania (1980), estudian *C. hyalina*, *C. chinensis* y *C. calycina* y encuentran que la placentación es parietal, la pared de la antera tiene cuatro capas, el grano de polen maduro tiene dos núcleos, tapete binucleado y las microsporas en arreglo tetrahédrico. Ovulo tenuinucelado, unitégmico y anátropo. La célula hipodérmica arqueosporial funciona directamente como célula madre de la megaspora, saco embrionario bispórico del tipo Allium, persistencia de las sinérgidas. Endospermo nuclear y desarrollo embrionario del tipo "solanado", con la primera división del cigoto transversal y la célula basal se divide verticalmente. El suspensor se forma de la célula basal y parte de la terminal que origina el cuerpo del embrión.

*Cuscuta tinctoria* Martius, es estudiada por Vázquez (1989) e informa que las anteras tienen cuatro capas en su pared, con tapete binucleado glandular, el grano de polen maduro tricélular. Ovulo anátropo, tenuinucelado y unitégmico, la célula arqueosporial funciona directamente como célula madre de la megaspora, implantación del óvulo axial. La primera división del cigoto es transversal, endospermo de tipo nuclear. Las pruebas histoquímicas demuestran que el principal material de reserva en toda la flor es el almidón.

### II. 3. DE LA ANATOMIA DE LA SEMILLA MADURA DE *Cuscuta* L.

Tiagi (1951), en *C. hyalina* Roth y *C. planiflora* Tenore, describe semillas triangulares de color café claro, generalmente

cuatro por ovario . Son liberadas por la ruptura de la pared frágil de la base del ovario. La testa con varias capas; la más externa está formada por grandes células cuadradas llenas de almidón (epidermis), enseguida existen dos capas de células en empalizada, siendo más capas en la región del funículo. La siguiente zona consta de alrededor de seis capas de células poligonales con almidón y de paredes delgadas; las más internas en contacto con el endospermo están desorganizadas.

En *Cuscuta reflexa* Roxb, Johri y Tiagi (1952) afirman que durante la fecundación el tegumento del óvulo comprende aproximadamente 15 estratos de células parenquimatosas con almidón abundante. Los haces vasculares contienen traqueidas.

Cuando el proembrión se desarrolla, la epidermis se adelgaza. La primera capa hipodérmica permanece angosta y con paredes delgadas. La segunda capa hipodérmica se alarga y, al igual que la tercera capa, se lignifica. En la zona funicular, las células de la hipodermis y epidermis se alargan y se lignifican. Por consecuencia la testa se hace muy dura y las semillas son difíciles de partir. Mientras estos cambios se dan, tiene lugar la formación de células en la parte periférica del endospermo, las capas del parénquima ricas en almidón se consumen, exceptuando una o dos hileras alrededor del haz vascular. En este estadio el embrión ha madurado y llena por completo el espacio. Al mismo tiempo la epidermis de la testa se desprende debido al rompimiento de las delgadas paredes de la hipodermis. Quedan solamente dos capas de células lignificadas con los restos de las capas del parénquima consumido, seguido por una capa de endospermo.

En *Cuscuta campestris*, Hutchinson y Ashton (1979 y 1980) estudian los efectos de la desecación y escarificación en la permeabilidad y estructura de la testa. Del estudio concluyen que: a) la desecación de la testa se correlaciona con el decrecimiento de la viabilidad y b) la escarificación rompe la latencia de las semillas.

Charles, et al (1980), en *Cuscuta campestris*, estudian la actividad de varias enzimas durante el desarrollo de las semillas. Encontraron que dicha actividad se incrementa durante el desarrollo y decae en el estadio final.

La estructura y germinación de semillas en *Cuscuta pedicellata* con algunas observaciones sobre *Cuscuta campestris* y *Cuscuta europaea*, es descrita por Lyshede (1984, 1985 y 1989) como sigue. a) Las semillas son anátropas; globulares, de aproximadamente un milímetro de diámetro, aplanadas en una de sus dos caras, de color café claro o amarillentas. Existen de una a cuatro semillas por cápsula. El hilo está localizado en una pequeña depresión circular, mientras el micrópilo, rafe y cálaza son invisibles en la superficie.

b) En el microscopio electrónico de barrido la superficie de las semillas secas de *Cuscuta campestris* y *Cuscuta europaea* tienen profundos surcos y pliegues, y las células están fuertemente invaginadas. Cuando se colocan en agua por unos minutos la epidermis se vuelve papilosa. El área del hilo reacciona en forma similar, pero sus células y papilas son más pequeñas.

c) En *Cuscuta pedicellata*, la testa seccionada evidencia una epidermis uniestratificada con células grandes, con abundantes

granos de almidón. Después se encuentra la primera capa de esclerénquima en empalizada. La segunda capa de esclerénquima en empalizada tiene células más angosta y con paredes más delgadas que la primera capa. La segunda capa presenta una línea clara cerca de la parte externa. La zona más interna de la testa está formada de múltiples capas de células comprimidas de parénquima.

d) El endospermo está separado de la testa por una cutícula y tiene una capa periférica de aleurona que contiene proteínas y lípidos, mientras el resto del endospermo tiene principalmente almidón como reserva. El embrión filiforme y excéntrico es curvado con pocas vueltas.

e) *Cuscuta campestris* difiere de *Cuscuta pedicellata* por tener células epidérmicas más pequeñas y las cuales contienen glóbulitos que se tiñen de amarillo con yodo. Una línea clara está presente en el primer estrato del esclerénquima en empalizada y otra en el segundo, observándose dos líneas claras adyacentes en la testa de la semilla. La cuarta capa de la testa es más comprimida y las células no contienen almidón.

Marquez-Guzmán ( 1986) compara la testas de Cuscutaceae y Convolvulaceae, dando como resultado importantes diferencias en su origen, estructura y reservas de almidón en la testa , así como en el resto de la semilla.

#### II. 4. ANTECEDENTES QUIMIOTAXONOMICOS

Lincoln (1964), en su excelente síntesis histórica de la taxonomía nos proporciona, entre otros datos, los siguientes:

--Gibbs y Mirov (1954), proponen en el VIII Congreso Internacional de Botánica, y basados en numerosas pruebas: que la química comparativa de las plantas pudiera servir para establecer sus verdaderas relaciones de parentesco

--En las memorias del IX Congreso Internacional de Botánica, ponen en evidencia los múltiples factores tomados en cuenta por las diferentes corrientes de clasificación de las plantas, incluyendo entre estos criterios los proporcionados por la fitoquímica.

--Hegnauer (1961), en el X Congreso Internacional de Botánica, comenta: "La contribución de la fitoquímica a la taxonomía será más valorada y apreciada, si ésta evita exagerar la importancia de los caracteres químicos que se conozcan y asegura que todos los hechos son interpretados cautelosa y muy críticamente".

--Alston et al. (1963), han contribuido ampliamente al reconocimiento de la fitoquímica como elemento taxonómico, al comparar los perfiles cromatográficos de alcaloides, flavonoides y otras sustancias detectados por ellos en diferentes especies y variedades de *Baptisia* (Leguminosa), que permiten su diferenciación y aún validar el grado de hibridación entre ellas.

Pérez-Amador et al. (1980), considerando que diversos investigadores reportaron la presencia de alcaloides en semillas de varias especies de la familia Convolvulaceae, determinaron los perfiles cromatográficos para alcaloides y además para glucósidos kauranoicos (turbicorina y corimbosina, glucósidos isómeros derivados del kaurano) en semillas de varios géneros y especies de

la familia Convolvulaceae, con el objeto de corroborar si estos productos pueden emplearse como marcadores quimiotaxonómicos. De los estudios realizados se concluyó que dichas sustancias se pueden considerar como características de la familia Convolvulaceae.

Pérez-Amador et al. (1989) investigaron, por otra parte, los perfiles cromatográficos de resinas glicosídicas en semillas de siete especies de la familia Convolvulaceae con la finalidad de poderlos usar igualmente como marcadores quimiotaxonómicos. Encontraron en todas las especies resinas glicosídicas que muestran diferencias intergenéricas y similitud interespecífica dentro de un mismo género. En consecuencia concluyeron que, a reserva de ampliar los estudios y combinarlos con los perfiles de alcaloides y glucósidos kauranoicos, podrían ser de gran utilidad en la taxonomía de este grupo.

Sobre el género *Cuscuta*, motivo de la presente tesis, no se han hecho estudios con fines quimiotaxonómicos, por lo que se consideró importante realizarlos tomando en cuenta los antecedentes de la familia Convolvulaceae.

## II. 5. POSICION TAXONOMICA DE *CUSCUTA* L. ( Cronquist, 1981)

División : Magnoliophyta ( Angiospermae )  
Clase : Magnoliopsida ( Dicotyledonae )  
Subclase : Asteridae  
Orden : Solanales  
Familia : Cuscutaceae  
Género : *Cuscuta*

## II. 6. DESCRIPCION DE LA FAMILIA CUSCUTACEAE.

(Dumortier, 1829; transcrito en Cronquist, 1981 y traducido por Arreola, G. L.).

" La familia Cuscutaceae consiste de un solo género, *Cuscuta*, con alrededor de 150 especies. El género es casi cosmopolita, pero mejor desarrollado en el nuevo mundo, especialmente en zonas cálidas. Es generalmente aceptado que *Cuscuta* está relacionada y deriva de las Convolvuláceas y algunos autores incluyen el taxón como género en esa familia ".

" Enredaderas, casi todas plantas herbáceas anuales, con escasa o nada de clorofila, parásitas que atacan a su huésped por haustorios chupadores, el sistema radical terrestre es pequeño, pronto degenera, por lo que la planta adulta no está conectada al suelo; los pelos, cuando están son presentes unicelulares o bicelulares y no glandulares; plantas algunas veces taníferas o saponíferas, pero carecen de compuestos iridoides y principalmente no cianogénicos. Tallos filamentosos, comunmente anaranjados, amarillos, o, en algunas especies verdosos, con células escamosas secretoras, en la corteza, periciclo y algunas veces también en la médula ".

" El sistema vascular reducido, sin floema interno; elementos de vasos con perforaciones simples. Hojas reducidas a escamas, pero frecuentemente con estomas o rodeada por uno o más círculos de células acompañantes. Flores pequeñas de 2 a 6 mm de longitud, en su mayoría agrupadas densamente en cimas o en menor cantidad en forma de espiga, básicamente inflorescencias cimosas, con o sin

brácteas de protección, flores perfectas regularmente pentámeras o menos frecuentemente tetrámeras o raramente trímeras, lisas o papilosas, gruesas, delgadas o algunas membranosas; por lo común blancas o amarillentas. Cáliz simpétalo o menos comunmente con los sépalos separados, corola simpétala con lóbulos imbricados, generalmente ovalados o lanceolados, extensivos o reflejos, frecuentemente con apéndices a manera de laminitas insertas en su base en la cara interna; estambres alternando con los lóbulos de la corola e insertos cerca de los senos de la misma. Anteras cortas, sésiles o más usualmente sobre filamentos delgados, con cuatro esporangios y dos tecas, apertura por hendiduras longitudinales, los granos de polen trinucleados, lisos ".

" Gineceo de 2 a 3 carpelos unidos, ovario súpero, con tantos lóculos como carpelos (la separación algunas veces incompleta); la base del ovario en ocasiones con nectarios. Estilos separados en su parte terminal o en algunas especies más o menos unidos, estigmas secos con gran diversidad; discoides, capitados, cónicos o cilíndricos. Dos óvulos en cada lóculo, con placentación axial o parietal, anátropos, con una sola cubierta masiva (unitégmica) y tenuinucelar, un obturador placentar comunmente formando una cubierta sobre el micrópilo, desarrollo nuclear del endospermo; el suspensor generalmente desarrollado ".

" El fruto una cápsula circuncisible o dehiscente irregular o indehiscente y sin embargo frecuentemente un poco succulento; embrión delgado, filiforme-cilíndrico, casi o completamente acotiledonario, pero en algunos casos con un ensanchamiento en la parte terminal, periférico y fuertemente curvado o enrollado

alrededor del endospermo succulento. La fórmula cromosómica generalmente de 7 ó 15 y múltiplos de estos números ".

## II. 7. DESCRIPCION DEL GENERO *CUSCUTA* (Tourn.) L.

(Rzedowski, 1985).

"Plantas parásitas, tallos volubles, lisos, herbáceos, a manera de hilos amarillos o anaranjados, o, en algunas especies verdosos, sujetos a la planta huésped mediante numerosos y pequeños haustorios chupadores, las hojas representadas por escamas alternas y diminutas, flores pequeñas, en su mayoría de 2 a 6 mm de longitud, perfectas, sésiles o cortamente pediceladas, por lo común pentámeras, en algunas especies trímeras o tetrámeras, lisas o papilosas, gruesas, delgadas o algunas veces membranosas, por lo común blancas o amarillentas, agrupadas por pocas o muchas en conjuntos cimosos, cáliz sinsépalo o menos comúnmente con los sépalos separados, corola simpétala, campanulada, tubular o ligeramente urceolada, los lóbulos por lo general ovados a lanceolados, extendidos o reflejos, frecuentemente con apéndices a manera de laminitas insertos en su base por dentro, estambres alternando con los lóbulos de la corola e insertos cerca de los senos de la misma, anteras sésiles o más comúnmente sobre filamentos delgados a subulados; ovario bilocular, cada lóculo con dos óvulos, dos estilos, separados o en algunas especies más o menos unidos, estigmas capitados a lineares; el fruto es una cápsula globosa u ovoide, indehiscente o reventando irregularmente, o bien, abriéndose por una línea de

circuncisión regular o irregular; semillas normalmente cuatro, o madurando sólo 1 a 3, lisas o ligeramente rugosas, embrión delgado, con 1 a 3 enrollamientos, rodeado por una delgada capa de endospermo, o en algunas especies el embrión es alargado y tiene forma esférica en uno de sus extremos y el endospermo está reducido o aparentemente ausente. Género más o menos comopolita, de aproximadamente 170 especies, el grueso de las cuales se encuentra en América. El nombre de "zacatlaxcales" se usa para las especies del Valle de México ".

II. 7. 1. DESCRIPCION DE *CUSCUTA corymbosa* RUIZ & PAVON  
(Rzedowski, 1985).

"Tallos medianamente gruesos, de 0.4 a 1.8 mm de grosor en ejemplares de herbario; inflorescencias corimbo-paniculadas; flores de 4 a 7 mm de longitud bulbosas o no en su porción basal; cáliz membranoso, más largo o más corto que la mitad del tubo corolino, lóbulos cortos, anchos, obtusos, solapándose ligeramente hacia la base; tubo de la corola tres o cuatro veces más largo que sus lóbulos, éstos obtusos y extendidos; anteras sésiles, sobre cortos filamentos, o sobre filamentos tan largos como las anteras, laminitas infraestaminales delgadas, angostas, que alcanzan la mitad o las 3/4 partes de la longitud del tubo corolino, dentadas o con un proceso irregular, connadas más abajo de la mitad de su longitud ; estilos más largos que el ovario que es globoso a ovoide; cápsula pequeña, globosa, circuncísil, rodeada por la corola seca; semillas una a cuatro, de cerca de 1.5 mm de

longitud, oblicuas, de hilo corto. Especie conocida de México a Perú. En el Valle de México se encuentra representada por dos variedades: *C. corymbosa* var. *stylosa* Engelm. y *C. corymbosa* var. *grandiflora* Engelm."

## II. 7. 2. DESCRIPCION DE *CUSCUTA americana* Linnaeus

(Yuncker, 1932; traducido por Arreola, G.L.).

"Tallos medianamente gruesos. Flores de 2 a 3 mm de longitud, subsésiles reunidas en inflorescencias racemosas, generalmente de color café oscuro en especímenes de herbario. Cáliz tubular, igual o en la mayoría de los casos más corto que el tubo corolino, lóbulos anchos, ovados, imbricados, obtusos, la mayoría de las veces más cortos que anchos. Corola cilíndrica, incluida en el cáliz, usualmente solamente los lóbulos sobresalen; cortos, ovados, obtusos, rectos o levemente extendidos. Laminillas infraestaminales triangulares o algunas veces un poco oblongas, fimbriadas con prolongaciones cortas, en ocasiones se extienden hasta la base de los estambres, generalmente llegan a la mitad del tubo corolino. Estambres subsésiles, sobre filamentos más cortos que las anteras, anteras ovales y frecuentemente el conectivo apiculado. Estilos más largos que el ovario globoso que alcanzan casi los lóbulos de la corola o algunas veces los sobrepasa, estigmas delgados capitados. Cápsula globosa o globosa-ovoide, circuncísible cubierta por la corola seca. Semillas de alrededor de 1.5 mm de largo, ordinariamente una por cápsula, ovoides, en muchos especímenes con una muesca que se extiende

longitudinalmente, hilo pequeño, oval oblicuo o reducido a una marca redonda".

