

166
2oj.



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIO DE Ipomoea purpurea (L.) ROTH. ASOCIADA A
CULTIVOS DE MAIZ EN CHIAUHTLA, ESTADO DE MEXICO**

T E S I S

Que para obtener el título de

B I O L O G O

p r e s e n t a:

MARIO RIVERA CHAVEZ

México, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Páginas
I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....	2
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
IV. MATERIALES Y METODOS.....	19
V. RESULTADOS.....	23
VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	29
VII. FIGURAS.....	33
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	43

I. RESUMEN

Ipomoea purpurea se encuentra entre las 6 malas hierbas más importantes que infestan al maíz en México.

En el presente trabajo se hicieron observaciones sobre el ciclo de vida de esta arvense anual durante un ciclo de cultivo (noviembre de 1985 a octubre de 1986), desde el barbecho del terreno, pasando por la siembra, deshierbes, crecimiento y cosecha del maíz. También se cuantificó el contenido de semillas del suelo en terrenos deshierbados y no deshierbados. Se colectaron semillas y se hicieron pruebas de germinación en el laboratorio, relacionando este proceso con la estructura de la testa.

Las primeras plántulas de I. purpurea aparecen en abril, continuando su emergencia durante los meses de mayo y junio. Su floración ocurre en agosto y su fructificación en septiembre, para tener semillas maduras y deshidratadas en octubre, las cuales germinan sin mostrar ningún período de latencia.

El contenido de semillas en terrenos no deshierbados aumenta 10 veces en comparación con terrenos deshierbados en el lapso de un solo ciclo de cultivo.

El trabajo de campo se realizó en terrenos de riego parcial, no de temporal como son la mayoría de los terrenos en el Estado de México.

II. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Con el presente trabajo se pretende contribuir al conocimiento de Ipomoea purpurea, una de las principales malezas de los cultivos de maíz. El maíz es una planta que la mayoría de los mexicanos valoramos muy alto por su carácter alimentario, pero que su cotidianeidad nos hace perder de vista otros aspectos importantes. Guillermo Bonfil Batalla (1982), en la introducción al libro "El Maíz, fundamento de la cultura mexicana", editado por el Museo de las Culturas Populares, nos demuestra que la historia del maíz y la del hombre de estas tierras corren tan paralelas que están indisolublemente ligadas por la extensa red de relaciones económicas y sociales que se crean teniendo por centro al maíz. Esta es una planta creada por el hombre y ella a cambio ha modelado con sus ritmos y requerimientos toda una forma de ser y de pensar, es decir, una cultura. En la actualidad se pretende desligar al maíz de su contexto histórico manejándolo en términos de mercancía sustituible y hasta prescindible. Este es el proyecto de quienes quieren despegarnos de nuestras raíces culturales.

En la dieta del mexicano el maíz participa en un 31.42%, lo cual representa 297.16g diarios del grano (Madrigal, et al. 1982) y su cultivo ocupa el 51% del total del área cultivada (Robles, 1975). En casos excepcionales, la producción lograda ha alcanzado las 15 toneladas por hectárea (Robles, 1975), que, comparada con el promedio nacional que no llega a las dos toneladas (Cuadro No. 1), podemos observar que el rendimiento es aún muy bajo. Quizás esto sea producto de la política gubernamental de hace muchos señenios de dar prioridad al desarrollo de las ciudades y poca atención al agro. También podemos atribuir estos bajos rendimientos a que el 90% del cultivo se practica en tierras de temporal expuestas a las variaciones climatólogicas (Robles, 1975).

Durante su cultivo el maíz es atacado por plagas y enfermedades, además de tener la competencia por nutrientes, espacio y luz de muchas de esas plantas que crecen donde no se desea, conocidas como malezas (Cremlin, 1982). Si se permite la libre competencia entre la maleza y el cultivo de maíz durante los primeros 30 días de su desarrollo, se ocasionan reducciones en los rendimientos del cultivo que alcanzan en promedio un 24% (Agundis, 1984). A esto habría que agregar que por mal almacenamiento se pierde el 30% (Moreno, 1984) del grano cosechado para observar lo poco atractiva que resulta esta actividad agrícola.

El cultivo de maíz en México es infestado por más de 390 especies de malas hierbas (Agundis, 1984), de entre las cuales Ipomoea purpurea está colocada entre los seis primeros lugares por su densidad en los cultivos (Agundis, 1978, 1981, 1984; Alemán, 1983; Castro, 1976; Coronado, 1978; Segura, 1979). Sin embargo, no es éste el único cultivo atacado por esta arvense, vulgarmente conocida como "campanilla", pues también la encontramos en los cultivos de avena, vid, sorgo, alpiste, arroz, trigo, frijol, haba, papa, algodón, etc. (Acosta, 1977; Agundis, 1958, 1978, 1981, 1984; Alemán, 1983; Alvarado, 1978; Aranda, 1978; Arévalo, 1977; Ayala, 1978; Castro, 1976; Coronado, 1978; Jiménez, 1984; Quezada, 1984; Segura, 1979).

Dada la importancia de I. purpurea como arvense de los cultivos de maíz, se decidió realizar este trabajo proponiéndose los siguientes objetivos:

- 1) Describir el ciclo de vida de I. purpurea en relación al cultivo de maíz al cual infesta.
- 2) Estudiar la morfología y anatomía de la semilla en relación a su comportamiento germinativo e infestante del cultivo.
- 3) Estudiar la germinación de la semilla en condiciones de laboratorio.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

Descripción botánica de la familia Convolvulaceae (Austin, 1975).

"Hierbas, enredaderas, lianas, arbustos o árboles, algunas especies con sabia lechosa; el sistema radicular grande en ocasiones; a veces parásitas. Hojas principalmente simples, pinadas lobuladas o pectinadas, palmaticompuestas en algunas especies, o reducidas a escamas en *Cuscuta*; sin estípulas. Inflorescencias axilares, dicasiales, solitarias, racemosas, o paniculadas. Flores perfectas o imperfectas (algunas especies africanas), regulares o ligeramente zigomorfas, pequeñas e inconspicuas a grandes y vistosas pero principalmente evanescentes; cinco sépalos, libres, imbricados iguales o desiguales, persistentes, ocasionalmente acrescentes en el fruto; corola simpétala, tubular, infundibuliforme, campanulada, urceolada o saliforme, el limbo con cinco lóbulos o dientes o casi entero y con pliegues o interpliegues, los botones principalmente induplicados; cinco estambres distintos, los filamentos insertos en la base del tubo de la corola alternos con los lóbulos de la corola, las anteras principalmente lineales u oblongas, biloculares, extrorsas; disco anular o cupuliforme, algunas veces pentalobulado, ocasionalmente ovulado; ovario súpero de dos a cuatro carpelos, usualmente di o trilocular, cada lóculo biobulado, rara vez tetra o hexaloculado o unilocular con cuatro óvulos, el estilo filiforme, simple o bifido o presenta estigmas elipsoides o globosos. Frutos desde mono hasta tetralocular, capsular, dehiscente por valvas, transversalmente dehiscente, irregularmente dehiscente o indehiscente; semillas de una a cuatro, comúnmente en menor número que los óvulos, glabras o pubescentes, el endospermo ausente o escaso, cartilaginoso, los cotiledones principalmente foliáceos".

"Esta familia cosmopolita tiene numerosas especies en los trópicos y algo menos en zonas templadas; contiene 40 ó 50 géneros y 1200 o más espe-

cies. El género tipo es Convolvulus L. Hay poco consenso sobre la delimitación genérica, no obstante que la familia es muy natural. Sin embargo, tres familias han sido segregadas. La monotípica Humbertiaceae fue segregada por Pichon (1951), pero estudios de otros elementos primitivos en la familia su gieren que es mejor incluirla en la familia Convolvulaceae (Austin, 1973a). La familia Dichondraceae es aparentemente una línea evolutiva secuencial más estrechamente ligada a la tribu Poraneae y está también mejor incluida en la familia Convolvulaceae. La familia Cuscutaceae, aparentemente derivada de la familia Dichondraceae o un ancestro común, tiene muchas características únicas, y muchos modernos filogenistas de angiospermas las reconocen como una familia separada. Si bien hay considerable justificación para esta separación, sus más fuertes aliados la incluyen dentro de la familia Convolvulaceae y el género será incluido en ésta para el presente tratamiento".

"Las características del polen han sido clásicamente usadas como un importante criterio para la delimitación genérica en la familia".