### II. 7. 3. DESCRIPCION DE *CUSCUTA arvensis* Beyrich

(Yuncker, 1932; traducido por Arreola, G. L.).

"Tallos delgados a medianamente gruesos. Flores de aproximadamente 1.5 mm de largo, más o menos glandulares, sobre pedúnculos de aproximadamente la misma longitud de las flores, inflorescencias cimosas. Cáliz en su mayor parte adosado al tubo corolino, lóbulos cortos, anchos, ovados, obtusos, imbricados a lo ancho formando angulos, dando al cáliz una apariencia angular. Corola con lóbulos extendidos, angostos, lanceolados, con puntas agudas dobladas, casi iguales al tubo campanulado. Estambres más cortos que los lóbulos, filamentos delgados o algunas veces subulados más largos o casi iguales a las anteras ovaes. Laminillas infraestaminales, prominentemente fimbriadas en la parte terminal. Estilos delgados casi iguales o más cortos que el ovario globoso, estigmas pequeños globosos. Cápsulas globosas, ovoides o globosas-comprimidas siendo muy notorias en las corolas secas. Semillas globosas-comprimidas, frecuentemente aplanadas en una de sus caras, hilo corto, oblongo, terminal, transversal y de casi 1 mm de longitud".

II. 7. 4, DESCRIPCION DE *CUSCUTA tinctoria* Martius

(Rzedowski, 1985).

" Tallos de mediano espesor, o algunas veces gruesos, de 0.5 a 2.5 mm de diámetro en ejemplares de herbario, flores lisas, de 4 a 5.5 mm de longitud, sésiles o sobre pedicelos cortos, algunas veces solitarias y protegidas por una bráctea simple que es ovado-orbicular, o agrupadas en densos glomérulos, lóbulos del cáliz desiguales, orbiculares, obtusos, solapándose en la base, casi tan largos como el tubo corolino, el margen entero o algo irregular, provistos de quilla en forma de cresta, corola campanulada, convirtiéndose en urceolada en el fruto, los lóbulos ovados, algo oblongos, obtusos, solapándose en la base, extendidos, los bordes enteros o algo irregulares, estambres más cortos que los lóbulos de la corola, los filamentos igualan en largo a las anteras que son oval-oblongas, laminitas infraestaminales llegando a la base de los filamentos, connadas hasta cerca de la mitad de su largo, estilos delgados, más largos que el ovario globoso, convertidos en una proyección en el fruto, cápsula deprimido-globoso, circuncísil, 4 semillas en cada cápsula, o a veces 3, de casi 1.5 mm de longitud, anguladas, hilo oblongo, linear transverso. En el Valle de México se conoce entre 2250 y 2600 m de altitud en los municipios de Tolcayucan, Zumpango, Teotihuacán y Ecatepec, mostrando una marcada preferencia de tener como huésped al pirul (*Schimus molle*). Esta especie fue muy utilizada para fines de tinción, uso que ha perdido vigencia ".

### III. MATERIALES Y METODOS

#### III. 1. CRITERIOS PARA LA COLECTA DEL MATERIAL VEGETAL UTILIZADO

III.1.1. Con la finalidad de determinar las especies colectadas en el Valle de México, sitios de colecta y épocas del año en las que fueron realizadas, se hizo una revisión del género *Cuscuta* en los herbarios de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB) y del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU).

III.1.2. Para conocer cuántas y cuáles especies de *Cuscuta*, se han reportado para el Valle de México, así como la clave para su identificación, se consultó "La flora fanerogámica del Valle de México", Vol II ( Rzedowski, 1985 ).

III.1.3. Se investigó la delimitación geográfica del Valle de México (García, M. 1984; Imaz, M. 1989 y Rzedowski, 1979 ).

III.1.4 Se realizaron 27 colectas del género *Cuscuta*, entre noviembre de 1988 y noviembre de 1990, en el Valle de México y zonas aledañas del estado de Morelos.

III.1.5 La mayoría de los ejemplares colectados fueron identificadas en el Herbario Nacional, MEXU ( Instituto de Biología de la UNAM ), quedando los ejemplares incorporados a su acervo.

Se reportaron con más frecuencia las siguientes especies:  
*C. americana*, L., *C. arvensis* Beyr., *C. corymbosa* R & P. var. *stylosa* Engelm., y *C. tinctoria* Mart.

### III. 2. DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL AREA DE COLECTA

Se seleccionaron para el presente estudio las cuatro especies más abundantes, cuya localización se señala en el mapa No. 1.

" La cuenca o Valle de México se encuentra en la provincia fisiográfica denominada eje volcánico ubicada entre los meridianos  $98^{\circ}15'$  y  $99^{\circ}30'$  y los paralelos  $19^{\circ}00'$  y  $20^{\circ}15'$ . Es ligeramente elipsoide y alargado. Su eje mayor, de la zona chinampera de Xochimilco a las regiones semiáridas de Pachuca, mide aproximadamente 110 km. El eje menor desde los bosques de la sierra de las Cruces hasta las cimas del Ixtachuatl mide alrededor de 80 km. La superficie de la cuenca es de casi 7,500 Km."(Imaz, 1989 y Rzedowski, 1979).

"Fisiográficamente la cuenca del Valle de México puede dividirse en tres subregiones que en otra época estuvieron ocupadas por lagos. Al sur la región de Xochimilco y Chalco, entre la sierra del Ajusco, la sierra Nevada y la sierra de Sta. Catarina. Al centro, la región de Texcoco y México en donde se encuentran la capital de la República Mexicana y el lago de Texcoco, la sierra de Guadalupe, el cerro de Chiconautla y el cerro Patlachique separan esta región de la de Zumpango y Xaltocan la cual se prolonga hacia el noreste hasta la base de la sierra de Pachuca" ( García y Falcon, 1984 ).



Mapa 1.- Localización de zonas de colecta en el Valle de México de: (A) C. corymbosa var. stylosa, (B) C. arvensis, (C) C. americana y (D) C. tinctoria.

### III. 3. OBTENCION Y PROCESAMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL

Se colectaron tallos, botones florales en diversos estados de desarrollo, flores en antesis, frutos y semillas, de las cuatro especies seleccionadas para:

III.3.1. ESTUDIOS DE ANATOMIA, EMBRIOLOGIA E HISTOQUIMICA. Botones florales y flores en antesis de las cuatro especies fueron separados y fijados en FAA (formól-acético-agua).

III.3.1.1. Su inclusión en parafina : Se deshidrataron con alcoholes graduales e incluyeron en parafina con la técnica de Johansen (1940). Cortes de 9 a 10 micrómetros fueron obtenidos con el micrótopo rotatorio. Algunos cortes fueron teñidos con safranina-verde rápido (E.M. Engleman, comunicación personal) y otros para pruebas histoquímicas.

III.3.1.2. Inclusión en JB4 : Se deshidrataron en acetonas graduales y se incluyeron en resina JB4 (Valley, 1976). Se obtuvieron cortes de 1 a 2 micrómetros con un ultramicrótopo y navajas de vidrio. Los cortes se tiñeron con azul de toluidina.

III.3.2. ESTRUCTURA EXTERNA Y ESTRUCTURA INTERNA DE SEMILLAS. Semillas jóvenes y maduras de las cuatro especies, fueron seleccionadas y fijadas en FAA.

III.3.2.1. Su observación al microscopio fotónico: Las semillas se observaron directamente en cortes de parafina teñidos con safranina-verde rápido y en cortes de JB4 teñidos con azul de toluidina.

III.3.2.2. Su observación al microscopio electrónico de barrido (MEB). Las semillas se deshidrataron con alcoholes graduales y al final con acetona al 100%; algunas se cortaron transversal y longitudinalmente, otras se dejaron completas. Se desecaron a punto crítico, se fijaron al cilindro portamuestras, se cubrieron con oro y se observaron al MEB (Licea, 1979).

III.3.3. ESTUDIOS FITOQUIMICOS PRELIMINARES. Tallos y flores en antesis de las cuatro especies de *Cuscuta* fueron secados y pulverizados.

III.3.3.1. Determinación de perfiles cromatográficos de alcaloides. Se utilizó 1 gramo de cada una de las muestras de *Cuscuta*, tanto de flor como de tallo, a excepción de flores de *C. americana*, así como también 1 gramo de semilla molida de *Turbina corymbosa*, la cual se empleó como patrón de comparación

Las muestras se desengrasaron con 10 ml de hexano tres veces con intervalos de media hora. Una vez desengrasadas se secaron y se trataron con solución amoniaca al 10% de concentrado, por espacio de 24 a 48 horas, y se secaron otra vez. Se extrajeron en una mezcla cloroformo-metanol en proporción 9:1, tres veces, filtrando cada vez; el filtrado final se llevó a sequedad y el residuo se disolvió en 0.5 ml de cloroformo. Se tomó una muestra de 20  $\mu$ l para aplicar en placa delgada de gel de sílice y se corrió con un frente de 15 cm empleando como eluyente cloroformo-metanol en proporción 9:1. Las placas se observaron con luz ultravioleta, y se revelaron con sulfato cérico, reactivo de

Dragendorff y de Van Urk. Las manchas obtenidas se compararon con las del patrón de *Turbina corymbosa* (según técnica de Pérez-Amador, 1980; modificada).

III.3.3.2. Determinación de perfiles de glicósidos kauranoicos. Se utilizaron 100 mg de las muestras mencionadas para alcaloides. Se maceró cada una de ellas durante una hora con 3 ml de metanol. El macerado se filtró y del filtrado aforado a 3ml se tomaron 20  $\mu$ l para su aplicación en placa delgada de gel de sílice, la que se eluyó con butanol-agua-ácido acético, en proporción 5:4:1. Estas placas se corrieron con un frente de 10 cm. Las placas se observaron con luz ultravioleta y se revelaron con sulfato cérico. Se tomó como patrón de comparación *Turbina corymbosa* (según técnica de Pérez-Amador, 1980; modificada).

III.3.3.3. Determinación de perfiles de glicorresinas. Se tomaron 100 mg de muestra pulverizada y desengrasada con hexano, de cada una de las utilizadas para las otras pruebas a excepción de *T. corymbosa*, que se substituyó por *Ipomoea murucoides*, la que sirvió como patrón de comparación. Las muestras se trataron con 3 ml de cloroformo durante una hora, se filtraron y el filtrado se aforó a 3 ml se tomaron 20  $\mu$ l, los que se aplicaron en placa delgada de gel de sílice. La placa se eluyó con cloroformo-metanol 9:1, se corrió con un frente de 10 cm, se observó a la luz ultravioleta y se reveló con sulfato cérico (según técnica de Pérez-Amador, 1989; modificada).

### III.3. PRUEBAS HISTOQUIMICAS

Las siguientes pruebas histoquímicas se realizaron en cortes de parafina de botones florales, flores en antesis, semillas jóvenes y semillas maduras

III.3.1. REACTIVO DE LUGOL. Tiñe de azul o morado intenso el almidón. Los cortes desparafinados fueron hidratados y se trataron con unas gotas de una solución de yodo y yoduro de potasio (Johansen, 1940).

III.3.2. ROJO "O" ACEITE. Tiñe de color anaranjado cutícula. Los cortes desparafinados e hidratados fueron tratados con solución saturada de rojo O de aceite durante 30 minutos y se montaron en jalea glicerínada. (E. M. Engleman, comunicación personal).

III.3.3. ACIDO PERYODICO-REACTIVO DE SCHIFF. Tiñe de color rosa intenso los polisacáridos insolubles. Los cortes desparafinados e hidratados se trataron con la solución de ácido peryódico al 0.5% durante 15 minutos y se lavaron. Se les aplicó el reactivo de Schiff durante 15 minutos. Los cortes se lavaron con agua, se trataron con ácido acético al 2% por 2 minutos, se deshidrataron y se montaron en bálsamo de Canadá. ( técnica de E. M. Engleman comunicación personal, modificada ).

III.3.4. MEZCLA MERCURICA DE AZUL DE BROMOFENOL. Tiñe las proteínas de azul. Los cortes desparafinados se hidrataron hasta alcohol de 96°, se trataron con la mezcla durante 15 minutos. Se les aplicó ácido acético al 0.5% durante 20 minutos. Los cortes se lavaron y se deshidrataron para montar en bálsamo de Canadá (Mazia, et al, 1953).

III. 3. 5. PERMANGANATO DE POTASIO. Tiñe de color café obscuro los taninos, y otros compuestos susceptibles a la oxidación. Cortes desparafinados e hidratados fueron colocados en permanganato de potasio al 1%, durante 20 minutos. Se deshidrataron y se montaron en bálsamo de Canadá. ( E. M. Engleman, comunicación personal ).

## IV. RESULTADOS

### IV.1. OBSERVACIONES DE CAMPO:

Se hizo la observación de las especies de estudio del presente trabajo, desde noviembre de 1988 hasta mayo de 1992 y en el seguimiento de su comportamiento fenológico se encontró lo siguiente:

En general las especies del género *Cuscuta* presentes en el Valle de México tienen su máximo desarrollo en los meses de julio, agosto y septiembre, con abundantes flores en antesis, si bien las flores pueden observarse en menor cantidad, hasta principios de noviembre. En noviembre y diciembre ya existen semillas maduras. En zonas más frías del Valle como la de Ameca Ameca, la planta se seca y desaparece completamente (*C. arvensis*). En zonas más protegidas y con temperaturas más benignas los tallos permanecen, aunque parcialmente secos, retomando su desarrollo a partir del mes de marzo (*C. americana*, *C. corymbosa* y *C. tinctoria*)

Se encontraron especies de *Cuscuta* parasitando, plantas cultivadas como calabaza, maíz, quelite cimarrón, ciruelo, de ornato como trueno, bugambilia, y jacaranda. Además parasitan diversos taxa de la flora silvestre.

Específicamente *C. arvensis* fue colectada como parásita de hierbas silvestres de la familia Asteraceae, *C. americana* de arbustos de *Ligustrum japonicum*, el "trueno", *C. tinctoria* de *Schinus molle*, el "pirul" y *C. corymbosa* de *Chenopodium*, "quelite", y de malezas de maíz.

## IV.2. ANATOMIA REPRODUCTIVA de las cuatro especies de *Cuscuta*

### IV.2.1. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS

En corte longitudinal de botón floral muy joven, los estambres se observan como protuberancias laterales a los primordios del ovario, con un marcado ensanchamiento en la parte apical, que formará la antera (Fig. 1). La sección transversal en esta etapa inicial tiene forma ovoide, con una protodermis (epidermis embrionaria), uniestratificada, que encierra un tejido parenquimatoso constituido por una masa homogénea de células isodiamétricas con núcleos grandes y teñidos intensamente (Fig.2).

Posteriormente , la antera se vuelve bilobular. Se empieza a diferenciar un grupo de células arquesporales hipodérmicas en las dos esquinas de cada lóbulo. Las células arquesporales se dividen periclinalmente, formándose una capa parietal primaria de células subepidérmicas el tejido esporógeno, formado por células cuyo citoplasma se tiñe más intensamente que las células vecinas (Fig.3).

La capa parietal primaria se divide a su vez periclinalmente para formar dos capas parietales secundarias (Fig. 4). La capa parietal externa se divide a su vez, para formar el endotecio y la capa media. La capa parietal interna se convierte en el tapete.

En una antera casi madura se observan : cuatro esporangios y una zona de tejido estéril conectivo que lleva los haces vasculares, ( Figs. 5 y 6 ). En cada esporangio podemos distinguir, formando la pared de la antera, la epidermis

uniestratificada, el endotecio subepidérmico, una capa media poco desarrollada y una capa tapetal, todas uniestratificadas. Circundadas por la pared de la antera se encuentran las células madres de las microsporas, que son grandes, con citoplasma denso y núcleo muy desarrollado, que se derivan directamente por divisiones mitóticas del tejido esporógeno (Fig. 6 ).

En una etapa más avanzada del desarrollo, las células madres de las microsporas se rodean de una capa de callosa (polisacárido). Las células sufren meiosis para formar tétradas de microsporas, en arreglo tetrahédrico (Figs. 7, 8 y 9).

En la etapa de tétrada de microsporas, las células del tapete se hipertrofian; sus células se tiñen más intensamente, tomando una apariencia glandular. Las células aparecen binucleadas. Así mismo, la capa media de la pared de la antera se aplasta y desaparece (Figs. 10 ).

Las microsporas uninucleadas, rodeadas de una delgada pared primaria, son liberadas por la desintegración de la pared de callosa, pudiéndose considerar granos de polen jóvenes, ya que continúan con la secreción de la exina (Fig. 11).

Por otra parte, grandes vacuolas aparecen en las células del tapete, las cuales se rompen, expulsando cuerpos de Ubisch, que luego rodean el grano de polen joven. (Figs. 12 y 13).

El tapete se desintegra, quedando reducido a una membrana tapetal (Fig. 13). La pared de la antera madura queda constituida finalmente, por una epidermis aplanada, un endotecio bien desarrollado con engrosamientos espiralados, y una membrana tapetal. En este momento los granos de polen ya son bicelulares,

con la intina y la exina, y con tres colpos. La antera madura es bilobular y tetrasporangiada (Figs. 14, 15 y 16).

La dispersión del polen es unitaria, es decir los granos de polen se dispersan en forma individual. La dehiscencia de la anteras es longitudinal. A lo largo de toda la línea de dehiscencia la pared de la antera sufre un adelgazamiento en sus capas hasta romperse en la zona del estomio (Fig. 15 y 16). En el momento de dehiscencia el grano de polen presenta dos células (Figs. 16 y 17). Se observaron granos de polen germinando sobre el estigma (Fig. 18).

#### IV.2.2. MEGASPORANGIO Y MEGASPOROGENESIS

El megasporangio (nucela) se empieza a desarrollar como un cúmulo de células indiferenciadas, que surgen de la placenta del ovario, en una etapa temprana del botón floral. En una etapa posterior la nucela se observa de forma más o menos esférica. (Fig. 19).

La nucela al seguir su desarrollo se ensancha en la parte apical e inicia su curvatura, sin observarse cambios aparentes en sus células. En este momento los carpelos ya se unieron para formar el ovario que encierra los óvulos (Fig. 20).

Cuando la curvatura de la nucela ha alcanzado aproximadamente 90 grados, una célula hipodérmica se destaca por su mayor tamaño, su forma ovoide y su núcleo muy evidente. Esta célula arqueosporial, directamente se diferencia en la célula madre de las megasporas, sin formación de célula parietal. Por lo tanto el

óvulo que se formará será del tipo tenuinucelar ( Figs. 21 y 22 ).

Cuando el óvulo termina de rotar, el micrópilo y el funículo quedan muy cerca uno del otro y el saco embrionario escurvo constituyéndose así en óvulo del tipo campilótropo. En estos óvulos se presenta una paquicálaza que abarca casi toda la estructura ovular, con excepción de la zona micropilar, donde si es posible distinguir al único tegumento como tal, con sus dos epidermis externa e interna y un parénquima pluriestratificado entre ambas. No se pudo observar la etapa inicial del surgimiento del tegumento.

El micrópilo es un canal estrecho y recto limitado por la epidermis interna del tegumento único del óvulo. En la región micropilar del óvulo y desde la placenta surge un cúmulo de células digitiformes, llamado obturador, que por su origen es placentar. El haz vascular penetra desde el funículo y recorre 2 tercios de la extensión del eje longitudinal del óvulo, a lo largo de la región denominada rafe (Fig.23A, 23B, 24 y 25).

Cuando los óvulos se han desarrollado completamente, vemos que derivados del ovario bicarpelar se generan dos estilos lineares, compactos y separados desde su origen, terminados en un estigma capitado. Incluida en la pared del ovario se observa una zona ensanchada que se tiñe más intensamente y que corresponde a los nectarios (Figs.24 y 26).

En corte transversal basal del ovario maduro se observan dos lóculos, separados por un tabique y dos óvulos en cada uno de ellos (Fig.27).

#### IV.2.3. GAMETOFITO FEMENINO

En observaciones del saco embrionario o gametofito femenino, se pueden distinguir: la célula central con dos núcleos polares, la ovocélula grande localizada en el extremo micropilar, acompañada por dos sinérgidas piriformes formando el aparato del huevo. Dichas sinérgidas persisten aún durante la primera división del cigoto (Figs. 28 y 29). No se observó el tipo de desarrollo del saco embrionario. Las antípodas no fueron observadas, posiblemente porque el plano de corte no lo permitió ó bien por ser estas células efímeras (Johri, 1934).

#### IV.2.4. EMBRIOGENESIS

Después de la fecundación, la ovocélula se convierte en un cigoto (Fig. 30). Se pudo observar que su primera división es transversal y origina dos células, una más grande orientada hacia el micrópilo, célula basal o *Cb* y una célula más pequeña orientada hacia la zona calazal llamada célula apical o *Ca*, en esta etapa se observan todavía las dos sinérgidas (Fig. 31).

La célula basal se divide longitudinalmente, formándose un proembrión de tres células, dos basales grandes y una pequeña apical. La célula apical se divide transversalmente en dos células. A su vez la del extremo micropilar se divide longitudinalmente para constituir un embrión de cinco células. (Fig. 32). El embrión joven es cilíndrico y formado por una masa de células meristemáticas indiferenciadas.

En semillas maduras el embrión es pluricelular, filiforme enrollado en espiral y la parte terminal en forma de bulbo (extremo radicular). Se observó una escama foliar pequeña sobre el eje embrionario. (Figs. 36, 50, 51, 52, 53, 54 y 55).

#### IV.2.5. POLIEMBRIONIA

La poliembrionía se observó únicamente en semillas jóvenes de *Cuscuta arvensis*, presentándose varias semillas con uno y con 4 proembriones dentro de un mismo saco embrionario, rodeados del endospermo (Fig. 33).

#### IV.2.6. FORMACION DEL ENDOSPERMO

En el extremo calazal del saco embrionario, se observa la célula central uninucleada (Fig. 34). En una etapa posterior, se distingue el endospermo cuyo desarrollo es del tipo nuclear, es decir ocurren cariocinesis sin citocinesis, arreglándose los múltiples núcleos en la periferia del citoplasma del endospermo (Fig.35).

En cortes de semilla madura el endospermo se reduce, hasta quedar representado por una capa de células, capa de aleurona, con inclusiones proteicas muy prominentes denominadas granos de aleurona y restos de paredes de las células del endospermo cuyo almidón ha sido consumido durante el desarrarrollo de la semilla y que rodean el embrión (Figs. 36 y 37).

#### IV.2.7. FORMACION DE LA TESTA DE LA SEMILLA

La testa de la semilla se origina a partir del único tegumento del óvulo en la regiones micropilar y de la paquicálaza en lo que resta del óvulo, en la siguiente secuencia:

Las células de la epidermis uniestratificada (exotesta) crecen y se llenan de granos de almidón que se consumen durante el desarrollo, se hipertrofian y vacuolizan en semilla madura. De las células del meristemo fundamental se diferencia una capa hipodérmica que enseguida sufre una división periclinal, para formar un segundo estrato subhipodérmico. Estas dos capas pierden su almidón y las células sufren un alargamiento cuyo eje mayor es perpendicular a la superficie, engrosándose sus paredes por acúmulo de sustancias y darán origen, en la semilla adulta a los esclerénquimas uniestratificados en empalizada interno y externo, respectivamente. El resto del tegumento que era rico en almidón se consume, quedando reducido al final a un cúmulo de paredes celulares. En el tercio externo del esclerénquima interno en empalizada, podemos visualizar una línea clara (Figs. 38, 39, 40, 41, 42, 43, 49, 54 y 55).

#### IV.2.8. SEMILLA MADURA

Se estudiaron semillas maduras solamente en tres especies de *Cuscuta*, ya que el material para la observación de *C. americana* fué insuficiente.

#### IV.2.8.1. ESTRUCTURA EXTERNA.

Las semillas globulares, de aproximadamente un milímetro, aplanadas en uno de sus lados, de color amarillento, se desarrollan cuatro por fruto, éste es coriáceo, con la corola seca adherida y dehiscencia circuncísil; el hilo se localiza en una pequeña depresión circular (Figs. 44, 45 y 46).

Al Microscopio electrónico de barrido, la superficie de la semilla se observa con pliegues, surcos y papilas, que en el área que circunda al hilo son notoriamente más pequeñas, el hilo se ve como un pequeño promontorio ( Figs. 46, 47, y 48 ).

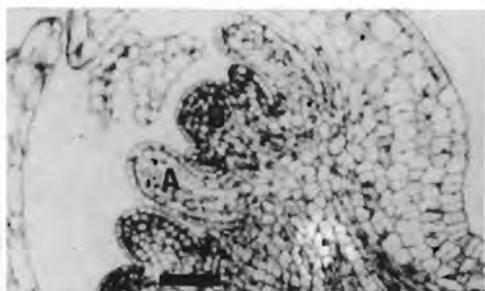
#### IV.2.8.2. ESTRUCTURA INTERNA.

En semillas maduras se observa la testa constituida por: una epidermis de células grandes de pared delgada, dos capas lignificadas de esclerénquima en empalizada, se presenta una línea clara en el tercio externo de la capa interna del esclerénquima. Adyacente a la capa interna, podemos observar una cutícula, que separa la cubierta seminal del endospermo reducido a una capa de células vivas (aleurona) que contienen cuerpos proteicos muy prominentes. Más internamente se presenta otra cutícula que separa el endospermo, del embrión. Todas las estructuras anteriores, rodean el embrión, enrollado en espiral (Figs. 36, 37, 44, 51 54 y 55).

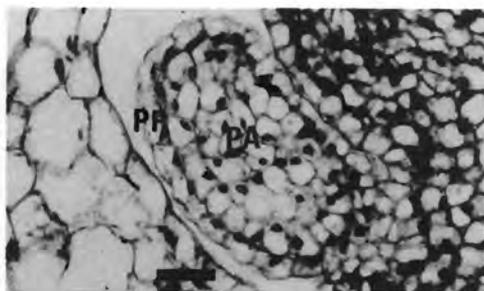
LAMINA I. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS

- Fig. 1. Corte longitudinal de botón floral. *Cuscuta arvensis*.  
Primordio de antera (A). Primordio de ovario (O).  
Escala = 64  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 2. Corte transversal de antera joven. *C. arvensis*.  
Protodermis (PR). meristemo fundamental (PA).  
Escala=24  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 3. Corte transversal de esporangio de una antera. *C. arvensis*. Epidermis (EP).Capa parietal primaria (PPL). Tejido esporógeno (ST). Escala = 19  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 4. Corte transversal de esporangio de una antera (la misma antera de la fig. 3 en diferente nivel de corte). *C. arvensis*. Epidermis (EP). Capa parietal primaria (PPL). Capa parietal secundaria.(SPL). Tejido esporógeno (ST). Escala = 19  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 5. Corte transversal de botón floral *C. arvensis*. Se observan anteras bilobuladas tetrasporangiadas Antera (A). Esporangios (SP). Conectivo (CO) Estilo (PT). Pétalos (P). Sépalos (SE). Escala = 102  $\mu\text{m}$ .
- Fig. 6. Corte transversal de antera (aumento de la fig. 5) *C. arvensis*. Antera (AW). Epidermis (EP). Endotecio (EN). Capa media (ML). Tapetum (T).Células madres de las microsporas (PMC). Escala=30  $\mu\text{m}$ .

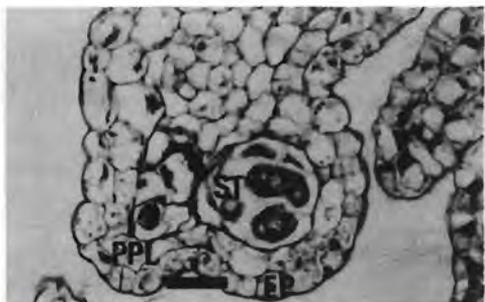
LAMINA I. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS



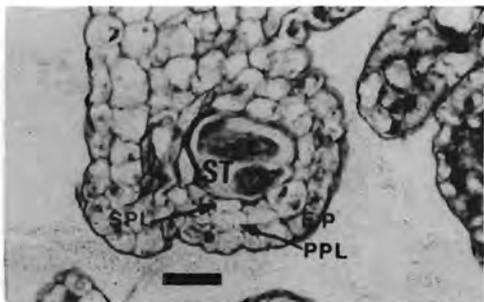
1



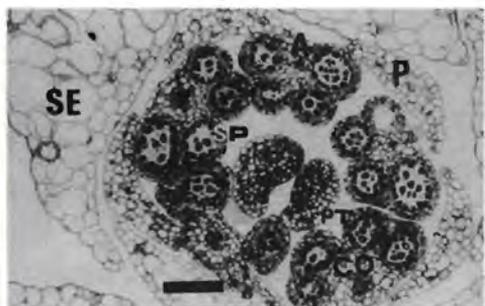
2



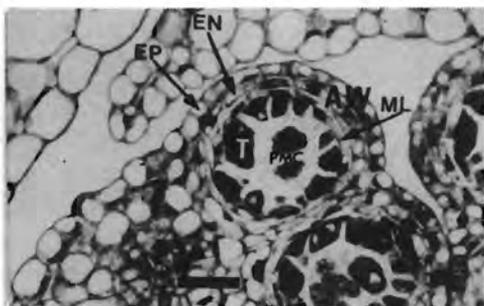
3



4



5

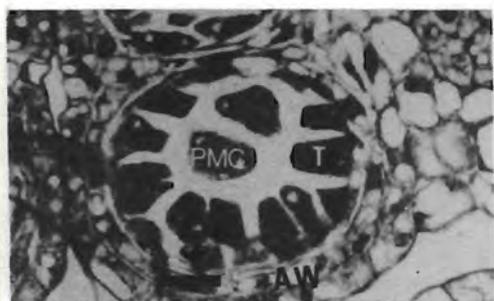


6

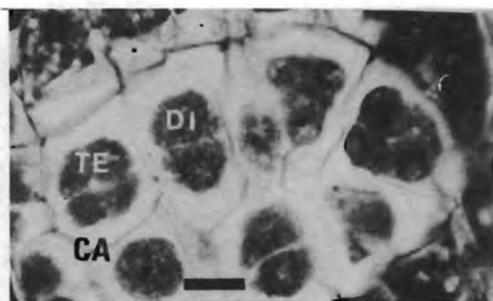
LAMINA II. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS

- Fig. 7. Corte transversal de antera. *C. arvensis*. Célula madre de la microspora en meiosis (PMC). Tapete (T). Pared de la antera (AW). Escala = 14 $\mu$ .
- Fig. 8. Corte transversal de antera. *C. americana*. Pared de callosa (CA). Díadas (DI). Tétradas (TE). Escala = 12  $\mu$ m.
- Fig. 9. Corte transversal de antera. *C. arvensis*. Tétradas de microsporas (TE). Pared de antera (AW). Tapete (T). Escala = 19  $\mu$ m.
- Fig. 10. Corte transversal de antera. *C. arvensis*. Tapete binucleado (T). Pared de antera (AW). Tétradas de microsporas (TE). Escala = 14  $\mu$ m.
- Fig. 11. Corte transversal de antera. *C. arvensis*. Granos de polen jóvenes (PO). Tapete (T). Capa media (ML). Endotecio (EN). Epidermis (EP). Cuerpos de Ubisch (UB). Escala = 24 $\mu$ m.
- Fig. 12. Lóculo de antera. *C. americana*. Granos de polen jóvenes (PO). Cuerpos de Ubisch (UB). Escala = 19 $\mu$ m.