"Hallier (1983) dividió a la familia usando las características del polen como criterio principal. Aunque no hay duda de que el polen es un criterio importante para entender las relaciones filogenéticas, no hay razón para darle tanto peso. El conocimiento actual de la familia sugiere una revisión de los arreglos tribales de Hallier" (Austin, 1971).

Standley y Williams (1970) también están de acuerdo en que "la familia requiere una revisión crítica. Es una unidad natural -continúa- y los géneros no están bien delimitados".

Austin y Pedraza (1983) proporcionan una clave artificial para la identificación de los siete géneros que representan a la familia Convolvulaceae en México.

Descripción botánica del género Ipomoea.

"Plantas herbáceas o leñosas, trepadoras, arbustos o árboles, frecuentemente hierbas volubles, a veces erectas a prostradas o flotantes. Hojas enteras lobadas, divididas o compuestas. Inflorescencia cimosa o cimoso-compuesta, o bien, flores solitarias; sépalos de forma y tamaño variables; corolla púrpura, roja, naranja, rosada, blanca o amarilla, infundibuliforme o campanulada, tubular o saliforme, rara vez urceolada, uniones de los pétalos glabros o pubescentes; estilo 1, estigma incluido a exserto, globoso, muchas veces di o trilobado. Fruto capsular, usualmente tetraalvado".

"Género de cerca de 500 especies ampliamente distribuidas en el mundo. En México existen cerca de 150 especies. Se requiere de más recolecciones, así como de una revisión cuidadosa del género" (Austin 1979b, 1980; Matuda 1963, 1964, 1965; O'Donnell, 1959a; en Austin y Pedraza, 1983).

Matuda (1963, 1964, 1965) nos proporciona una clave para la identificación de las especies mexicanas formando 15 grupos, quedando I. purpurea incluida en el grupo XII:mediocri-pilosi-sepala, con las siguientes características: "Flores mediocres, de 3.5 a 4.5 cm. de largo. Tamaño de la flor variable por sus circunstancias y condiciones del suelo, etc. Es necesario observar muchas flores de la misma especie para tomar su tamaño promedio. Sépalos pilosos o glabros de todos tamaños o formas; todas las plantas son volubles".

Descripción botánica de la especie Ipomoea purpurea.

Ipomoea purpurea (L.) Roth. var diversifolia (Lindl.), O'Donnell, Lilloa XXVI: 385. 1953; Lilloa XXIX: 226, 1959.

Descripción: "Anual, voluble, poco ramificada; peciolo de 2 a 24 cm, tomentosos con pelos cortos adpresos. Láminas ovadas, enteras, trilobadas".

das o rara vez 5 lobadas de 3-5 cm. de largo por 2-12 de ancho, ápice agudo acuminado u obtuso, a veces mucronado, base cordada con seno ancho y profundo; lóbulo medio ovado, agudo, los laterales semiovados, asimétricos, agudos u obtusos, mucronados; densamente pubescentes en ambas caras. Pedúnculos de 0.2-15 cm., tomentoso-pubescentes, 2-5 flores en cimas, a veces solitarias; brácteas y bracteolas linear-lanceoladas, pubescente; pedicelos de 12 mm. de largo, pubescentes. Sépalos casi iguales lanceolados o angostamente elípticos, de 8-15 mm de largo por 2.5-4.5 mm de ancho, acuminados, peludos, con la base engrosada. Corola infundibuliforme, azul rosada, con el tubo más claro de 2.5-5 cm de largo, glabra. Ovario ovoideo, glabro. Semillas negras de 5 mm de largo, densamente tomentosas".

"Distribución geográfica: Sur de los estados Unidos de América; México, Centroamérica, Colombia, Perú y Argentina" (Matuda, 1965). Debe agregarse que Gunn (1969) la sitúa en toda Norteamérica.

Respecto a su origen, González et. al (1981) señala que I. purpurea es nativa americana, probablemente de México.

"El fruto es capsular (González et. al, 1981). Tamaño 7 mm. de largo por 9-10 mm de diámetro. Apículo 3 mm. Forma globosa. Costillas inconspicuas. Color crema. Glabro. Con repleo cartáceo translúcido, que divide al fruto internamente en tres cavidades, separando usualmente 3 pares de semillas. Cáliz persistente. Dehiscencia longitudinal. Semillas 6 o menos por a borto".

Gunn (1969) elabora una clave para la identificación de semillas de veinte especies de cuatro géneros de convolvuláceas en donde, además, describe e ilustra la semilla de cada especie. El carácter principal de su clasificación lo constituye el hilo.

Importancia del maíz como producto alimenticio

Bonfil Batalla (1982) nos expone en el libro citado en la introducción del presente trabajo, la importancia que el maíz tiene no sólo como producto alimenticio, sino como fundamento de la cultura popular mexicana.

Sin embargo, tan solo haciendo un enfoque del maíz como el producto alimenticio de primera necesidad que es para la mayoría de la población mexicana, se apreciará su importancia. Así lo podemos constatar en el trabajo de Madrigal et al., (1982) del cual se saca un promedio 31.42% de participación del maíz en la dieta del mexicano.

Robles (1985) nos informa que el cultivo del maíz ocupa el 51% del área cultivada en México y que en casos excepcionales el rendimiento por hectárea ha llegado a las 15 toneladas. Sin embargo, de los datos oficiales (S.P.P. 1980-82) se desprende que el rendimiento nacional no llega a dos toneladas por hectárea.

Robles (1985) también nos informa que el 90% del cultivo se hace en tierras de temporal. Moreno (1984) dice que en 1974 las mermas de maíz almacenado en el medio rural fueron de 30% por malas condiciones de almacenamiento.

Vegetación Arvenses

La práctica de todo cultivo se inicia con la perturbación de un ecosistema y ésta es seguida por una sucesión de la vegetación. El cultivo del maíz se ve afectado por la competencia de esa vegetación secundaria que recibe diversos nombres y definiciones.

Font Quer (1953) define arvenses como "malas hierbas" que crecen entre los cultivos y la vegetación útil de los prados artificiales, en competencia con la vegetación sostenida por el hombre.

En Villegas (1979) encontramos citadas las definiciones de varios autores: Eaton y Macleod (1946) llaman arvenses a las especies que perjudican el crecimiento del cultivo al cual está dedicado el terreno al competir con él por espacio, luz, agua y nutrimentos; Meuenscher (1955) define a las arvenses como plantas inútiles, dañinas, que persisten desarrollándose donde no son deseadas; Harper (1944) llama arvenses a las plantas que se desarrollan espontáneamente en un habitat que ha sido fuertemente modificado por la acción del hombre; para Villar (1929) las arvenses son constituyentes de la vegetación natural, que inicia la subserie después que el hombre ha actuado con fines agrícolas; el mismo autor nos remite a consultar a King (1966) para mas definiciones y sinónimos, si bien en su definición el término arvense "abarca exclusivamente a las plantas que viven entre los cultivos (medio arvense)" y nos enlista una serie de sinónimos de las arvenses: yuyos, plantas invasoras, yerbas, malas hierbas, plantas indeseables, yerbas nocivas, plantas dañinas, malezas y hierbajos.

Cremlin (1982) llama malezas a esas plantas que crecen donde no se desean haciendo la competencia por nutrientes, espacios y luz a las cultivadas. Moreno (1984) llama maleza a la planta silvestre que invade campos de cultivo o que vive a la orilla de caminos, cerca de habitaciones humanas, etc.

Rodríguez (1981) dice que el concepto de mala hierba es muy variable pero se refiere a las plantas inútiles, dañinas, y que afectan a las actividades e intereses económicos del hombre.

Agundis (1984) se refiere con el término maleza al conjunto de malas hierbas que crecen en los cultivos y señala que el cultivo de maíz es infestado por más de 390 especies de malas hierbas, siendo las principales: Cyperus (2 especies), Echinichloa colona (L) Link, Panicum fasciculatum Sw., Ixophorus unisetus (Presl.) Schlecht., Amaranthus (7 especies), Simsia am-

plexicaulis (Cav.) Pers. e Ipomoea (9 especies).

Arvenses del Maíz

El trabajo de Diez (1980) para desarrollar una campaña nacional contra la maleza se justifica porque va encaminado a evitar o disminuir los daños a la producción de los cultivos que redundan en una disminución de 15% a 80% de la utilidad neta. Esto no sólo es debido a la competencia por espacios, luz y nutrimentos, señala la autora, sino también porque la maleza es hospedera de muchos agentes patógenos, insectos que consumen o dañan el cultivo y/o son transmisores de enfermedades al mismo.