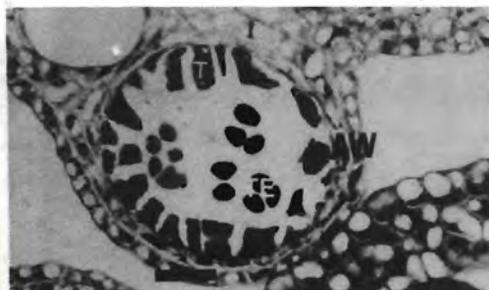
LAMINA II. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS



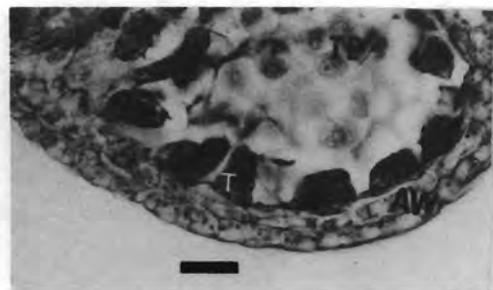
7



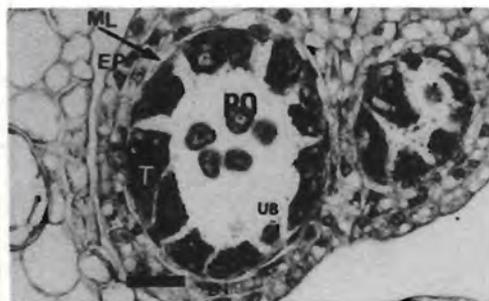
8



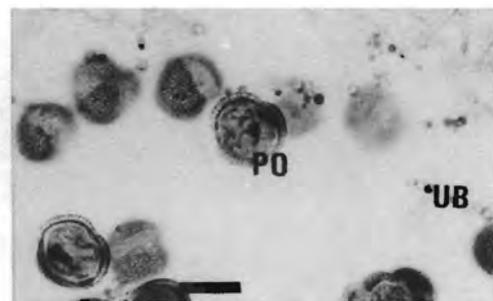
9



10



11



12

LAMINA. III. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS.

Fig. 13. Corte transversal de antera. *C. americana*. Tapete binucleado desintegrándose (T). Granos de polen (PO). Escala = 19 $\mu$ m.

Fig. 14. Corte transversal de antera madura. *C. arvensis*. Estomio (STO). Conectivo (CO). Haz vascular (V). Epidermis (EP), Endotecio (EN). Granos de polen (PO). Escala = 49 $\mu$ m.

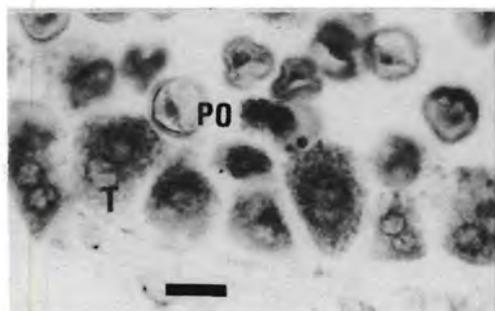
Fig. 15. Corte transversal de antera en dehiscencia. *C. americana*. Estomio (STO). Engrosamientos del endotecio (EN). Epidermis (EP). Granos de polen (PO). Escala = 52 $\mu$ m.

Fig. 16. Granos de polen. maduros. *C. americana*. Grano de polen bicelular (PO). Célula vegetativa (VC). Célula generatriz (GC). Escala = 10 $\mu$ m.

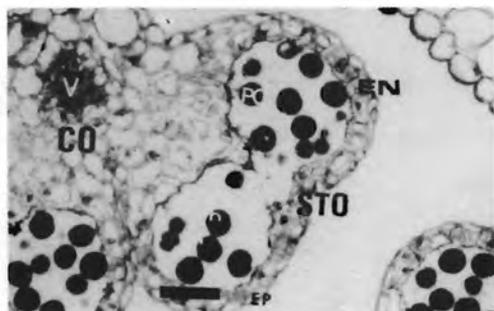
Fig. 17. Granos de polen maduros tricolpados. *C. americana*. Exina (EX). Intina (IN). Escala = 6 $\mu$ m.

Fig. 18. Estigma (ST) con grano de polen (PO) germinando. *C. americana*. Escala = 17 $\mu$ m.

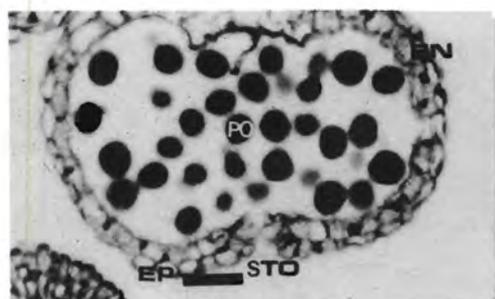
LAMINA III. MICROSPORANGIO Y MICROSPOROGENESIS



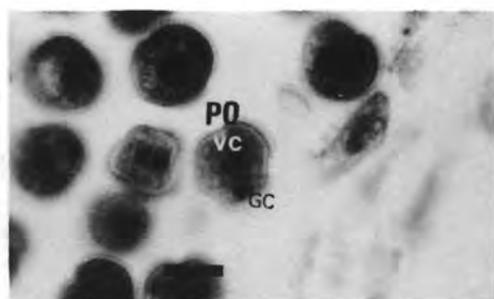
13



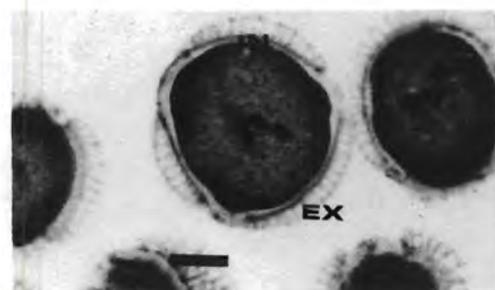
14



15



16



17



18

LAMINA IV. MEGASPORANGIO Y MEGASPOROGENESIS

- Fig. 19. Corte longitudinal de botón floral. *C. arvensis*. Primordio de antera (A). Carpelos (C). Primordio de óvulos (OV). Escala = 25µm.
- Fig. 20. Corte longitudinal de botón floral. *C. arvensis*. Pared del ovario (OW). Ovulos en rotación (OV). Pétalos (P). Antera (A). Escala = 104µm.
- Fig. 21. Corte longitudinal de óvulo. *C. arvensis* Epidermis (EP). Célula madre de las megasporas (M M C). Nucela (NU). Escala = 20µm.
- Fig. 22. Corte longitudinal de ovulo. *C. arvensis*. Célula madre de las megasporas (M M C). Nucela (NU). Escala = 20µm.
- Fig. 23A. Corte longitudinal de óvulo campilótropo. *C. arvensis*. Epidermis (EP). Tegumento pluriestratificado (INT). Micrópilo (MI). Obturador (OB). Funiculo (F). Saco embrionario (ES). Paquicálaza (PC). Escala = 68µm.
- Fig. 24. Corte longitudinal de ovario. *C. arvensis*. Pared del ovario (WO). Septo (SEP). Nectario (NE). Ovulo (OV). Obturador (OB). Funiculo (F). Saco embrionario (ES). Escala = 129µm.

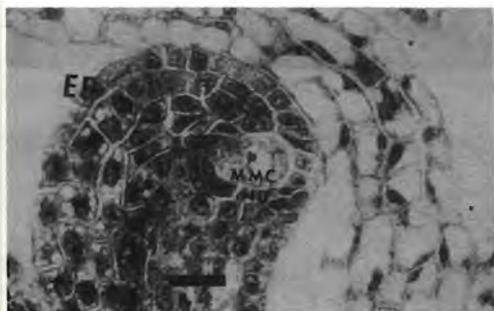
LAMINA IV. MEGASPORANGIO Y MEGASPOROGENESIS



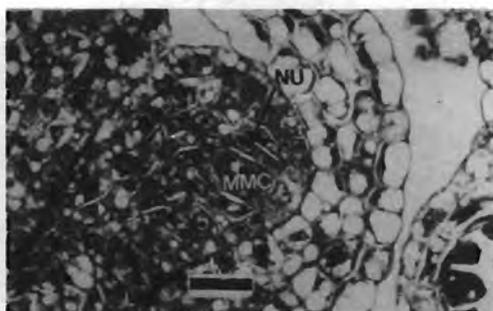
19



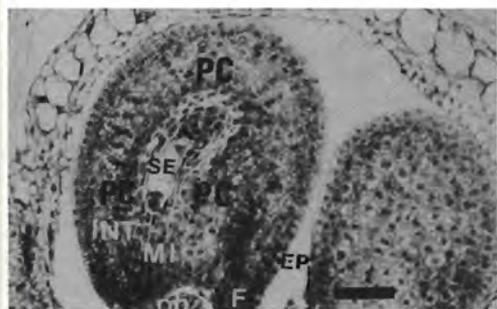
20



21



22



23A



24

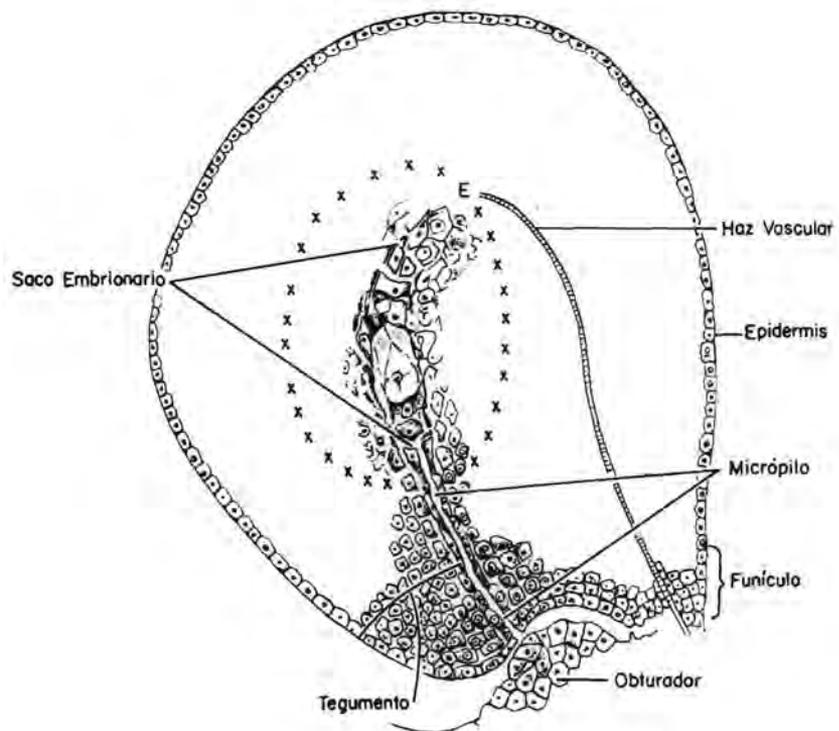


Fig. 23B.- Corte mediano de semilla inmadura de *C. arvensis*. Sitio de terminación del haz vascular (E)  
Extensión de la paucicélula (x)

LAMINA V. GAMETOFITO FEMENINO

Fig. 25. Corte longitudinal de ovario. *C. arvensis*. Ovulo (OV). Rafe (R). Funiculo (F). Pared de ovario (OW). Escala = 97 $\mu$ m.

Fig. 26. Corte longitudinal de ovario *C. arvensis* Estilo (PT). Estigma (ST). Ovulo (OV). Antera (A). Corola (P). Escala = 97 $\mu$ m.

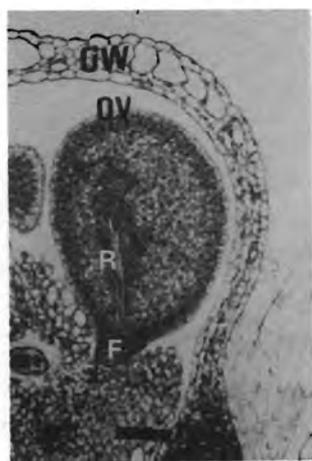
Fig. 27. Corte transversal de ovario. *C. arvensis*. Pared del ovario (OW). Septo (SEP). Ovulos (OV). Escala = 185 $\mu$ m.

Fig. 28. Corte longitudinal del óvulo de *C. arvensis*. Saco embrionario (ES) Núcleos polares (PN). Ovocélula (OVC). Escala = 22 $\mu$ m.

Fig. 29. Corte del óvulo de *C. arvensis*. Saco embrionario (ES) Ovocélula (OVC). Sinérgidas (S). Escala = 26 $\mu$ m.

Fig. 30. Corte longitudinal de óvulo de *C. arvensis*. Saco embrionario (ES) Cigoto (E). Escala = 37 $\mu$ m.

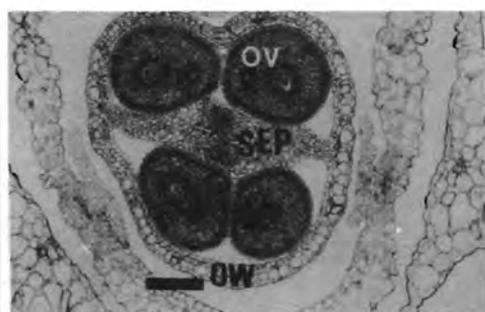
LAMINA V. GAMETOFITO FEMENINO



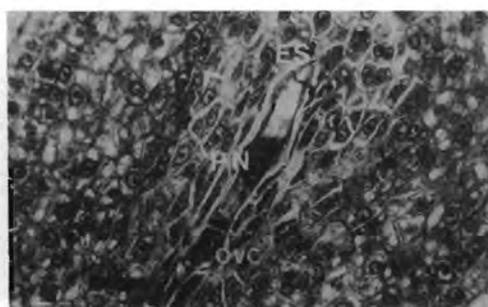
25



26



27



28



29

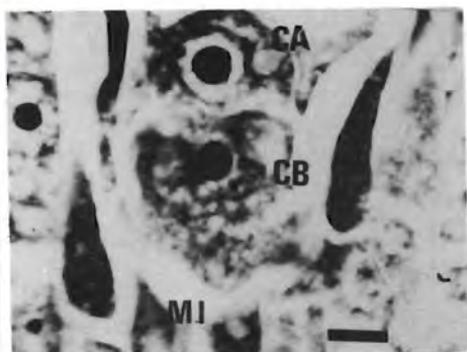


30

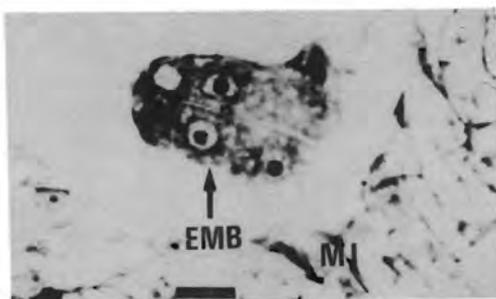
LAMINA VI. EMBRIOGENESIS, POLIEMBRIONIA, ENDOSPERMO Y TESTA.

- Fig. 31. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*. Primera división del cigoto. Célula apical (CA). Célula basal (CB). Micrópilo (MI). Escala = 5 $\mu$ m.
- Fig. 32. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*. Embrión en etapa de cinco células (EMB). Micrópilo (MI). Escala = 14 $\mu$ m.
- Fig. 33. Corte de semilla joven. *C. arvensis*. Poliembrionía. Endospermo (END). Embriones (EMB). Micrópilo (MI). Escala = 19 $\mu$ m.
- Fig. 34. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*. Saco embrionario (ES). Núcleo primario del endospermo (PEN). Célula basal (CB). Célula apical (CA). Escala = 15 $\mu$ m.
- Fig. 35. Corte longitudinal de semilla joven. *C. arvensis*. Endospermo nuclear (END). Núcleos (N). Tegumento (INT). Escala = 23 $\mu$ m.
- Fig. 36. Corte longitudinal de semilla madura. *C. arvensis*. Embrión (EMB). Testa (SC). Capa de aleurona (AL). Escala = 84 $\mu$ m.
- Fig. 37. Corte longitudinal de semilla casi madura. *C. corymbosa*. Epidermis vacuolada (EP). Esclerénquima en empalizada externo (OPD). Esclerénquima en empalizada interno (IPD). Endospermo (END). Embrión (EMB). Escala = 24 $\mu$ m.

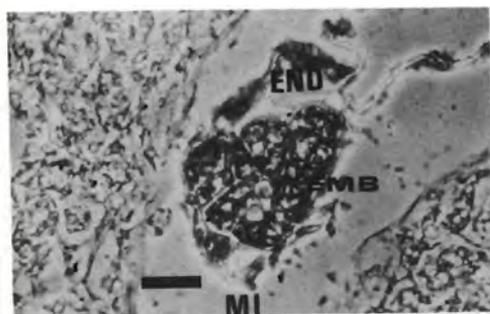
LAMINA VI. EMBRIOGENESIS, POLIEMBRIONIA, ENDOSPERMO Y TESTA



31



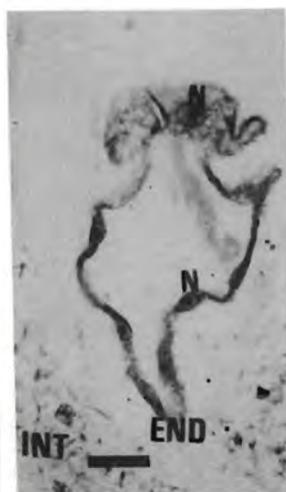
32



33



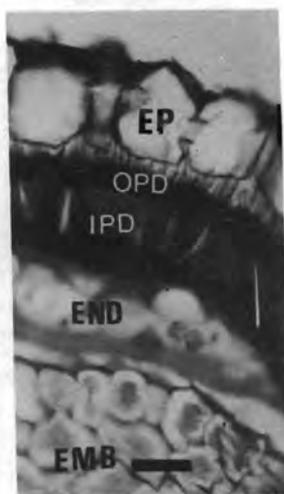
34



35



36



37

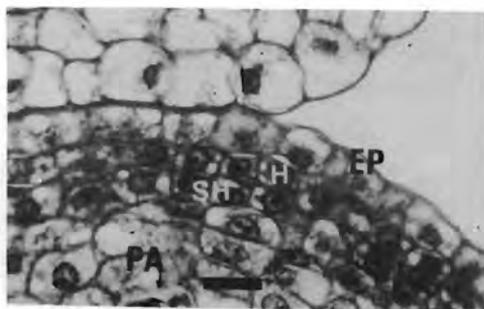
LAMINA VII. FORMACION DE LA TESTA DE LA SEMILLA

- Fig. 38. Corte longitudinal de semilla joven. *C. corymbosa*. Obturador (OB). Epidermis (EP). Hipodermis (H). Parénquima no diferenciado (PA). Escala = 49 $\mu$ m.
- Fig. 39. Corte longitudinal de semilla. *C. arvensis*. Parénquima no diferenciado (PA). Capa subhipodérmica (SH). Capa hipodérmica (H). Epidermis (EP). Escala = 21 $\mu$ m.
- Fig. 40. Corte longitudinal de semilla. *C. americana*. Abundantes granos de almidón en todas las capas de la semilla. Escala = 55 $\mu$ m.
- Fig. 41. Corte longitudinal de semilla. *C. arvensis*. Abundantes granos de almidón se observan en las diferentes capas. Capa hipodérmica (H) Capa subhipodérmica (SH). Parénquima no diferenciado (PA). Escala = 21 $\mu$ m.
- Fig. 42. Corte longitudinal de semilla. *C. arvensis*. Se observan abundantes granos de almidón en todas las capas. Epidermis hipertrofiada (EP). Capa hipodérmica de células alargadas (H). Capa subhipodérmica (SH). Parénquima no diferenciado (PA). Escala = 49 $\mu$ m.
- Fig. 43. Testa de semilla madura. *C. arvensis*. Epidermis hipertrofiada (EP). Esclerénquima externo (OPD). Línea clara (LL). Esclerénquima interno (IPD). Escala = 18 $\mu$ m.

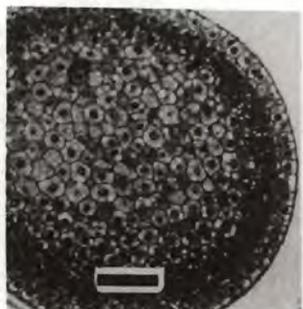
LAMINA VII. FORMACION DE LA TESTA DE LA SEMILLA



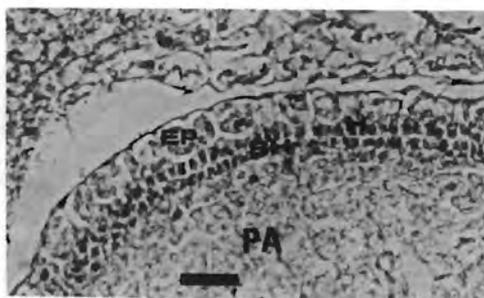
38



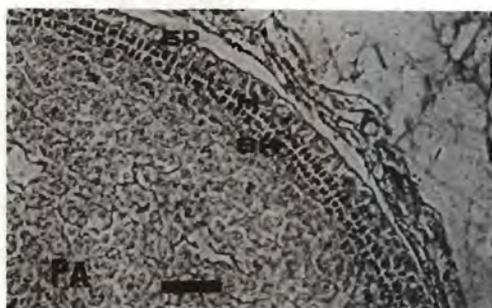
39



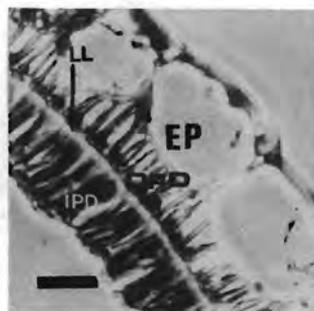
40



41



42



43

LAMINA VIII. SEMILLA MADURA

Fig. 44. Semilla madura. *C. arvensis*. Región hilar (HIA).  
Microscopio estereoscópico. Escala = 228 $\mu$ m.

Fig. 45. Semilla madura deshidratada. *C. arvensis*. Región hilar  
(HIA). 70X. MEB.

Fig. 46. Región hilar de semilla madura deshidratada. *C. arvensis*.  
Hilo (HI). 151X. MEB.

Fig. 47. Superficie de semilla madura deshidratada. *C. arvensis*.  
Se observan pliegues y hendiduras. 420X. MEB.

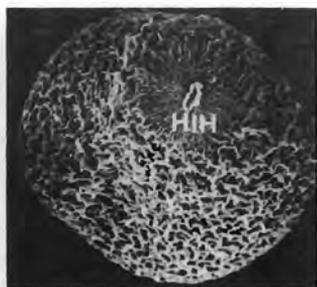
Fig. 48. Superficie de semilla madura semihidratada. *C. arvensis*.  
Se observan papilas regulares que corresponden a las  
células epidérmicas. 550X. MEB.

Fig. 49. Corte de testa de semilla madura. *C. arvensis*.  
Epidermis (EP). Esclerénquima en empalizada externo (OPD)  
Línea clara (LL). Esclerénquima en empalizada interno  
(IPD). 279X. MEB.

LAMINA VIII. SEMILLA MADURA



44



45



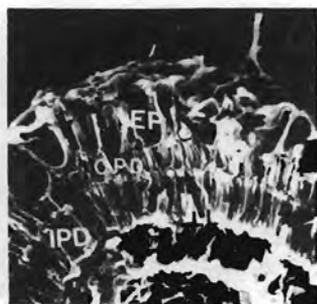
46



47



48



49

LAMINA IX. SEMILLA MADURA

Fig. 50. Semilla madura (sin testa) de *C. arvensis*. Embrión enrollado (EMB). Endospermo (END). Escala = 327 $\mu$ m.

Fig. 51. Embrión de *C. arvensis*. Eje embrionario (AX). Extremo radicular (R). Escala = 143 $\mu$ m.

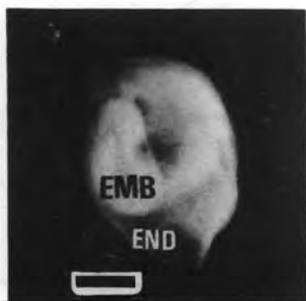
Fig. 52. Vista parcial del embrión de *C. arvensis*. Eje embrionario (AX). Escama plumular o foliar (PS). Escala = 62 $\mu$ m.

Fig. 53. Vista parcial del embrión de *C. arvensis*. Eje embrionario (AX). Escama plumular (PS). Escala = 39 $\mu$ m.

Fig. 54. Corte longitudinal de semilla madura. *C. arvensis*. Testa (SC). Embrión (EMB). 79X. MEB.

Fig. 55. Corte transversal de semilla madura. *C. arvensis*. Testa (SC). Endospermo (END). Embrión (EMB). 75X. MEB.

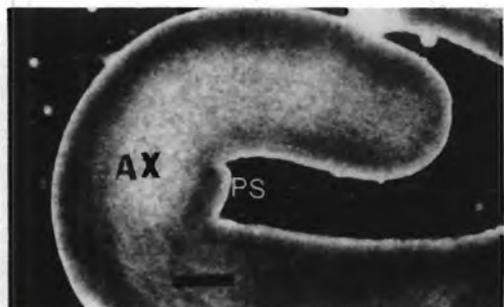
LAMINA IX. SEMILLA MADURA Y EMBRION



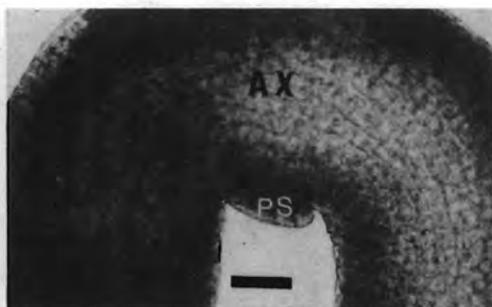
50



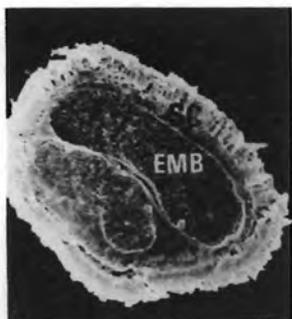
51



52



53



54



55

#### IV.3. PRUEBAS HISTOQUIMICAS REALIZADAS EN LAS CUATRO ESPECIES DE *Cuscuta*.

##### IV.3.1 MEZCLA MERCURICA DE AZUL BROMOFENOL. (Proteinas)

Prueba positiva: en el citoplasma, pared y núcleos del grano de polen. En los núcleos de todas las estructuras estudiadas. En el citoplasma de las células del embrión y el endospermo, especialmente en la capa de aleurona (cuerpos proteicos) de la semilla.

##### IV.3.2. PERMANGANATO DE POTASIO. (Taninos)

Colores más oscuros en las paredes del xilema, que se encuentra localizado en el receptáculo de la flor. En la membrana tapetal de antera casi madura, exina de granos de polen y los granos de Ubisch. En la cara interna de los pétalos. Las paredes del esclerénquima en empalizada externo, en semilla madura.

##### IV.3.3. ROJO "O" DE ACEITE. Cutícula

Se tiñeron las cutículas de todas las estructuras de la flor: ovario, estilo, estigma y anteras. La cutícula externa de la testa y la cutícula interna (entre la testa y el endospermo), en semilla joven.

#### IV.3.4 ACIDO PERYODICO-SCHIFF (PAS). (Polisacáridos insolubles)

Prueba positiva en el citoplasma (granulaciones) de las células : en el receptáculo de la flor, tapete y tétradas de la antera. La epidermis, subepidermis, parénquima , proembrión y endospermo de semilla joven. En paredes celulares en general de todas las estructuras estudiadas, y en la pared de callosa que rodea a las tétradas de microsporas

#### IV.3.5. LUGOL. (Almidón)

Positiva en el citoplasma de las células (granos de almidón) de la : epidermis, subepidermis y parénquima de la testa de la semilla joven. Esclerenquima en empalizada interno en su porción externa, capa de aleurona, y en la testa de la semilla casi madura. En paredes del ovario y septo, poco en pétalos y abundante en sépalos.

#### IV.4.- PERFILES CROMATOGRAFICOS PARA ALCALOIDES, GLICORRESINA Y GLICOSIDOS KAURANOICOS.

Se determinaron perfiles en flores y tallos de las cuatro especies de *Cuscuta*, tomando como patrón de referencia los perfiles de semillas de *Turbina corymbosa* e *Ipomoea murucoides* (Convolvulaceae).

#### IV. 4. 1. ALCALOIDES

Analizando los perfiles cromatográficos para alcaloides de las muestras aplicadas y tomando como referencia los marcadores químicos ( amida del ácido lisérgico, chanoclavina y amida del ácido isolisérgico ), localizados en el patrón de semillas de *Turbina corymbosa* (Pérez-Amador, 1980), podemos afirmar que: la mancha correspondiente a la amida del ácido lisérgico está ausente en todas las muestras y especies estudiadas.

La mancha correspondiente a la chanoclavina está presente en todas las muestras, con mayor intensidad en los tallos de: *C. arvensis* (muestra T2), *C. corymbosa* ( muestra T3), en flores de *C. corymbosa* (muestra F2) y de *C. tinctoria* (muestra F3).

La mancha correspondiente a la amida del ácido isolisérgico , ausente en los tallos de; *C. americana* (muestra T1 ) y *C. arvensis* (muestra T2); poco intensa en flores de *C. corymbosa* (muestra F2) y *C. tinctoria* (muestra F3 ); revelada solamente por luz ultravioleta en tallo de *C. corymbosa* (muestra T3 ) y en flores de *C. arvensis* (muestra F1 ). Muy concentrada en tallo de *C. tinctoria* (muestra T 4). Figura 56 y tabla No. 1.

#### IV. 4. 2. GLICORRESINAS

Estudiando los perfiles cromatográficos para glicorresinas de todas las muestras y especies mencionadas, tomando como patrón los tres marcadores químicos ( glicorresinas 1, 2 y 3, no determinadas estructuralmente ) y localizados en el patrón de semillas de

*Ipomoea murucoides* (Pérez- Amador, 1989), anotamos lo siguiente:

La mancha correspondiente al marcador 1, se presenta muy intensa en flores de *C. tinctoria* (muestra F3 ); en menor intensidad en tallos de *C. americana* (muestra T1 ), *C. arvensis* (muestra T2 ), *C. tinctoria* (muestra T4 ) y en flores de *C. arvensis* (muestra F1 ), ausente en tallo y flores de *C. corymbosa* (muestras T3 y F2 ).

La mancha correspondiente al marcador 2, está presente solamente en flores de *C. arvensis* (muestra F1) y de *C. tinctoria* (muestra F3 ).

La mancha correspondiente al marcador 3, está presente en tallos de *C. arvensis* (muestra T 2), *C. corymbosa* (muestra T3 ), *C. tinctoria* ( muestra T4 ), y en flores de *C. corymbosa* (muestra F2) y *C. tinctoria* (muestra F3). Figura 57 y tabla No. 2.

#### IV. 4. 3. GLUCOSIDOS KAURANOICOS

Considerando los perfiles cromatográficos de glucósidos para las muestras y especies estudiadas, tomando como referencia los marcadores químicos ( turbicorina y corimbosina ) localizados en el patrón de semillas de *Turbina corymbosa* (Pérez- Amador, 1980), podemos reportar que:

La mancha correspondiente a la turbicorina se presenta más intensa en tallo de *C. americana* ( muestra T1 ); en concentración revelada solamente por luz ultravioleta en flores de *C. arvensis* (muestra F1 ) y *C. corymbosa* (muestra F2 ). Ausente en el resto de las muestras.

La mancha correspondiente a la corimbosina muy intensa en tallo de *C. americana* (muestra T1 ), menos intensa en flores de *C. tinctoria* (muestra F3 ) y solamente en baja concentración, revelada por luz ultravioleta, en flores de *C. corymbosa* ( muestra F2 ) y tallo de *C. arvensis* (muestra T2 ). Ausente en el resto de las muestras. (Figura 58 y tabla No. 3)

# Alcaloides

Marcadores para alcaloides: 1.- Amida del ácido Isérgico  
 2.- Chanoclavina  
 3.- Amida del ácido Isolsérgico

Eluyente: Cloroformo-metanol

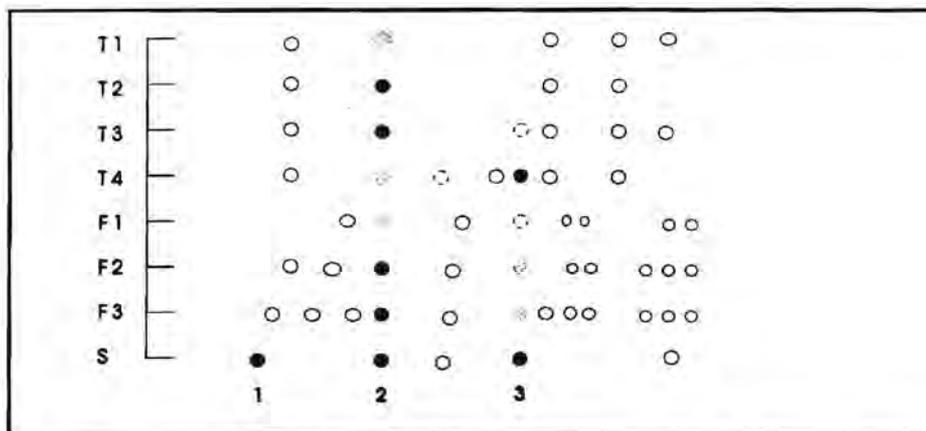


Fig. 56 Placa cromatográfica que muestra los perfiles de los alcaloides para: (T1) Tallo de *C. americana*, (T2) tallo de *C. arvensis*, (T3) tallo de *C. corymbosa*, (T4) tallo de *C. tinctoria*, (F1) flor de *C. arvensis*, (F2) flor de *C. corymbosa*, (F3) flor de *C. tinctoria*, y (S) semilla de *Turbina corymbosa*.