En el trabajo anteriormente citado, Agundis afirma que la libre competencia entre la maleza y los cultivos de maíz durante los primeros 30 días de su desarrollo, ocasionan reducciones en los rendimientos que alcanzan 24% en promedio.

Carbajo 1966 (en Villegas, 1979) reporta la reducción de 25 a 60% en el rendimiento del maíz en el bajo debido a la competencia de las arvenses.

Rodríguez (1972) afirma que en la parte central del estado de Veracruz las prácticas agrícolas para el manejo de las especies arvenses en milpas ocupan aproximadamente el 40% de la fuerza de trabajo invertida en los ciclos agrícolas primavera-verano más característicos.

Hay una buena cantidad de bibliografía que muestra la presencia de I. purpurea en diversos cultivos y a través de casi todo el territorio nacional. Un trabajo Anónimo y sin fecha producido en la Universidad Autónoma de Chapingo reporta un listado de malas hierbas, del cual se concluye que I. purpurea se encuentra en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Querétaro, Aguascalientes, Sinaloa, Sonora, Baja California, Colima,

Nayarit, Tamaulipas, Coahuila y San Luis Potosí.

Acosta et al. (1977) reporta I. purpurea en viñedos de la comarca lagunera. Agundis (1958) reporta I. purpurea entre la lista de malas hierbas en el cultivo del trigo en el valle de Toluca. El mismo autor en 1978 reporta una frecuencia de presencia de 37% para I. purpurea entre la maleza del algodouero en la comarca Lagunera. Igualmente, en 1981 reporta dicha especie en cultivo de maíz, avena, haba, papa y trigo en el valle de Toluca. Alemán (1983) reporta I. purpurea con una población de 4 plantas por metro cuadrado a los 15 días de la emergencia de la asociación maíz-frijol en Tepatitlán, Jalisco.

Alvarado (1978) menciona a I. purpurea entre otras hierbas que ocasionan daños directos e indirectos, como dificultad en la cosecha, manchado de la fibra de algodón, plagas y enfermedades en la región Noroeste y que Convolvulus arvensis e Ipomoea sp. son un problema serio en los municipios de Bacum y parte de Guaymas, Sonora.

Arévalo (1977) reporta una frecuencia de 15% para I. purpurea en el cultivo de trigo en Guanajuato. Ayala (1978) reporta 74.7% de frecuencia de presencia de I. purpurea en campos algodoueros del Noroeste. Castro (1976) reporta frecuencia de aparición de I. purpurea de 87.9% en maíz y 63.3% en sorgo en la región norte de Tamaulipas. Coronado y Agundis (1978) reportan I. purpurea en cultivos de maíz y sorgo en Apatzingán. Jiménez (1984) reporta 61.1% de frecuencia de aparición de I. purpurea en la Mixteca Oaxaqueña. Segura (1979) reporta I. purpurea con presencia de 1 a 20% con abundancia de 4 en el cultivo de maíz de temporal en el estado de Morelos.

La semilla

Márquez (1986) hace la observación sobre el modo tan somero en que los taxónomos toman en cuenta a las semillas como un elemento para realizar

sus descripciones y claves de familia Convolvulaceae, citando como ejemplos a: Laurence (1951) que en su "Taxonomía de las plantas vasculares", al referirse a la familia Convolvulaceae, dice que sus semillas son lisas o pilosas, el embrión es grande, con cotiledones plegados emarginados o bilobados, rodeados por un endospermo duro cartilaginoso; Gola, Nery y Cappeletti (1959) que describen las semillas de la familia como formados por un solo tegumento, esferoidales o trígonoas y con endospermo nuclear durante el desarrollo; Wilson (1960) que dice que hay una o dos semillas en cada lóculo, el embrión es recto y los cotiledones plegados o enrollados en espiral, raramente pequeños o ausentes; Matuda (1963, 1964 y 1965) que en sus trabajos sobre el género Ipomoea en México menciona, en algunas de las descripciones de las especies, características externas de las semillas; Austin (1975) que menciona que las semillas de las Convolvulaceas son de 1 a 4, comunmente en menor cantidad que los óvulos, glabras o pubescentes, con el endospermo escaso o ausente, cartilaginoso y con los cotiledones, la mayoría de las veces, foliáceos; McPherson (1981), que en su trabajo sobre el grupo arborecente del género Ipomoea toma en cuenta el tamaño de las semillas así como la distribución de los tricomas sobre su superficie; Cronquist (1981) que señala que la familia Convolvulaceae tiene semillas que poseen embriones largos, rectos o curvos, con dos pliegues y a menudo bifidos, embebidos en un endospermo duro y cartilaginoso que contiene como sustancias de reserva: aceite, proteínas y hemicelulosa; Austin y Pedraza (1983) que reutilizaron la sarcotesta como un carácter para separar dos géneros de Convolvulaceae: Itzaea con y Bonamia sin sarcotesta.

Sin embargo, ya se observan en la literatura la tendencia de los taxónomos a tomar en cuenta las características de las semillas. Así, Gunn (1969) elabora una clave de semillas de 20 especies de las hierbas comunes y nocivas de los EE.UU. en la familia Convolvulaceae, basándose en caracteres exter-

nos, principalmente del hilo al microscopio de luz. Brisson y Peterson (1976) en su revisión crítica del uso del microscopio electrónico de barrido (MEB) en el estudio de las testas de semillas en relación a problemas taxonómicos, señalan la urgente necesidad de referirse a vistas de MEB tanto como a las de microscopía de luz para facilitar la identificación de especies y citan las compilaciones de Echlin (1974), Echlin y Gregory (1975) y Cole y Behnke (1975) donde indican el poco uso que se hace del MEB en el estudio de semillas, no obstante que Echlin (1968) ilustró la efectividad del MEB en la separación de dos subespecies de Arenaria ciliata por medio de los caracteres de la testa. El mismo recurso ha sido aplicado a otras especies del mismo género y otras especies de ocho géneros que citan los autores.

Jain y Babu (1982) establecieron la filogenia del género Vigna calcarata y el paralelismo adaptativo de poblaciones que habitan en diferentes ecozonas por medio de estudios de epidermis al MEB. Pero los estudios de las semillas no sólo se hacen con fines taxonómicos, sino que más bien, tratan de encontrar la relación estructura-función y entonces el aspecto taxonómico es un resultado colateral. Harper et al. (1970) señala que el éxito de las hierbas en tierras de cultivo ha dependido de que la semilla tenga una forma que asegure su transporte con el grano cultivado a través de la cosecha, trillado y dispersión.

Muy abundante y exhaustiva es la revisión bibliográfica acerca de la anatomía y, sobre todo el desarrollo de la semilla en la familia Convolvulaceae que hace Márquez (1986) en su tesis doctoral, por lo que en tal sentido solo citaré los trabajos referentes a la especie en estudio, remitiendo al lector a consultar el trabajo citado para información más amplia sobre la familia.

Se observan algunas discrepancias en algunas características de la semi-

lla reportadas por diversos autores, así, en el trabajo ya citado de Gunn (1969) el autor describe a las semillas de I. purpurea (L.) Roth: "de 3.5 a 4.5 mm de largo, 2.5 a 3 mm de ancho, cuneiforme, ocasionalmente aplanada; testa de color café oscuro medio apagado, superficie minuciosamente picada (vista a 10 X), glabra, márgenes usualmente marcados por un lomo, lados usualmente con una o dos arrugas transversales, dorso fuertemente arqueado y soportando una somera depresión media; hilum de 0.5 a 0.6 mm de diámetro, glabro, ocasionalmente rodeado de diminutos pelos plateados, ipomeoide, no hundido, del color de la testa".

González, Parisca y Agostini (1981) describieron los frutos, la morfología externa e interna de semillas, la germinación de las semillas y las plántulas de cinco especies del género Ipomoea y Merremia umbellata. Refiriéndose a las características externas de la semilla de I. purpurea dicen que es piriforme, trígona, con hendidura prominente en la cara dorsal y de presiones en las caras laterales, color marrón a negro, opaco, superficie rugosa; pubescencia densamente tomentosa. Hilo circular.

Kaur y Singh (1970) en su excelente trabajo sobre la estructura y desarrollo de la semilla de tres especies de Ipomoea nos dicen que la semilla madura de I. purpurea es pilosa y de forma oval. Los pelos son muy pequeños. La superficie dorsal es convexa y una cresta longitudinal surca el lado ventral. La semilla madura mide 4 mm. de largo por 3 mm. Cabe señalar que en este trabajo los autores describen minuciosamente la estructura y desarrollo de las semillas de Ipomoea sinuta, I. purpurea e I. carnea.