Concentraciones: ● Alta    ⊗ Media    ○ Baja    ○ (con punto) Revelada solo con U.V.

**TABLA No. 1.- Resultados de la determinación de perfiles cromatográficos para alcaloides.**

NO. DE MUESTRA	ESPECIE	ORGANO ESTUDIADO	MARCADORES PARA ALCALOIDES		
			1	2	3
T1	<i>C. americana</i>	Tallo	-	XX	-
T2	<i>C. arvensis</i>	Tallo	-	XXX	-
T3	<i>C. corymbosa</i>	Tallo	-	XXX	X
T4	<i>C. tinctoria</i>	Tallo	-	XX	XXX
F1	<i>C. arvensis</i>	Flor	-	XX	X
F2	<i>C. corymbosa</i>	Flor	-	XXX	XX
F3	<i>C. tinctoria</i>	Flor	-	XXX	XX
S	<i>Turbina corymbosa</i>	Semilla	XXX	XXX	XXX

Marcadores: 1. Amida del ácido lisérgico, 2. Chanoclavina, 3. Amida del ácido isolisérgico.

Concentraciones: X BAJA                      XX MEDIA                      XXX ALTA                      - NEGATIVO

# Glicorresinas

Marcadores para glicorresinas: 1, 2 y 3, glicorresinas de referencia

Eluyente: Cloroformo-metanol

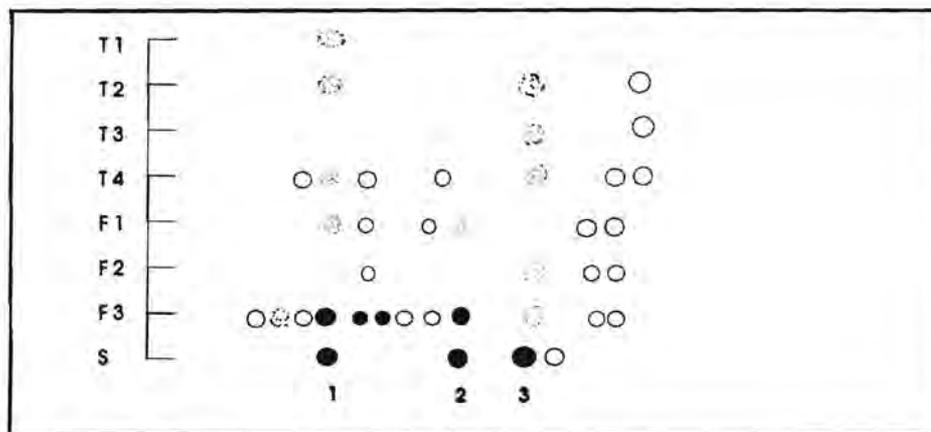


Fig. 57 Placa cromatográfica que muestra los perfiles de las glicorresinas para: (T1) tallo de *C. americana*, (T2) tallo de *C. arvensis*, (T3) tallo de *C. corymbosa*, (T4) tallo de *C. tinctoria*, (F1) flor de *C. arvensis*, (F2) flor de *C. corymbosa*, (F3) flor de *C. tinctoria*, y (S) semilla de *Ipomoea murucoides*

Concentraciones: ● Alta ● Media ○ Baja ○ Revelada solo con U.V.

**TABLA No. 2.- Resultados de la determinación de perfiles cromatográficos para glicorresinas.**

NO. DE MUESTRA	ESPECIE	ORGANO ESTUDIADO	MARCADORES PARA GLICORRESINAS		
			1	2	3
T1	<i>C. americana</i>	Tallo	XX	-	-
T2	<i>C. arvensis</i>	Tallo	XX	-	XX
T3	<i>C. corymbosa</i>	Tallo	-	-	XX
T4	<i>C. tinctoria</i>	Tallo	XX	-	XX
F1	<i>C. arvensis</i>	Flor	XX	XX	-
F2	<i>C. corymbosa</i>	Flor	XX	-	XX
F3	<i>C. tinctoria</i>	Flor	XXX	XX	XX
S	<i>Ipomoea mucronoides</i>	Semilla	XXX	XXX	XXX

Marcadores: Glicorresinas 1, 2 y 3.

Concentraciones: XX

MEDIA

XXX ALTA.

- NEGATIVO

## Glucósidos kauranoicos

Marcadores para glucósidos kauranoicos: 1.- Turbicorlina  
2.- Corimbosina

Eluyente: Butanol-agua-acético

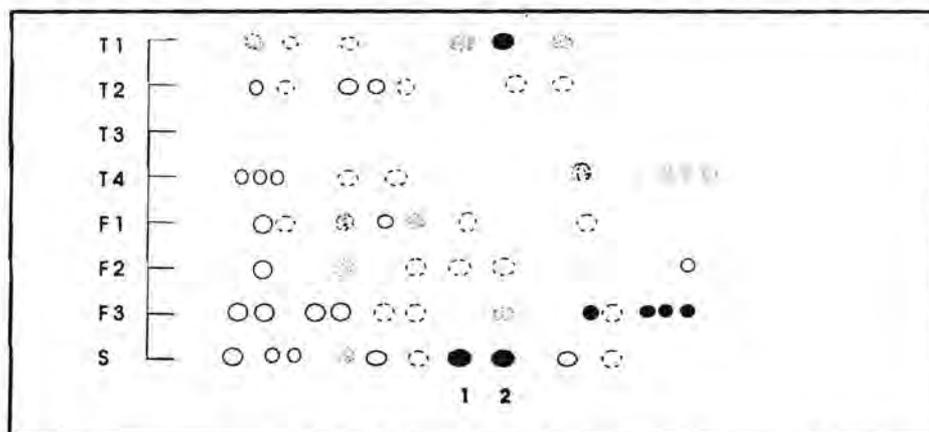


Fig. 58 Placa cromatográfica que muestra los perfiles de glucósidos kauranoides para: (T1) tallo de *C. americana*, (T2) tallo de *C. arvensis*, (T3) tallo de *C. corymbosa*, (T4) tallo de *C. tinctoria*, (F1) flor de *C. arvensis*, (F2) flor de *C. corymbosa*, (F3) Flor de *C. tinctoria*, y (S) semilla de *Turbinia corymbosa*.

Concentraciones: ● Alta ○ Baja ○ (con U.V.) Revelada solo con U.V.

**TABLA No. 3.- Resultados de la determinación de perfiles cromatográficos para glucósidos kauranoicos**

NO. DE MUESTRA	ESPECIE	ORGANO ESTUDIADO	MARCADORES PARA GLUCOSIDOS KAURANÓICOS	
			1	2
T1	<i>C. americana</i>	Tallo	XX	XXX
T2	<i>C. arvensis</i>	Tallo	-	X
T3	<i>C. corymbosa</i>	Tallo	-	-
T4	<i>C. tinctoria</i>	Tallo	-	-
F1	<i>C. arvensis</i>	Flor	X	-
F2	<i>C. corymbosa</i>	Flor	X	X
F3	<i>C. tinctoria</i>	Flor	-	XX
S	<i>Turbina corymbosa</i>	Semilla	XXX	XXX

Marcadores: 1.- Turbicornina y 2.- Corimbosina.

Concentraciones: X BAJA XX MEDIA XXX ALTA - NEGATIVO

## V. DISCUSION

Se considerará en la presente discusión que *Cuscuta* es un taxón que a pesar de estar incluido como un género o una subfamilia de la familia Convolvulaceae, por ser indudablemente cercano su parentesco (Austin y Pedraza, 1982; Heywood, 1978), es evidente que algunos taxónomos actuales (Cronquist, 1981; Takhtajan, 1980 y MacDonald, 1991) deciden elevar al rango de familia a este grupo y denominarle Cuscutaceae, basados en muchas características derivadas de su hábito parásito, que no se encuentran en el resto de la familia Convolvulaceae, como son: a) carencia o reducción de clorofila, floema interno, cotiledones y hojas; b) desintegración de la raíz después de la germinación de la semilla; c) desarrollo de haustorios para fijarse al hospedante. Asimismo, otras diferencias no relacionadas con el parasitismo son : a) la presencia de escamas aserradas asociadas al tubo corolino, que se alternan con los estambres y b) algunas características embriológicas que son invocadas como de mayor incidencia en este género, que en el resto de la familia (Wettstein, 1935; Davis, 1966; Govil, 1970a y Gandhi, 1987).

En relación a este último aspecto podemos decir que los caracteres embriológicos son de gran utilidad, si se apoyan con otros conocimientos obtenidos, para llegar a decisiones en taxonomía, como el caso que nos ocupa en el presente trabajo, donde se pretende aportar datos referentes a la separación del género *Cuscuta*, de la familia Convolvulaceae, así como para establecer relaciones filogenéticas entre diferentes taxa. Se

acentúa la importancia de los caracteres embriológicos, por el hecho irrefutable de que: "Las partes reproductoras y estructuras asociadas son en general menos sensibles a influencias del medio, que las partes vegetativas de las plantas" (Anderson, 1929 y Turrill, 1936, En: Rollins, 1952).

Podemos dar ejemplos en los cuales se han utilizado los datos embriológicos para apoyar o sugerir la separación de un género de una familia y situarlo en una propia, como: Maheshwari (1950, 1956, 1961 y 1963), Cave (1953 y 1959), Kapil (1962), Johri (1963 y 1967) y Bhojwani (1974). ( En : Davis, 1966 y Palser, 1975 ). En forma más reciente los datos embriológicos se han utilizado para el estudio y diferenciación de las familias del orden Myrtales (Tobe, 1989).

Los datos embriológicos se han incorporado como herramienta en recientes publicaciones sobre sistemática ( Davis, 1966; Dalhgren, 1975; Cronquist, 1981 y 1988, y Stuessy, 1990).

Por otro lado, es importante señalar que se describe que la familia Cuscutaceae pertenece a un grupo de familias de las dicotiledóneas que producen compuestos iridoides, pero no alcaloides, por el contrario las Convolvulaceas no tienen compuestos iridoides y si alcaloides del grupo de los indoles, específicamente del subgrupo de las ergolinas (Cronquist, 1981).

Discutiremos los caracteres embriológicos histoquímicos y fitoquímicos, especialmente para el caso de las familias Convolvulaceae y Cuscutaceae, con la finalidad de aportar elementos que proporcionen información para dilucidar su posición taxonómica. Consideraremos 40 caracteres embriológicos, (según

las propuestas de Tobe, 1989; Palser, 1975 ) y los perfiles cromatográficos de alcaloides, glicorresinas y glucósidos kauranoicos (Según propuestas de Pérez-Amador, 1980 y 1989).

En primer término compararemos los resultados de las cuatro especies de *Cuscuta*, colectadas en el Valle de México. En segundo término compararemos estos estudios con los reportados en la literatura para este grupo y, por último, con los realizados sobre la familia Convolvulaceae en general (Tablas 5 y 4).

En la tabla número 5, se puede observar que los resultados son iguales para los diferentes caracteres considerados en el análisis de las cuatro especies estudiadas, a excepción de la poliembrionía que se observó solamente en *C. arvensis*.

Al contrastar nuestros resultados (tabla 5) con los reportados en la literatura revisada y resumidos en la tabla número 4 encontramos las siguientes coincidencias o diferencias:

#### ANTERAS

Los datos que coinciden son: presencia de cuatro esporangios, desarrollo de la pared de la antera del tipo dicotiledóneo, con epidermis persistente, con engrosamientos del endotecio y bilocular a la madurez, capa media efímera, tapete binucleado y del tipo glandular. La mayor parte de la literatura coincide en describir la formación de pared de las cuatro microsporas en forma simultánea y tetrahédricas en general, pero excepcionalmente se han reportado decusadas e isobilaterales (Johri, 1934 y Tiagi, 1951). Dos células en el grano de polen maduro, pero en algunos

casos se reportan con tres células (Tiagi, 1951; Johri, 1953 y Vázquez, 1989).

#### OVULOS

Los datos que coinciden con la literatura son: óvulos con un solo tegumento pluriestratificado, tejido vascular presente en el tegumento que se extiende hasta las dos terceras partes del eje longitudinal del óvulo. El micrópilo delimitado por la epidermis interna del tegumento único. No se forman células parietales a partir de la célula arqueosporial, óvulos tenuinucelados por consecuencia.

En general el tipo de desarrollo descrito para el saco embrionario es del tipo *Allium*, solamente una vez fué descrito como del tipo *Polygonium* (Tiagi, 1951). En nuestro estudio no se hicieron observaciones al respecto. Sinérgidas persistentes, a excepción de un trabajo (Govil, 1980) donde informan que son efímeras, la forma del saco embrionario siempre elipsoidal, a excepción de Vázquez (1989) donde describe saco curvo para *C. tinctoria* Martius. Obturador presente y de origen placentar. Granos de almidón en el saco embrionario.

Las diferencias de los óvulos estudiados en nuestras especies, son las siguientes: a) óvulos campilótrofos con saco embrionario curvo, toda la literatura consultada describe óvulos anátropos; b) describimos por primera vez para *Cuscuta* la paquicálaza que rodea al saco embrionario curvo. A pesar de que el término de paquicálaza no ha sido usado por los otros anatomistas que han estudiado la

ontogenia del óvulo de *Cuscuta*, es evidente en sus esquemas la similitud de sus hallazgos con los nuestros. Es de notarse que todas las paquicálazas hasta ahora reportadas y conocidas por nosotros, están irrigadas por multitud de haces vasculares, cosa que no sucede con la paquicálaza descrita en este trabajo, donde solo se observa un haz vascular no ramificado.

#### SEMILLA

El endospermo es del tipo nuclear y persistente en semilla madura, el tipo de embriogénesis se ha reportado solamente en *C. europeae* y *C. calycina* (Govil y Seshua, 1980) como Solanado; lo que coincide con lo observado por nosotros para las primeras divisiones del proembrión.

El suspensor no ha sido muy estudiado, se ha reportado como masivo, haustorial y cenocítico, en el presente estudio no se diferenció. La nucela está ausente en semilla madura. Nunca se han observado cotiledones.

En la testa en general se presenta: la epidermis monoestratificada, dos capas de esclerénquima en empalizada monoestratificadas, presencia en general de una línea clara en el tercio externo del esclerénquima interno, excepto en *C. campestris* donde se han reportado dos (Lyshede, 1984) y el parénquima pluriestratificado. Se ha reportado la presencia de almidón, en todas las capas de la testa y en la epidermis madura.

## HISTOQUIMICA

Los taninos, según la prueba de permanganato de potasio en preparaciones fijas, se depositan en las paredes anticlinales del esclerénquima en empalizada externo, arriba de la línea clara en semilla maduras.

La naturaleza lipídica de la cutícula entre la testa y el endospermo ha sido mencionada para *C. pedicellata* (Lyshede, 1984), y *C. tinctoria* (Vázquez, 1989), lo que coincide con nuestro estudio.

En forma relevante el almidón se ha podido poner de manifiesto como sustancia de reserva a través de todo el desarrollo de las semillas de *Cuscuta*, estudiadas con la prueba de lugol, presentándose tanto en el embrión, el endospermo, la capa de aleurona y la testa incluyendo la epidermis, que coincide con *C. arabica* (Guttemberg, 1909), *C. campestris* (Lyshede, 1984) y *C. tinctoria* (Vázquez, 1986).

### COMPARACION DE CARACTERES EMBRIOLOGICOS ENTRE *CUSCUTA* Y CONVULVULACEAE

De los 34 caracteres embriológicos tomados en cuenta, para hacer una validación con fines taxonómicos en el presente trabajo y considerando a los autores que han hecho la revisión más amplia de las características de las Convolvulaceae (Rao, 1944; Davis, 1966, Tiagi; 1966, Govil, 1970a; Corner, 1976; Cronquist, 1981; Lyshede, 1985; Márquez, 1986 y Gutierrez, 1990), solamente 4 son constantes para *Cuscuta* y 30 comunes entre Convolvulaceae y *Cuscuta*.

A continuación se presenta la discusión sobre cuatro caracteres embriológicos constantes de *Cuscuta*:

1.- Ovulo tenuinucelado en *Cuscuta*, en todas las observaciones realizadas sin excepción. Sin embargo presente en algunos géneros de la familia Convolvulaceae, aunque puede haber también óvulos crasinucelados.