La testa: estructura, histoquímica, permeabilidad y color.

La histología, histoquímica, dureza, color, permeabilidad o impermeabilidad de la testa son asuntos estrechamente relacionados. En el estudio del desarrollo de la testa de Ipomoea purpurea y Rivea hipocrateriformis y

de la estructura de la testa de once especies de Convolvulaceas pertenecientes a cuatro géneros que Govil (1970) realizó, se describe la testa de I. purpurea con una epidermis de células elongadas tangencialmente y que se transforman en pequeñas protuberancias. La capa de empalizada es bi a triestratificada en las especies de Ipomoea estudiadas con excepción de I. vitifolia e I. carnea donde es más de pentaestratificada. Bajo las capas de parénquima compacto.

El cojincillo consiste de 5 a 7 capas de células parenquimatosas rectangulares compactadamente arregladas en el lado externo, seguidas por una zona mono o biestratificada de empalizada esclerenquimatosa. La capa de empalizada es seguida por una capa subepidérmica que pierde continuidad con la subepidermis del resto de la testa. Sin embargo, las células de la subepidermis en la región del cojincillo son radialmente elongadas y algunas veces también se dividen periclinalmente en dos. Estas células de las subepidermis se parecen a las de la empalizada externa y algunas veces son confundidas con ellas. La capa interna de la subepidermis es también similar y pierde continuidad en posición similar en el resto de la testa. Próxima a esta capa está una zona de células parenquimatosas compactadamente arregladas desprovistas de granos de almidón. La región entre el funículo y el hilo forma una pequeña parte de la testa. Las tres capas (una epidérmica y las 2 subepidérmicas) están en continuidad con sus correspondientes en el resto de la testa, sin embargo, las células epidérmicas están arregladas en dos hileras (Govil, 1970).

Nikolaeva (1977) al exponer su modelo de factores que controlan la latencia de las semillas, atribuye la impermeabilidad de la testa a la presencia de cutícula y a la capa de células en empalizada extensamente desarrollada.

Al estudiar los efectos de la desecación y la escarificación sobre

la permeabilidad y estructura de la testa de semillas de Cuscuta campestris, Hutchinson y Ashton (1979) encontraron que "la capa impermeable de la testa es una región superior de línea clara y la unión de la hipodermis y la capa de células de empalizada. Esta región parece formarse durante la desecación de la hipodermis. La capacidad germinativa se incrementa a medida que el embrión madura, pero disminuye a medida que la testa se seca. El desarrollo completo de macroesclereidas señala el inicio de la latencia".

Esta relación de línea clara, esclereidas e impermeabilidad también aparece en semillas de otras familias como lo señala Vázquez y Perez (1976) en sus notas sobre la morfología y la anatomía de la testa de semillas de Ochroma lagopus Sw. diciendo que "la zona clara externa corresponde a la línea clara que ha sido descrita en Bombacaceae, Malvaceae y Leguminosae. Se observa en esta zona una franja ininterrumpida e intensamente refringente en la pared celular que parece estar directamente relacionada con la impermeabilidad al agua en especies de estas familias".

Martin y Watt (1944) nos dicen que es bien sabido que la dureza es debida a la impermeabilidad de las semillas y que esta dureza está asociada a la capa malpigiana o empalizada. Citan a otros autores que atribuyen la dureza a la presencia de la línea clara. La capa malpigiana es una barrera continua para la absorción del agua, siendo interrumpida sólo por el micrópilo y el estrofiolo en la semilla del trébol dulce, lugar éste último, donde ocurre la conexión vascular entre la semilla y el funículo. En este lugar la línea clara y estructuras asociadas relacionadas con la dureza, son interrumpidas por elementos vasculares que aforan un pasaje al agua para llevarla al interior de la semilla.

Cinco sitios son señalados por Márquez (1986) como posibles responsables de la impermeabilidad de la testa al agua: 1) la subepidermis; 2) el eclerénquima de empalizada; 3) la cutícula; 4) la línea clara y 5) la zona

por arriba de la línea clara.

Tratando de relacionar la permeabilidad de las testas con las condiciones de secado y el metabolismo fenólico, Marbach y Mayer (1974) llegaron a suponer que durante la deshidratación de las semillas, la oxidación de compuestos fenólicos presentes en las testas por catálisis de catecoloxidasa en presencia de O_2 , podría ser la causa de la impermeabilidad al agua en las testas. En el siguiente año, los autores, trabajando sobre su hipótesis anterior, descubren que "en el desarrollo de la testa de las semillas de Pisum elatius están presentes o-dihidroxifenoles en cantidades apreciables en todas las etapas del desarrollo. Sin embargo, los aumentos de la actividad catecoloxidasa, principalmente durante las etapas tardías del desarrollo, muestran un abrupto incremento durante la deshidratación de la testa y luego disminuye. Esto sugiere que una reacción taninizante es inducida por el contacto de enzimas con su sustrato mientras las membranas celulares son rotas, y que esta reacción vuelve impermeables a las testas. La cadena completa de eventos no ocurre en Pisum sativum que tiene testa permeable. En Pisum elatius el secado de la semilla en presencia de oxígeno produjo el color café y la impermeabilidad.

Con el fin de identificar la estructura y localizar los compuestos de reserva del embrión en la semilla de Prosopis velutina (Leguminosae), Irving (1984) realizó el estudio histoquímico de la misma para identificar polisacáridos, mucopolisacáridos, glucoproteínas y glucolípidos por medio de una modificación del método del ácido peryódico de Schiff (PAS). Las proteínas las identificó con azul mercúrico de bromofenol. La celulosa y el almidón los identificó por la birrefringencia exhibida por medio de polarizadores cruzados.

El estudio anatómico de la semilla de Turbina corymbosa que hicieron Márquez y Laguna (1982) está complementado por el estudio histoquímico que

incluyó la detección de polisacáridos con técnica de PAS, lípidos y cutina con rojo O de aceite, proteínas con azul mercúrico de bromofenol y almidón con lugol.

Murcio (1983) realizó el estudio anatómico e histoquímico de la semilla de Ipomoea triloba, identificando polisacáridos, lípidos y proteínas.

Ponce (1986) estudió el desarrollo estructural e histoquímico de la testa de Ipomoea crinalix, demostrando el paralelismo entre la diferenciación estructural y la diferenciación química que se da en el proceso de diferenciación celular. En la semilla madura localizó proteínas en los cotiledones, polisacáridos insolubles en el esclerénquima de empalizada, pequeños gránulos de almidón en las células de la capa de aleurona, lípidos en la subepidermis y la cutícula, celulosa en las paredes celulares de la subepidermis y el esclerénquima de empalizada, lignina en los haces vasculares y taninos en la subepidermis.

En su estudio comparativo de semillas maduras de Ipomoea murucoides e I. pauciflora, Murguía (1986) encontró diferencias en la localización de materiales en los tejidos de las testas entre las dos especies.

IV. MATERIALES Y METODOS

1. Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó de noviembre de 1984 a octubre de 1985 en una parcela del Ejido de Chiauhtla, Estado de México, ubicado en el kilómetro 2 de la carretera Texcoco-Chiauhtla-Chiconcuac, como se señala en el mapa de localización (Fig. No. 1). Durante este ciclo los campesinos practicaron su cultivo del maíz de la manera acostumbrada.

A continuación se enlistan las actividades y observaciones realizadas durante las siete visitas que se hicieron al cultivo.

- 12 de noviembre de 1984. Se toman notas de las prácticas de cultivo para preparar el terreno. Se colectaron semillas de frutos secos, de plantas de I. purpurea enredadas en el rastrojo de maíz para usarlas en pruebas de germinación, estudios anatómicos e histoquímicos.

- 30 de marzo de 1985. El terreno ha sido barbechado, se han preparado los surcos y se han regado por inundación. Al siguiente día es la siembra del maíz.

- 10. de mayo. Se realizan observaciones y mediciones de la altura de las plantas de maíz e I. purpurea. Se toman fotografías y muestras de suelo para determinar el contenido de semillas de I. purpurea, después de la primera emergencia. Al siguiente día se voltean los surcos y se deshierba.

- 23 de junio. Se hacen observaciones y mediciones de la altura de las plantas en estudio y se toman fotografías.

- 18 de agosto. Se prensan ejemplares de herbario, se fijan en FAA (formol-alcohol-ácido acético) botones florales y flores en antesis de I. purpurea. Se toman fotografías.

- 28 de septiembre. Se colectaron frutos maduros aún hidratados de I. purpurea y se fijaron en FAA. Se toman fotografías.

- 27 de octubre de 1985. Se colectaron frutos secos de I. purpurea enredada en el rastrojo de maíz para usar la semilla en pruebas de germinación y obtención de plántulas. Se toman muestras de suelo.

Muestreos de suelo

Para determinar el contenido de semillas en el suelo, el terreno de cultivo se dividió en nueve cuadrantes, tomándose muestras solamente del central y los cuatro esquineros.

Se hicieron tres muestreos: el primero en la visita de noviembre; el segundo en la visita de mayo y el tercero en la visita de octubre. El tamaño de la muestra en cada cuadrante fue de dos kilogramos de suelo tomados desde la superficie hasta 20 cm. de profundidad. Las muestras se transportaron al laboratorio en bolsas de polietileno debidamente etiquetados con fecha y cuadrante correspondiente. Además, con fines comparativos, en octubre de 1985 se tomaron tres muestras de cuatro surcos adyacentes al cultivo que fueron abandonados durante todo el ciclo y por lo mismo no deshierbados.

Recolección de semillas

Con el fin de tener semillas maduras, secas e intactas para su estudio anatómico y para pruebas de germinación se colectaron los frutos secos en las visitas de noviembre de 1984 y octubre de 1985 y se conservaron en frascos etiquetados a temperatura ambiente en el laboratorio.

Recolección de material de herbario

Se colectaron y prensaron ejemplares de plántulas con solamente hojas cotiledonarias y plantas adultas con flores.

2. Trabajo de laboratorio

a) Determinación del contenido de semillas en el suelo. En el laboratorio cada muestra de suelo se pesó y registró su peso; se disolvió en doce litros de agua y se tamizó en la malla 16 para obtener las semillas de cada muestra. La razón de disolver la muestra en agua fue para hacer menos sucio el proceso de tamizado además de que no había ningún propósito edafológico por las muestras. El proceso se hizo con la mayor rapidez para evitar la imbibición de las semillas. Las semillas, junto con otros sólidos que quedaron en el tamiz, se secaron en una corriente de aire para su posterior separación bajo el microscopio de disección. El contenido de semillas de cada muestra se guarda en frascos etiquetados. Se registraron en la libreta de laboratorio el número de semillas por muestra para hacer el cálculo total de semillas de I. purpurea por kilogramo de suelo.

b) Pruebas de germinación. Las pruebas de germinación se hicieron en cajas de petri preparadas con cuatro círculos recortados de toallas de papel humedecidos con agua, colocados en el fondo de la caja. Sobre estos círculos humedecidos se colocaron 50 semillas maduras y deshidratadas, se cubrieron con otros tantos círculos de papel humedecidos, sellándose las cajas con cinta adhesiva para evitar la desecación. Cada caja representó un lote experimental. Las cajas que requirieron temperatura constante se colocaron en la estufa de cultivo a 26°C y en la obscuridad; las que requirieron temperatura ambiente se dejaron sobre las mesas a la temperatura del laboratorio ($\pm 20^\circ\text{C}$). Las observaciones se hicieron cada 24 horas. La escarificación de las semillas del lote 10 se hizo por el extremo opuesto al cojincillo por raspado manual con una lija (Ver Tabla No. 1).

c) Estudios de la morfología, anatomía e histoquímica de la semilla. El estudio de la morfología externa de la semilla se hizo en un microscopio

pio electrónico de barrido marca JEOL Modelo JMS 35, extrayendo las semillas del fruto seco en el momento preciso de su preparación y sin hacer contacto con ellas para evitar la pérdida de tricomas; se colocaron en el porta muestras preparado con un adhesivo de plata, enseguida se cubrieron con oro para su observación y fotografiado.

La anatomía se estudió haciendo disecciones, bajo el microscopio este reoscópico, de semillas previamente embebida en agua durante 12 hrs. a 26°C. Para el estudio histológico se siguió la técnica de inclusión en parafina de Johansen (1940) que consiste en fijar en FAA, deshidratar en alcoholes graduales e incluir en parafina. Los cortes se hicieron de 10 a 12 micrómetros de grosor en un microtomo rotatorio, se desparafinaron y se ti ñeron con safranina-verde rápido.

Se realizaron las siguientes pruebas histoquímicas a la testa, usando material fresco o fijado según los requerimientos de cada técnica.

1. Acido peryódico de Shiff (PAS) para polisacáridos insolubles (Hotchkis, 1948, McManus, 1948 en Jensen, 1962).
2. Lugo1 para detectar almidón (Johansen, 1940 en Jensen, 1962).
3. Rojo O de aceite para lípidos (Engleman, E.M. en Márquez, 1986).
4. Azul mercúrico de bromofenol para proteínas (Mazia, et al. 1953).
5. Permanganato de potasio para taninos (Suárez, 1981).

V. RESULTADOS

Ciclo de vida de Ipomoea purpurea (L.) Roth en el cultivo del maíz.

Debido a que el Ejido de Chiautla cuenta con sistema de riego, para los meses de marzo, abril y mayo, la siembra se efectúa entre la última semana de marzo y la primera de abril, a diferencia de las zonas temporales cercanas, donde dicha labor se realiza entre la segunda y la tercera semana de mayo cuando comienzan a caer las primeras lluvias de la temporada.

El terreno de cultivo es preparado para la siembra entre febrero y marzo rompiendo los grandes terrones que quedaron de la labor de barbecho por medio de dos o tres pasadas de la rastra. En seguida se procede a la formación de los surcos con una separación de alrededor de 85 cm. La siembra se realiza entre la última semana de marzo o primera de abril en lo profundo del surco con una separación de aproximadamente 75 cm. entre una y otra mata (conjunto de 4 o 5 plantas). Terminada la siembra se hace un riego por inundación de los surcos. A los 15 días de efectuado el riego, comienzan a emerger las plantas de maíz, mientras que las de I. purpurea lo hacen a los diez días.

A un mes de la siembra (última semana de abril o primera de mayo), las plantas de maíz alcanzan una altura de 30 cm. y la campanilla presenta igual tamaño con varias ramificaciones que empiezan a trepar por las plantas del cultivo (Fig. No. 2). En esta etapa se efectúa la primera labor de deshierbe y aporcadura de las matas. El aterramiento se hace volteando la tierra de la parte alta del surco sobre las plantas de maíz, con lo cual cambia la posición del surco, quedando las plantas en la cresta. Con esta labor se destruyen numerosas plantas de las malezas y las que permanecen son arrancadas manualmente, de manera que la milpa queda limpia de malezas. La humedad del suelo o las lluvias de mayo hacen aparecer nuevas plántulas de I. purpurea.

A finales de junio el maíz alcanza 1.5 mts. de altura sin presentar aún la espiga (panícula masculina) y las plantas de I. purpurea que han es-
capado a las labores esporádicas y poco minuciosas de deshierbe que efectúan los campesinos, alcanzan la altura del maíz pero no presentan botones florales (Fig. 3). Las hojas de I. purpurea son atacadas por insectos (Figs.No. 4 y 5) sin que la planta presente signos de debilidad.

En julio brota la panícula masculina del maíz y ocurre la formación de los botones florales de I. purpurea. Esta última alcanza las panículas del maíz (Fig. no. 6).

En agosto, cuando el maíz está en elote, I. purpurea está en floración (Fig. 7). El desarrollo del fruto de I. purpurea hasta quedar seco le llevará de 30 a 35 días a partir de la antesis.

En septiembre, cuando aún caen las últimas lluvias, la mazorca del maíz ha alcanzado su último desarrollo, lo mismo que los frutos de I. purpurea. En esta etapa los campesinos no deshieran por considerar que las malezas ya no afectan a la producción del maíz, pero las malezas de esta etapa son las que dejan el banco de semillas en el suelo para el surgimiento de nuevas plantas en la próxima temporada.

En octubre se cosecha el maíz y con esta acción se dispersan las semillas de los frutos secos de I. purpurea. En el rastrojo (plantas secas del cultivo después de la cosecha) se encuentran plantas secas de I. purpurea con frutos.

En noviembre el rastrojo se ha ensilado y se rotura el suelo con una pasada del arado, quedando grandes terrones, restos de rastrojo y hierbas secas. El propósito de la roturación en esta época, explican los campesinos, es para exponer a las plagas del cultivo a las duras heladas del invierno.