2.- Tejido vascular presente en *Cuscuta*, que se extiende hasta la región calazal en el óvulo. En Convolvulaceae, generalmente se extiende hasta la región micropilar (Corner, 1976), excepcionalmente puede terminar en la región calazal, como en *Evolvulus alsinoides* y *Dichondra sericea* (Tiagi, 1963 y Gutierrez, 1990).

3.- Ausencia de cotiledones en *Cuscuta*, sin excepción y presentes siempre en Convolvulaceae.

4.- La estructura de la testa en *Cuscuta* y Convolvulaceae en semillas maduras evidencian diferencias en las diversas capas que la constituyen. Sin embargo, en su ontogenia podemos encontrar homologías, como veremos en la siguiente tabla comparativa.

ESTRUCTURA COMPARATIVA ENTRE TESTA DE SEMILLAS UNITEGMICAS DE :

*CUSCUTA*

CONVOLVULACEAE

Epidermis (con o sin almidón)	Epidermis (con o sin almidón)
1 <sup>a</sup> capa de esclerénquima en empalizada (uniestratificada)	Subepidermis de esclerénquima en empalizada (uniestratificada).
2 <sup>a</sup> capa de esclerénquima en empalizada (uniestratificada).	Esclerénquima en empalizada (uni o pluriestratificado).
parénquima no diferenciado (pluriestratificado).	parénquima no diferenciado (pluriestratificado).

ONTOGENIA DE LA TESTA

La primera capa del esclerénquima en empalizada de *Cuscuta* y la subepidermis de *Convolvulaceae*, son hipodermis. La segunda capa de esclerénquima en empalizada de *Cuscuta* y el esclerénquima en empalizada de *Convolvulaceae*, pueden denominarse subhipodermis; hipodermis y subhipodermis se originan por división periclinal del estrato subyacente a la protodermis. Por lo tanto las diferentes capas de ambas semillas son homólogas.

Para mayor abundancia al respecto, citaremos lo siguiente: "Las semillas de las *Convolvulaceae*, difieren de todas las otras semillas unitégmicas de las simpétalas, por la diferenciación de las tres capas externas del tegumento..... Lo mismo ocurre en *Cuscuta* y es evidente que existe poca o ninguna razón, para hacer una familia *Cuscutaceae* y de cambiarla de las *Convolvulaceae*

(Solanales) y colocarla en las Polemoniales como si ellas fueran filogenéticamente paralelas" (Corner, 1976).

Dado que los caracteres embriológicos estudiados son compartidos por las familias Convolvulaceae y Cuscutaceae y, que con excepción de la ausencia de cotiledones en la última, no existen caracteres que sean exclusivos para una sola de ambas familias, se considera que los datos embriológicos no justificarían la separación de estas familias.

#### FITOQUIMICA

El análisis fitoquímico comparativo que se hizo de las muestras fue un estudio preliminar que tuvo por objeto determinar la presencia o ausencia de compuestos que se correspondieran con los marcadores taxonómicos, en perfiles cromatográficos, exclusivamente. El aislamiento y caracterización de estos compuestos forma parte de estudios posteriores.

La metodología empleada es absolutamente confiable y se encuentra reportada en la literatura. Como patrones para localizar los marcadores se emplearon extractos de semillas de *Turbina corymbosa*, para alcaloides y glucósidos kauranólicos, y de semillas de *Ipomoea murucoides*, para las resinas glicosídicas. En ambos casos se tiene perfectamente determinada la posición de los marcadores y el corrimiento en la placa delgada se hizo simultáneo con las muestras y a igual concentración para evitar errores.

En el género *Cuscuta*, se han reportado alcaloides indólicos para *Cuscuta monogyna* (Chao, 1973 y DerMarderosian, 1964), no se tienen antecedentes para glicorresinas y glucósidos kauranoicos.

En relación a las cuatro especies que estudiamos: *C. americana*, *C. arvensis*, *C. corymbosa* y *C. tinctoria*, podemos constatar lo siguiente:

1.- Analizando los perfiles para alcaloides indólicos, se observa una mancha, correspondiente a la chanoclavina que se encuentra en todas las especies y muestras, con la misma intensidad; la correspondiente a la amida del ácido lisérgico ausente en todas las especies y muestras, y la de la amida del ácido isolisérgico está presente en todas las especies, pero solamente en cinco de las siete muestras.

Con los anteriores resultados podemos ver la consistencia de los datos, para el género, pero no se observan diferencias interespecíficas en relación a los tres marcadores utilizados. Sin embargo los perfiles entre las diferentes especies no son iguales, porque aparecen otras manchas de alcaloides con polaridad mayor y menor, respecto a los tres de referencia.

2.-Comparando los perfiles para glicorresinas de nuestras especies, se evidencia que la mancha correspondiente al marcador 1, se localiza en todas las especies y en 6 de las siete muestras aplicadas. La del marcador 2, se presentó solamente en *C. arvensis* y *C. tinctoria*, ausente en 5 de las siete muestras. La del marcador 3, se presenta en todas las especies y en 5 de las siete muestras aplicadas. En todos los casos se observan otras manchas, con más y menos polaridad con respecto a los marcadores. Esto nos da diferencias interespecíficas en cuanto al perfil total estudiado. Pero nos denotan cohesión en los resultados dentro del género.

3.- En los perfiles para glucósidos kauranoicos, se observó que la mancha correspondiente a la turbicorina se encontró en *C. americana*, *C. arvensis* y *C. corymbosa*, pero ausente en 4 de las siete muestras utilizadas. La de la corimbosina se localiza en las cuatro especies y ausente en 3 de las siete muestras utilizadas. En general se evidencia que ambos marcadores los encontramos en el género *Cuscuta*, pero se observan diferencias entre las especies, por otros componentes distintivos que se revelan, así como por las concentraciones en tallos y flores.

COMPARACION DE PERFILES CROMATOGRAFICOS DE  
*CUSCUTA* Y CONVULVACEAE.

Al comparar nuestros resultados al respecto con los de la literatura, (Pérez-Amador, 1980 y 1989; Genest, 1965 y 1966; DerMarderosian, 1966 y Chao, 1973a y 1973b ), podemos observar que todas las especies y géneros de Convolvulaceae estudiados presentan alcaloides indólicos ergolínicos, glicorresinas y glicósidos kauranoicos, incluso, además de los marcadores, se reportan compuestos con diferente polaridad pero de la misma naturaleza. En cuanto al grupo de los alcaloides no existe razón para que Cronquist (1981), en su clave del orden Polemoniales, invoquen como diferencia entre Convolvulaceae y Cuscutaceae el que esta última familia carezca de ellos y la primera los presente. Sin embargo, en casos como el de *Cuscuta*, en que existe desacuerdo respecto a la presencia de alcaloides, los resultados de los perfiles deben confirmarse con el aislamiento de los compuestos en

estudios posteriores.

Considerando lo anterior, podemos afirmar que si los alcaloides indólicos ergolínicos, las resinas glicosídicas y los glucósidos kauranoicos por su constancia en las especies estudiadas, son características de la familia Convolvulaceae y si todas las especies del género *Cuscuta* examinadas los presentan en sus perfiles debemos inferir que dicho género puede conservarse como tal y, desde este punto de vista, no existe razón para separarlo como una familia aparte y tal vez el estudio de perfiles cromatográficos pueda servir para diferenciar especies y géneros dentro de la misma familia.

CARACTERES EMBRIOLÓGICOS ALTERNATIVAS	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA	ESPECIE Y REFERENCIA
ANTERAS:	<i>C. tinctoria</i> Martius Vázquez (1989)	<i>C. japonica</i> Terakhin (1988)	<i>C. pedicellata</i> Lyshede (1984)	<i>C. campestris</i> Lyshede (1984)	<i>C. europaea</i> L. y <i>C. calcifera</i> Webb y Barth Govil y Seshua (1980).	<i>C. lupuliformis</i> Krocke Tiagi (1985)	<i>C. reflexa</i> Roxb Jonhri y Tiagi (1952)	<i>C. hyalina</i> Muth y <i>C. planiflora</i> Tenora Tiagi (1951)	<i>C. reflexa</i> Roxb Johri (1914)	<i>C. gronovii</i> MacPherson (1921)
Número de esporangios/dos, cuatro o más	Cuatro				Cuatro	Cuatro		Cuatro	Cuatro	
Tipo de desarrollo de pared/básico, Dicotiledóneo, Monocotiledóneo o reducido.	Dicotiledóneo	Dicotiledóneo			Dicotiledóneo		Dicotiledóneo		Dicotiledóneo	
Epidermis/ persistente o no	Si	Si			Si				Si	
Endotecio/desarrolla engrosamientos, no	Si	Si			Si			Si	Si	
Capa media/persiste o no	No	No			No				No	
Tapete/ glandular o amiboideo	Glandular	Glandular			Glandular		Glandular	Glandular		
Número de núcleos en células tapetales/ uno, dos o más.	Dos	Dos			Dos		Dos-tres	Dos	Dos	
Delimitación de microsporas/simultánea o progresiva.	Simultánea	Simultánea			Simultánea					
Tétradas de microsporas/tetraédricas, isobilaterales u otras formas.	Tetraédricas	Tetraédricas			Tetraédrica			Tetraédricas, Decusadas o Isobilaterales	Tetraédricas o Isobilaterales	
Número de células en el grano de pólen maduro/dos o tres.	Tres	Dos			Dos		Dos-tres	Tres	Dos	
Anters en antesis/bi o tetralocular.	Bilocular				Bilocular			Bilocular		
OVULOS:										
Grado de curvatura/anátropo, campilótropo u otro.	Anátropo				Anátropo		Anátropo	Anátropo	Anátropo	Anátropo
Número de tegumentos/uno o dos	Uno	Uno			Uno		Uno	Uno	Uno	Uno
Capas de los tegumentos/dos o múltiples	Múltiples	Múltiples			Múltiples			Múltiples	Múltiples	
Tejido vascular postcalazal en tegumentos/presente o ausente.	Ausente									
Nucela/tenuinucelar, crasinucelar o pseudocrasinucelar.	Tenuinucelar	Tenuinucelar			Tenuinucelar		Tenuinucelar	Tenuinucelar	Tenuinucelar	Tenuinucelar
Tétradas de megasporas/arregladas en forma lineal, en T u otra.		Lineal								
Tipo de saco embrionario desarrollado/ Polygonius, Allium u otro.					Allium	Allium	Allium	Polygonius	Allium	
Sinérquidas/efímeras o persistentes	Persistentes				Efímeras	Persistentes (una)	Persistentes	Persisten (una)	Persisten	
Antípodas/efímeras o persistentes	Persistentes				Persistentes	Persistentes	Persistentes	Persisten	Efímeras	
Forma del saco embrionario maduro/ elipsoidal, ovoide u otra.	Curvo	Elipsoidal			Elipsoidal	Elipsoidal		Elipsoidal	Elipsoidal	Elipsoidal
Obturador/presente o ausente	Presente								Presente	
Granos de almidón en el saco embrionario/presentes o ausentes.	Presentes				Presentes					
SEMILLAS:										
Tipo de formación de endospermo/ nuclear o celular.	Nuclear				Nuclear	Nuclear	Nuclear	Nuclear	Nuclear	Nuclear
endospermo en semilla madura/presente o ausente.		Presente			Presente	Presente	Presente	Presente		Presente
Tipo de embriogenia/Onagrado, Solanado u otro.					Solanado					
Características del suspensor/corto, masivo, haustorial u otro.		Masivo				Haustorial o Cenocítico	Haustorial	Masivo		
Poliebrionia/presente o ausente							Presente			
Nucela, presente en semilla madura/ sí o no.	No				No		No	No		No
Presencia de cotiledones/ninguno, uno, dos o más.		Ninguno			Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno		
Número de estratos celulares del esclerénquima en empalizada interno/uno dos o más.		Uno	Uno	Uno			Uno	Uno		
Presencia de almidón en la testa de la semilla madura/ sí o no.			Si	No				Si		
Presencia y posición de la línea clara/sí o no.			Una, en el tercio superior del esclerénquima en empalizada interno.	Dos, en el tercio sup. del escler. en empalizada interno y en el tercio inferior del esclerénquima externo.						
Primera división del cigoto/transversal, longitudinal u oblicua.					Transversal			Transversal		

TABLA No. 4.- Resumen de los resultados, reportados en la literatura de estudios sobre diferentes especies de *Cuscuta*. Las características embriológicas y sus alternativas fueron tomadas de las propuestas presentadas por Tobe (1989) y Paisar (1975).

CARACTERES EMBRIOLOGICOS /ALTERNATIVAS	ESPECIES
ANTERAS:	<i>C. arvensis</i> , <i>C. americana</i> , <i>C. corymbosa</i> y <i>C. tinctoria</i>
Número de esporangios/dos, cuatro o más	Cuatro
Tipo de desarrollo de parad/básico, Dicotiledóneo, Monocotiledóneo o reducido.	Dicotiledóneo
Epidermis/ persistente o no	Si
Endotecio/desarrolla engrosamientos, no	Si
Capa media/persiste o no	No
Tapete/ glandular o amiboideo	Glandular
Número de núcleos en células tapetales/ uno, dos o más.	Dos
Delimitación de microsporas/simultánea o progresiva.	Simultánea
Tétradas de microsporas/tetrahédricas, isobilaterales u otras formas.	Tetrahédricas
Número de células en el grano de polen maduro/dos o tres.	Dos
Antera en antesis/bi o tetralocular.	Bilocular
OVULOS:	
Grado de curvatura/anátropo, campilótropo u otro.	Campilótropo
Número de tegumentos/uno o dos	Uno
Capas de los tegumentos/dos o múltiples	Múltiples
Tejido vascular postcalazal en tegumentos/ presente o ausente.	Ausente
Nucela/tenuinucelar, crasinucelar o pseudocrasinucelar.	Tenuinucelar
Tétradas de megasporas/arregladas en forma linear, en T u otra.	
Tipo de saco embrionario desarrollado/ Polygonium, Allium u otro.	
Sinérgidas/efímeras o persistentes	Persistentes
Antípodas/efímeras o persistentes	
Forma del saco embrionario maduro/ elipsoidal, ovoide u otra.	Curvo
Obturador/presente o ausente	Presente
Granos de almidón en el saco embrionario/presentes o ausentes.	Presentes
SEMILLAS:	
Tipo de formación de endospermo/ nuclear o celular.	Nuclear
Endospermo en semilla madura/presente o ausente.	Presente
Tipo de embriogenia / Onagrado, Solanado u otro.	Solanado
Características del suspensor/corto, masivo, haustorial u otro.	
Poliembrionia/presente o ausente	Presente, únicamente en <i>C. arvensis</i> .
Nucela, presente en semilla madura/ sí o no.	No
Presencia de cotiledones/ninguno, uno dos o más.	Ninguno
Número de estratos celulares del esclerénquima en empalizada interno/ uno, dos o más.	Uno
Presencia de almidón en la testa de la semilla madura/ sí o no.	Si
Presencia y posición de la línea clara/sí o no.	Una, situada en el tercio externo del esclerénquima en empalizada interno.
Primera división del cigoto/transversal, longitudinal u oblicua.	Transversal

TABLA No. 5.- Comparación de los resultados sobre las cuatro especies de *Cuscuta*, estudiadas en el presente trabajo. Las características embriológicas y sus alternativas, fueron tomadas de las propuestas presentadas por Tobe (1989) y Falser (1975).

## VI. CONCLUSIONES

- 1.- Las evidencias de la embriología no justifican separar el género *Cuscuta* de la familia Convolvulaceae, dado que sus diferencias son pocas y en ocasiones se comparten con otros géneros de la misma.
- 2.- De acuerdo a la presencia constante en los perfiles cromatográficos de manchas correspondientes a alcaloides indólicos, resinas glicosídicas y glicósidos kauranoicos en las especies estudiadas del género *Cuscuta*, y considerando a estas sustancias como marcadores taxonómicos de la familia Convolvulaceae, no se apoya en primera instancia, la formación de una nueva familia Cuscutaceae.
- 3.- Los datos de la anatomía vegetativa de *Cuscuta* que difieren del resto de la familia Convolvulaceae se derivan exclusivamente de su hábito parásito y facilitan su identificación como género dentro de este taxón, pero no deben considerarse para diferenciar familias.