Contenido de semillas en el suelo

En el suelo colectado de la milpa, después de la cosecha, se encontraron 2 semillas por kilogramo de suelo, mientras que en el terreno abandonado durante solamente ese ciclo de cultivo, se encontraron 21 semillas por kilogramo.

Pruebas de germinación

Se observó germinación a las 24 horas bajo casi todas las condiciones en que se colocaron las semillas (ver Tabla No. 1), es decir, germinan casi el 100% aunque sean recién extraídas del fruto seco o después de cuatro años de cosechadas. Las semillas no presentan latencia.

Las semillas a las que se les cubrió el cojincillo con parafina no se hincharon a pesar de que permanecieron 10 días en condiciones óptimas para su imbibición; sin embargo, estas mismas semillas, conservando aún el cojincillo tapado, se escarificaron en la región calazal y germinaron en 24 horas (Fig.9).

En una prueba en que, accidentalmente las semillas quedaron totalmente cubiertas por el agua, se imbibieron pero no germinaron en 5 días que permanecieron así. Germinaron al quitarles el exceso de agua.

Morfología externa de la semilla de *I. purpurea*.

La semilla madura hidratada, presenta una cara convexa correspondiente a su cara externa en el ovario, y dos caras planas formadas por la contigüidad, por un lado, con el septo del ovario y por el otro con la otra semilla del lóculo; al deshidratarse, las caras planas presentan ligeras ondulaciones (Figs. 11, 12 y 13). La semilla madura y deshidratada mide en promedio 3.9 mm de largo por 2.8 mm de ancho. El color de su testa es el pardo oscuro chocolate correspondiente al 6 F4 del Manual Methuen del color - (Kornerup y Wanscher, 1978).

Su superficie, vista en el MEB, está cubierta de pequeños y frágiles tricomas laminares, acanalados y romos que se desprenden con facilidad al manipular la semilla (Fig. No. 10). La condición laminar y acanalada se debe a la pérdida de agua durante su preparación para el MEB, ya que en los cortes histológicos los tricomas presentan una forma cónica de punta roma.

En algunas zonas los tricomas son más largos, como es el caso de las aristas (Figs. No. 12 y 13). La arista formada por las caras planas de la semilla, en su extremo inferior (extremo basal), respecto a su posición en el ovario, se ve interrumpida por una depresión (Fig. 13) marcada por un surco en forma de herradura que corresponde al hilo (Márquez, 1986) - (Fig. 15). La abertura de la herradura se orienta hacia el extremo inferior. En la parte central está el cojincillo con tricomas escasos y cortos, haciéndose glabro hacia la región del micrópilo.

Anatomía

La semilla consta de testa, endospermo y embrión, cuyos cotiledones son laminares; la lámina es simétrica superficialmente bilobada con lóbulos cortos y redondeados con la base someramente retrusa. Las láminas cotiledonarias están empalmadas y plegadas con dos líneas longitudinales de pliegue que las dividen en tres secciones, quedando la sección media adyacente al lado dorsal y las laterales hacia las caras planas de la semilla. Debido a la curvatura del lado dorsal las secciones laterales son obligadas a plegarse sobre todo en sus márgenes. Entre las secciones se entremete el endospermo que se prolonga desde el cojincillo y la arista ventral. En la disección de la semilla embebida, el endospermo aparece mucilaginoso y hialino, las láminas cotiledonarias y el embrión son blanco amarillentos.

La testa consta de varias capas; la más externa, la epidermis, con grandes células aplanadas que se prolongan en finos tricomas (Fig. No. 11). Después se encuentra la subepidermis formada de una sola capa de células ligeramente aplanadas perpendiculares a la superficie de la testa; sus paredes son gruesas. Debajo de la subepidermis se encuentra una capa de dos estratos de células esclerenquimatosas formando un tejido en empalizada (Fig. No. 16). Las células del estrato superior presentan una línea muy refringente que las atraviesa a la altura del cuarto superior formando una línea clara a lo largo de la testa (Figs. No. 16 y 17). Debajo de este esclerénquima en empalizada se encuentra el parénquima formado por células aplastadas entre las que pasan haces vasculares que rodean a la semilla. Entre este estrato y el endospermo se encuentra una delgada cutícula. El endospermo está formado de células globosas vivas (capa de aleurona) de paredes gruesas y núcleos voluminosos y de restos de paredes celulares (Fig. No. 17).

La estructura de la testa es muy uniforme en toda la semilla y solo cambia en la región del cojincillo. Aquí la epidermis se vuelve biestratificada con tricomas muy largos; con células regularmente aplastadas, aquí son algo alargadas en empalizada. La subepidermis sigue sin modificación; las células del esclerénquima siguen del mismo grosor pero ahora multiestratificadas con lo que aumenta el grosor de este tejido. El esclerénquima del cojincillo presenta dos fracturas que corresponden al surco. Las fracturas dan comunicación al parénquima, que en esta región se ensancha metiéndose entre los pliegues de los cotiledones; sus células se hacen globosas con paredes gruesas. En la intrusión del parénquima entre los cotiledones es acompañado por la cutícula y el endospermo provenientes de la testa de ambos lados del cojincillo, de manera que las intrusiones son emparedados de dos capas de endospermo-cutícula entre las que queda el parénquima. En las intrusiones del parénquima es notoria la presencia de vasos espiralados desde la zona del cojincillo.

El eje embrionario es pequeño, situado por debajo del cojincillo con el ápice radicular apuntando hacia el micrópilo.

Los cotiledones presentan orificios circulares, probablemente correspondientes a canales o células laticíferas. También se observan haces provasculares (Fig. No. 18), e inclusiones cristalinas llamadas drusas, posiblemente formadas de carbonato de calcio (Fig. No. 19).

Histoquímica

Las pruebas histoquímicas realizadas en cortes de semilla madura mostraron la presencia de polisacáridos insolubles en el esclerénquima en empalizada por abajo de la línea clara y en las paredes celulares del parénquima en degradación; lípidos abundantes en la subepidermis y un poco en la cutícula; proteínas abundantes en cotiledones y la capa de aleurona; taninos en la subepidermis.

En semilla madura la prueba del lugol fue negativa tanto para testa como para embrión.

VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El éxito de Ipomoea purpurea como arvense en los cultivos de maíz se debe a las características de la planta y de su semilla combinadas con las técnicas de cultivo utilizadas. Así, plántula que germina y se establece en abril o mayo en cultivos de riego como el de Chiauhtla, será arrancada de raíz durante las labores de deshierbe y aporcadura (echar tierra a la base de la planta) del maíz que se hacen a principios de mayo. Las plantas que escapan a esta labor tienen un crecimiento lento, si se compara con el que tienen en julio cuando la temporada de lluvias está bien establecida, para entrar en floración entre agosto y septiembre al igual que las nacidas después de los deshierbes de mayo o principios de junio. Las plántulas de estos meses, tendrán un desarrollo muy rápido estimulado por las constantes lluvias, para florecer al igual que las más tempranas, lo cual muestra la gran capacidad de adaptación de la planta a las condiciones ambientales y del cultivo para alargar o acortar el tiempo de su ciclo de vida.

Después del deshierbe y la aporcadura del maíz nacen nuevas plantulas de I. purpurea debido a que estas labores sacan a la superficie las semillas que, aunque se hubiesen imbibido, no germinaron. En el laboratorio, las semillas con exceso de humedad se embebieron pero no germinaron hasta que se les quitó el exceso de agua, lo cual sugiere la necesidad de la semilla de estar en contacto con el aire lo mismo que con la humedad para su germinación. Al respecto, Wilson y Cole (1966, en Castro, 1976) determinaron, en invernadero, los porcentajes de emergencia en razón de la profundidad de siembra para Ipomoea purpurea e I. hederacea. Los máximos porcentajes obtenidos fueron entre 1/2 y 3 pulgadas (1.7 y 7.5 cms. respectivamente) según el tipo de suelo.

Otro factor que contribuye a la persistencia de I. purpurea en el cultivo es la ausencia de latencia y la gran viabilidad de la semilla. En el laboratorio las semillas tuvieron porcentajes de germinación cercanos al 100%, lo mismo en las recién cosechadas que en las de 4 años de almacenamiento en condiciones de laboratorio, envasadas en frascos de vidrio transparente.

Tomando en cuenta que en el suelo del cultivo hay un banco constante de semillas que es el origen del resurgimiento de la campanilla después del deshierbe, el largo período de viabilidad de la semilla y las pocas posibilidades de dispersión, se puede pensar que una estrategia para su erradicación, sería no dejar que ninguna planta llegue a fructificación durante más de cuatro años, basandonos para ello en los resultados de viabilidad obtenidos en el laboratorio, aunque habría que probar si esta viabilidad es la misma en condiciones de campo. Otra recomendación sería usar siempre semilla de maíz exenta de semillas extrañas.

Los experimentos de germinación en el laboratorio con semillas cubiertas de parafina en la zona del cojincillo y el hilio, demostraron que la testa es impermeable y que el agua penetra por aquella zona, muy probablemente por el hilio. El mecanismo podría ser el mismo que el de las leguminosas (Martin y Watt, 1944). Ponce (comunicación personal) también ha encontrado impermeabilidad en la testa de I. purpurea. Además, esta semilla reúne todos los requisitos de estructura y composición química para ser impermeable (Martin y Watt, 1944; Marbach y Mayer, 1974 y 1975; Vázquez y Pérez, 1976; Nikolaeva, 1977; Hutchinson y Ashton, 1979; Márquez, 1986).

Varios reportes indican la impermeabilidad de la testa de las semillas de la familia Convolvulaceae (Sripleng y Smith, 1960; Weaberg y Riley, 1981; Márquez y Laguna, 1982; Murcio, 1983; Márquez, 1986), si bien, no se

puede precisar en donde radica la impermeabilidad (Ponce, 1986), tan sólo se pueden indicar los puntos más probables, como lo hace Márquez, 1986.

Por lo que respecta a la estructura de la testa, parece ser semejante a las de otras semillas estudiadas, de la misma familia; todas poseen una subepidermis con reacción positiva al Rojo O de aceite, todas poseen línea clara además de presentar un esclerénquima en empalizada compuesto de uno ó más estratos celulares. Quizá una diferencia consista en que I. purpurea presenta solamente dos de estos estratos en comparación con Turbina corymbosa con 3 ó 4 (Márquez y Laguna, 1982), I. tyrianthina con 5-6 (Andrade, 1987), I. murucooides e I. pauciflora con 2 a 4 (Murguía, 1986), I. triloba con 3 a 4 (Murcio, 1983), I. crinicalyx con 2 a 3 (Ponce, 1986), I. x. leucantha con 2-3 (López, 1987), aunque no lo considero un factor determinante para la impermeabilidad de la testa al agua. En las semillas de las especies anteriormente mencionadas, la presencia de una cutícula que separa la testa del endospermo es una característica constante.

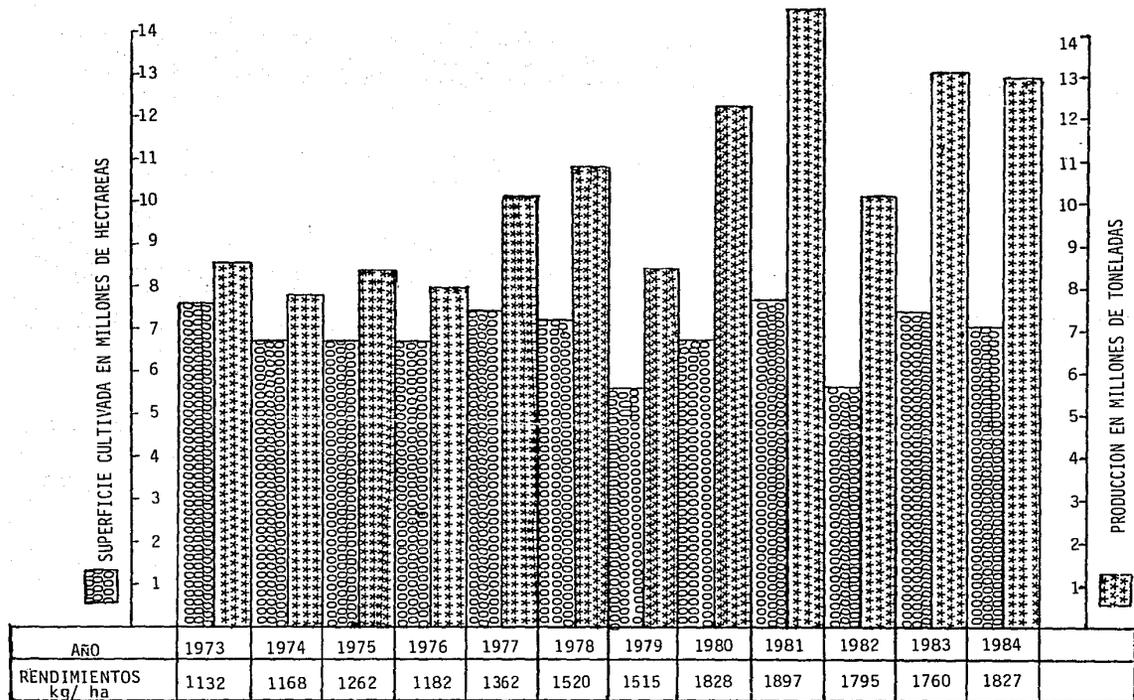
Las semillas no presentan ganchos, pelos, alas u otras estructuras para su dispersión, por lo que creo difícil que haya otra manera de dispersión que no sean las actividades del cultivo, como pueden ser, que se vaya confundida entre el grano cosechado como señala Harper (1970) y López (1987), o en el lodo pegado a los zapatos e instrumentos de labranza. Los tricomas son excelentes retenedores de polvo del suelo por lo cual resulta difícil descubrirla.

En el aspecto taxonómico Jos (1963) menciona que en los estudios de la anatomía de la testa, es evidente que casi todos los géneros de las Convolvulaceae presentan la misma estructura, por lo que podría considerarse como un carácter de familia, más que como un carácter de género o de especie. A esto, Ponce (1986) agrega que "la forma y tamaño de las células epidérmicas, su diferenciación o no en tricomas, la longitud y forma de éstos,

la forma y dimensiones de la subepidermis y el número de estratos celulares en el esclerénquima de empalizada, pueden ser, en su conjunto, características de una especie". Yo creo que si a la consideración de estos caracteres que hace Ponce le agregamos los estudios histoquímicos y de MEB, se enriquecerá el material de trabajo para los taxónomos como ya lo han demostrado Jain y Babu (1982), Brisson y Peterson (1976), Echlin (1968) y Sivarajan (1981).

Resumiendo, se puede decir que una planta anual, que produce gran cantidad de semillas, que no poseen latencia, que germinan en porcentajes muy altos, en rangos muy amplios de humedad y temperatura y cuya plántula posee abundantes vasos laticíferos en los cotiledones, será una arvense exitosa, como lo es Ipomoea purpurea.

VII. FIGURAS.



Cuadro 1. Producción nacional de maíz. (Fuente: SARH-SPP)

Lote	Procedencia de la semilla	Fecha de colecta	Escarificación mecánica o intacta.	Temperatura en grados C	Cojincillo cubierto o no con parafina.	Período de observaciones.	Porcentajes de germinación obtenidos
1	fruto seco	Nov.1984	intacta	26°	no	72 hrs.	98
2	fruto seco	Nov.1984	intacta	ambiente	no	72 hrs.	96
3	suelo	Nov.1984	incierta	26°	no	72 hrs.	88
4	suelo	Nov.1984	incierta	ambiente	no	72 hrs.	86
5	suelo	1o.May.'85	incierta	26°	no	72 hrs.	90
6	suelo	1o.May.'85	incierta	ambiente	no	72 hrs.	86
7	fruto seco	oct.1985	intacta	26°	no	72 hrs.	100
8	fruto seco	oct.1985	intacta	ambiente	no	72 hrs.	100
9	fruto seco	oct.1985	intacta	26°	si	10 dias	0
10	fruto seco	oct.1985	escarificada	26°	si	24 horas	100

Tabla No. 1. Condiciones experimentales de los lotes de germinación y porcentajes obtenidos.



Fig. 2. Planta de maíz a 30 días de la siembra. Plántula de I. purpurea señalada con la flecha.

Fig. 3. Planta de maíz a los 2 meses y medio después de la siembra y su relación con I. purpurea.