## BIBLIOGRAFIA

- Abu-Irmaileh, B. E. 1979. Occurrence of parasitic flowering plants in Jordan. *Plant Disease reporter* 63(12): 1025-1028.
- Akbar, S., Nisa, M., y Tariq, M. 1985. Central nervous system depressant activity of *Cuscuta chinensis*. *Int. J. Crude Drug Res.* 23(2): 91-94.
- Akbar, S., Triq, M., y Nisa, M. 1986. Protective effect of *Cuscuta chinensis* on 20-methylcholanthrene induced cervical displasi in mice. *Toxicol. Lett.* (AMST) 31(Suppl): 194.
- Alston, R. F., Mabry, T.J., y Turner, B. L. 1963. Perspectives in chemotaxonomy. *Science* 142(3592): 545-552.
- Austin, D. F. 1973. The american Erycibeeae(Convolvulaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 60: 306-412.
- Austin, D. F.,. 1975. Convolvulaceae. In: Woodson, R. E. y Scherry, R. W. *Flora de Panamá.* *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62(1): 157-224.
- Austin, D. F. 1979. Comments on *Cuscuta* (parasitic members of the Convolvulaceae) for collectors and curators. *Bull. Torrey Bot. Club* 106(3): 227-228.
- Austin, D. F. 1981. Florida Convolvulaceae-III *Cuscuta*. *Fla. Sci.* 43(4): 294-302.
- Austin, D. F. 1986. Cuscutaceae, In: *Flora of the Great Plains.* Great Plains Flora Association. University Press of Kansas. Lawrence, KS.
- Austin, D. F., y Pedraza R., A. 1982. Los géneros de Convolvulaceae de México. *Bol. Soc. Bot. México* 44: 3-16.
- Beliz, T. D. C. 1984. Comparison of habitat host preference and phenology in *Cuscuta* species from California U.S.A., México and Central America. *J. Bot.* 71(5 part 2): 157.
- Benhamou, N., y Sinha, R. C. 1981. Association of a rickettsia-like organism with a disease of white clover. *Can. J. Plant Pathol.* 3(4): 191-196.
- Bhatnagar, S. P., y Johri, B. M. 1972. Development of angiosperm seeds. 77-149. En: Kozlowski, T. T. *Seed Biology.* Vol I. Academic Press, New York. 416 pp.

- Bhojwani, S. S., y Bhatnagar, S. P. 1981. The embryology of angiosperms. Vikas Publishing House PVT LTD. New Delhi.
- Chao, J., y DerMarderosian, A. H. 1973a. Ergoline alkaloidal constituents of Hawaiian baby wood rose, *Argyreia nervosa* (Burm. f.) Bojer. *Pharmaceutical Sci.* 62(4): 588-591.
- Chao, J., y DerMarderosian, A. H. 1973b. Identification of ergoline alkaloids in the genus *Argyreia* and related genera and their chemotaxonomic implications in the Convolvulaceae. *Phytochemistry* 12: 2435-2440.
- Charles, D. J., Singh, M., y Sanwal, G. G. 1980. Biochemical changes in the developing seeds of *Cuscuta campestris* (parasitizing alfalfa). *Physiol. Plant.* 49: 336-340.
- Corner, E. J. H. 1976. The seeds of dicotyledons. Vol. I Cambridge University Press. Cambridge.
- Correll, D. S., y Correll, H. B. 1982. Flora of Bahamas Archipelago. Cramer Publ. Vaduz, FL.
- Correll, D.S, y Johnston, M. C. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation, Renner, Texas.
- Cronquist, A. 1957. Outline of a new system of families and orders of dicotyledons. New York Botanical Garden. New York.
- Cronquist, A. J. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York.
- Cronquist, A. J. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2nd ed. New York Bot. Gar., New York.
- Dahlgren, R. 1975. The distribution of characters an angiosperm system. I. Some embryological characters. *Bot. Notiser* 128 (2): 181-197.
- Dale, J. L. 1979. Mycoplasma-like organism observed in *Aralia spinosa* trees. *Plant Dis. Rep.* 63(6): 472-474.
- Davis, G. L. 1966. Systematic embryology of the angiosperms. Wiley. New York.
- Dawson, J. H. 1978. Control of dodder *Cuscuta sp.* with pronamide. *Weed Sci* 26(6): 660-664.
- Dawson, J. H. 1986. Dodder control in alfalfa. *Proc. California Weed Conference (38th)*. Sacramento, California. 149-153.
- Del Amo R., S. 1979. Plantas medicinales del estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos. Jalapa, Veracruz, México.

- Del Amo R., S. 1981. Plantas medicinales del estado de Yucatán. Compañía Editorial Continental. México.
- DerMarderosian, A. H. 1966. Hallucinogenic indole compounds from higher plants. *Lloydia* 30(1): 23-38.
- Dutta, A., y Ansari, A. A. 1979. *Cuscuta campestris* Yuncker (Cuscutaceae), a new pest of economic crops in India, its distributional and host record. *Bull. Bot. Surv. India* 21(1-4): 202-203.
- Engelmann, G. 1859. Systematic arrangement of the species of the genus *Cuscuta*, with critical remarks on old species and descriptions of new ones. *Trans. Acad. Sci. St. Louis.* 1: 453-523.
- Gandhi, K. N., Thomas, R. D., y Hatch, S. L. 1987. Cuscutaceae of Louisiana, U.S.A. *Sida Contrib. Bot.* 12(2): 361-379.
- García M., E. y Falcón, G. Z. 1984. Atlas porrúa de la república Mexicana. Ed. Porrúa. México, D. F.
- Garnier, M., y Bove, J. M. 1983. Transmission of the organism associated with citrus greening disease from sweet orange *Citrus sinensis* cultivar madame-vinoust to periwinkle *Vinca rosea* by dodder *Cuscuta campestris*. *Phytopathology* 73(10): 1358-1363.
- Gayed, S. K. 1986. Dodder in tobacco seedbeds in Ontario and its control. *Canadian J. Plant Sci.* 66(2): 42-423.
- Genest, K. 1965. A direct densitometric method on thin-layer plates for the determination of lysergic acid amide, isolysergic acid amide and clavine alkaloids in morning glory seeds. *Chromatography* 19: 531-539.
- Genest, K., y Sahasrabudhe, M. R. 1966. Alkaloids and lipids of *Ipomoea*, *Rivea* and *Convolvulus* and their application to chemotaxonomy. *Econ. Bot.* 20: 416-428.
- Govil, C. M. 1970a. Convolvulaceae. In : Symposium on comparative embryology of angiosperms. New Delhi, India. Indian National Science Academy.
- Govil, C. M. 1970b. Morphological studies in the family Convolvulaceae: development and structure of the seed coat. *J. Indian Bot. Soc.* 50: 32-39.
- Govil, C. M., y Lavania, S. 1980. Floral anatomy and embryology of some species of *Cuscuta* L. *Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.)* 89(30): 219-228.

- Graph, S., Herzlinger, G., Kleifeld, Y., Bargutti, A., Retig, B., y Lehrer, W. 1985. Control of dodder *Cuscuta campestris* in chickpeas, tomatoes and pumpkins. *Phytoparasitica* 13(3-4): 243-244.
- Gutierrez A., M. 1990. Anatomía e histoquímica del desarrollo de la semilla de *Dichondrae sericea* Sw. (Convolvulaceae), Tesis, Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- Hadac, E., y Chrtek, J. 1970. Notes on taxonomy of Cuscutaceae. *Folia Geobot. Phytotax, Praha* 5:443-445.
- Heywood, V. H. 1978. Flowering plants of the world. Oxford University Press. Oxford.
- Hutchinson, J. 1959. The families of flowering plants. Vol. I: Dicotyledons. Second Ed. Oxford University Press, London.
- Hutchinson, J. M. y Ashton, F. M. 1979. Effect of desiccation and scarification on the permeability and structure of the seed coat of *Cuscuta campestris*. *Amer. J. Bot.* 66(1): 40-45.
- Hutchinson, J. M. y Ashton, F. M. 1980. Germination of field dodder *Cuscuta campestris*. *Weed Sci.* 28(3): 330-333.
- Imaz, M. 1989. Historia natural del Valle de México. Ciencias 15 U.N.A.M.
- Johri, B. M. 1934. The development of the male and female gametophytes in *Cuscuta reflexa* Roxb. *Proc. Ind. Acad. Sci. B. Vol. I*: 283-291.
- Johri, B. M., y Tiagi, B. 1952. Floral morphology and seed formation in *Cuscuta reflexa* Roxb. *Phytomorphology* 2: 162-180.
- Ke, C. y Tsai, J. H. 1985. Transmission of huanglungbin agent from citrus to periwinkle by dodder. *Phytopathology* 75(11): 1324.
- Lawrence, G. H. M. 1951. Taxonomy of vascular plants. MacMillan Company. New York.
- Li, B y She, Y. 1985. The effects of kidney invigorating chinese traditional drugs on the function of the hipothalamus-pituita ri-axis. *J. Tradit. Chin. Med.* 5(20): 119-124.
- Licea D., S. 1979. Manual de microscopía electrónica de barrido. UNAM.
- Linnaeus, C. 1753. *Cuscuta* l. *Sp. Pl.* 1:124.
- Linnaeus, C. 1754. *Cuscuta* Tour. *Gen. Pl. Ed. 5a.*, pág.60.

- Lincoln, C. 1964. Systematic botany- an unending synthesis. *Taxon* 13(8): 257-271.
- Lyshede, O. B. 1984. Structure and germination in *Cuscuta pedicellata* with some notes on *Cuscuta campestris*. *Nord. J. Bot.* 4(5): 669-674.
- Lyshede, O. B. 1985. Morphological and anatomical features of *Cuscuta pedicellata* y *C. campestris*. *Nord. J. Bot.* 5(1): 65-77.
- Lyshede, O. B. 1989. Electron microscopy of the filiform seedling axis of *Cuscuta pedicellata*. *Bot. Gaz.* 150(3): 230-238.
- McDonald, A. 1991. Origin and diversity of Mexican Convolvulaceae. *Anales Inst. Biol Univ. Nac. Autónoma de México, Ser. Bot.* 62(1): 65-82.
- McLeod, D. G. 1961a. Photosynthesis in *Cuscuta*. *Experientia* 17: 542-543.
- Macpherson, G. E. 1921. Comparison of development in dodder and morning glory. *Bot. Gaz.* 71: 392-398.
- Maheswari, P. 1950. An introduction to the embryology of angiosperms. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Márquez G., J. 1986. Anatomía e histoquímica del desarrollo de la semilla de *Turbina corymbosa* (L) Raf. Convolvulaceae. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- Mauseth, J. D. 1988. Plant anatomy. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Menlo Park, California.
- Mazia, D., Brewer, P. y Alfert, M. 1953. The cytochemical staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. *Biol. Bull.* 104: 57-67.
- Miller, S. D. 1986. Evaluation of postemergence herbicide treatments for dodder control in alfalfa. *Res. Prog. Report. Western Soc. Weed. Sci.*
- Musselman, L. J. 1984. Some parasitic angiosperms of Sudan: Hydnoraceae, Orobanchaceae, and *Cuscuta* (Convolvulaceae).
- Nisa, M., Akbar, S., y Tariq, M. 1985. Anti-inflammatory activity of *Cuscuta chinensis*. *Fitoterapia* 56(5): 315-317.
- Nisa, M., Akbar, S., Tariq, M., y Hussain, Z. 1986. Effect of *Cuscuta chinensis* water extract on 7,12 dimethylbenza-anthracene (DMBA) induced skin papillomas and carcinomas in mice. *J. Ethnopharmacol* 18(1): 21-32.

- Orloff, S. B., y Cudney, D. W. 1986. Dodder control. Res. Prog. Report Western Soc. Weed Sci.
- Orloff, S. B. 1987. Biology of dodder and its control in alfalfa. Proc. Calif. Weed Conference 39a.
- Palser, B. F. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: embryology. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 621-646.
- Pérez Amador, M. C., García Argáez, A., Osuna Fernández, M., García Jimenez, F., y Collera, O. 1989. Resinas glicosídicas en semillas de Convolvulaceas. Phytón (Argentina) 50(1/2): 35-39.
- Pérez Amador, M. C., González, E. A., Márquez, J., Bailin, J., García, J. F., y Collera, O. 1980. Perfiles cromatográficos de semillas de algunas especies de Convolvulaceas. Phytón (Argentina) 39: 85-94.
- Raine, J., MacMullen, R. D., y Forbes, A. R. 1986. Transmission of the agent causing little cherry disease by the apple mealybug *Phenacoccus aceris* and the dodder *Cuscuta lupuliformis*. Can. J. Plant Pathol. 8(1): 6-11.
- Rao, K. N., Rao, A. S., y Reddy, R. 1985. Effect of different herbicides on control of *Cuscuta* in legumes. Pesticides (Bombay) 19(6): 61-62.
- Rao, V. S. 1944. Development of embryo-sac in the Convolvulaceae. J. Indian Bot. Soc. 23: 164-169.
- Rollins, R. 1952. Taxonomy today and tomorrow. Rhodora 54: 637.
- Roys, R. L. 1931. The ethno-botany of the Maya. The Tulane University of Louisiana. Middle American Research. Series Publication number 2: 213-216.
- Rzedowski, J. y Rzedowski, G. C. 1982. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol I. CECSA. México.
- Rzedowski, J. y Rzedowski, G. C. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol II. ENCB, IPN. MÉXICO.
- Schmierer, J. L. 1987. Dodder control in alfalfa grown for seed. Res. Prog. Report Western Soc. Weed Sci.
- Selleck, G. W., Greider, R. S., y Creighton, J. F. 1979. Herbicides for dodder *Cuscuta campestris* control in potatoes *Solanum tuberosum*. Proc. Northeast Weed Sci. Soc. 33: 191-195.
- Stuessy, T. F. 1990. Plant taxonomy. Columbia University Press. New York.

- Takhtajan, A. 1980. Outline of the classification of the flowering plants (Magnoliophyta). Bot. Rev. 46(30): 225-359.
- Terekhin, E. S. y Kotov, V. A. 1988. The embryology of *Cuscuta japonica* (Cuscutaceae. Bot. Zj. (Leningr) 73(2): 22-230.
- Tiagi, B. 1951. A contribution to the morphology and embryology of *Cuscuta hyalina* Roxb and *C. paniflora* Tenore. Phytomorphology 1: 9-21.
- Tiagi, B. 1965. Development of the embryo sac and embryogeny in *Cuscuta lupuliformis*. Curr. Sci. 23: 671-673.
- Tiagi, B. 1966. Floral morphology of *Cuscuta reflexa* Roxb. and *C. lupuliformis* Krocke with a brief review of the literature on the genus *Cuscuta*. Bor. Mag. (Tokyo) 79: 89-97.
- Tobe, H. 1989. The embryology of angiosperms its broad application to the systematic and evolutionary study. Bot. Mag. (Tokyo) 102: 352-367.
- Valley, P. 1976. JB4 Embedding Kit Polysciences, Inc. Industrial Park. Warrington, Pennsylvania. U.S.A.
- Vargas, R. 1987. The evaluation of trifluralin 10% granules for the control of dodder (*Cuscuta sp.*) in alfalfa. Res. Prog. Report Western Soc. Weed Sci.
- Vázquez S., S. 1989. Estudio estructural e histoquímico del desarrollo del óvulo y antera de *Cuscuta tinctoria* Martius (Cuscutaceae). Tesis para obtener el título de Biólogo. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- Wilson, K. A. 1960. The genera of Convolvulaceae in the southeastern United States. J. Arnold Arbor. 41: 298-317.
- Wettstein, R. 1935. " Handbuch der systematischen botanik ". Leipzig und Wien. En: Johri, B. M. y Tiagi, B. 1952. Floral morphology and seed formation in *Cuscuta reflexa* Roxb. Phytomorphology 2: 162-180.
- Xu, J., y Zhou, Q. 1982. Observation of the estrogen-like effect of follicle stimulating decoction. J. Trad. China Med. 2(3): 179-181.
- Yuncker, T. G. 1932. The genus *Cuscuta*. Mem. Torrey Botanical Club 18(2): 113-331.
- Yuncker, T. G. 1965. *Cuscuta*. North American Flora. Series II(part 4): 1-51.
- Yang, I. L. 1979. Transmission of sweet potato witches broom (mycoplasma disease) by (parasitic) dodder (*Cuscuta chinensis*). J. of Agric. Res. of China 28(1): 23-28.