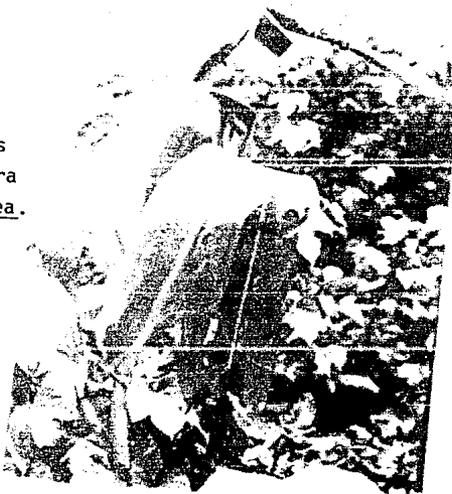


Fig. 4. Planta de I. purpurea atacada por insectos.



Fig. 5. Hoja de I. purpurea atacada por insectos.

Fig. 6. Planta de maíz de 3.5 meses despues de la siembra. I. purpurea enredada llegando a la inflorescencia masculina.



Fig. 7. Ipomoea purpurea en floración enredada en la inflorescencia masculina de una planta de maíz.



Fig. 8. Ipomoea purpurea en floración enredada en el tallo del maíz.

Fig. 9. Semillas de I. purpurea germinadas. El cojincillo fué cubierto con parafina y después se escarificaron en la región calazal.

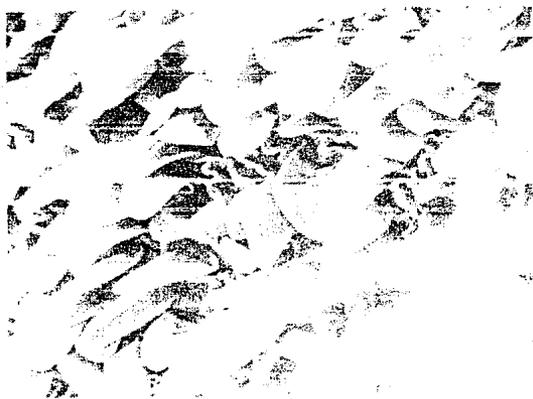


Fig. 10. Tricomos de I. purpurea. (MEB), 300X.

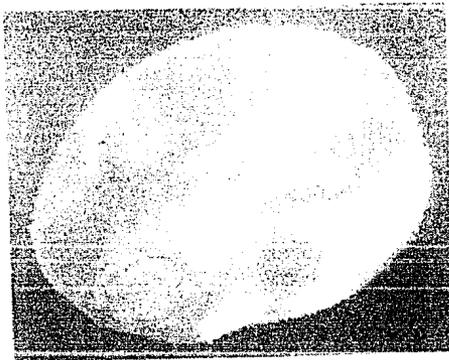


Fig. 11. Semilla madura deshidratada de I. purpurea (MEB) 18X.

Fig. 12. Semilla madura deshidratada en vista dorsal (MEB) 20X.

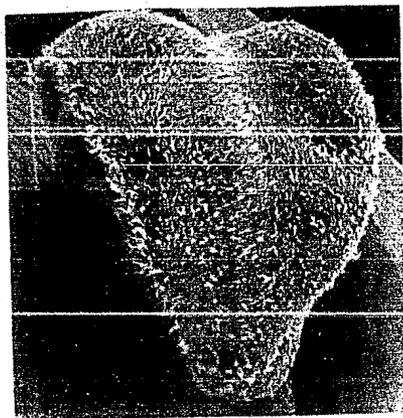
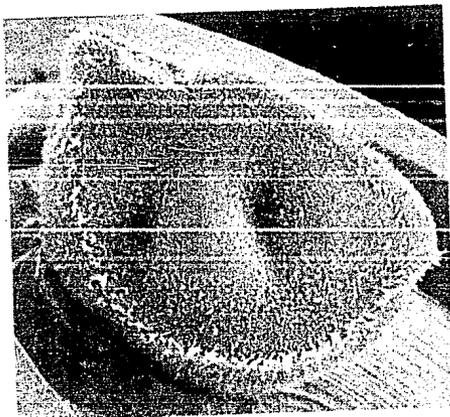


Fig. 13. Semilla madura deshidratada en vista lateral. Cojincillo (MEB) 18X.

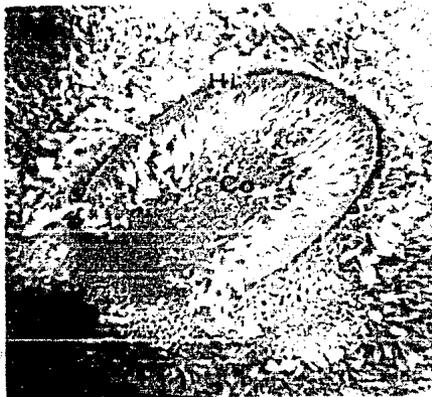
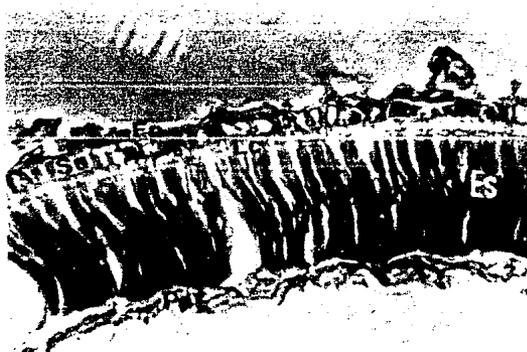


Fig. 14. Región hilar de la semilla madura de *I. purpurea*. Hi: hilo, Co: cojincillo. (MEB) 150X.

Fig. 15. Detalle de la región hilar. Hi: hilo, Co: cojincillo. (MEB) 200X.



Fig. 16. Corte longitudinal de la testa de la semilla madura de *I. purpurea*. Ep: epidermis, Su: sub epidermis, Lc: línea clara, Es: esclerénquima en empalizada. Pa: parénquima degradado. (160X).



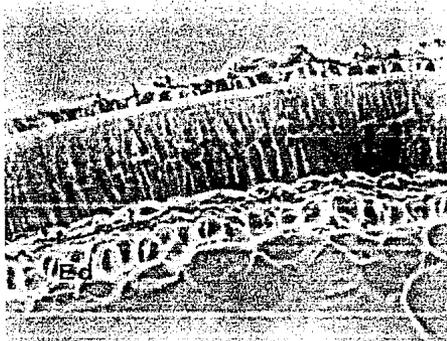


Fig. 17. Corte longitudinal de la testa. Ed: endospermo. (100X).

Fig. 18. Corte longitudinal de cotiledones. V1: vasos laticíferos, Tp: tejido provascular. (160X)

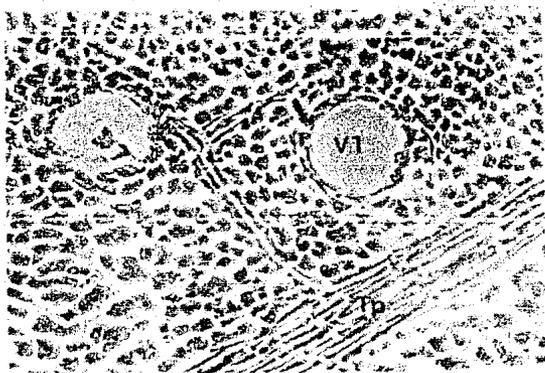


Fig. 19. Corte longitudinal de cotiledón. V1: vasos laticíferos, Ic: inclusiones cristalinas. (100X).

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, S. et. al. 1977. Combate de malas hierbas en viñedos de la Comarca Lagunera.
- Agundis, O. 1958. Control químico de malas hierbas en el cultivo del trigo en el valle de Toluca. Tesis profesional. Esc. de Agri. A. Narro. Univ. de Coahuila.
- Agundis, O. 1978. Maleza del algodón en la Comarca Lagunera (Descripción y distribución).
- Agundis, O. 1981. Principales malas hierbas del Valle de Toluca, Mex. (Descripción y cultivos que infesta). Acta Científica Potosina. Vol. VIII No. 2 Abril-Junio. p. 115.
- Agundis, O. 1984. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el combate de la maleza. Publicación especial. Núm. 115. INIA-SARH. p. 19.
- Alemán, P. 1983. Control químico de la maleza en la asociación maíz-frijol en los Altos de Jalisco. Tesis profesional. Univ. Agrícola Aut. A. Narro.
- Alvarado, J.J. 1978. Evaluación del control de maleza en algodón por prácticas culturales y herbicidas aplicados en banda y en el agua de riego. Avances de la investigación No. 4 CIANO-SARH. p. 27.
- Alvarado, J.J. 1978. Levantamiento ecológico de maleza en el cultivo de algodón en los municipios de Bacum y parte de Guaymas, Son. Avances de la investigación No. 4 CIANO-SARH. p. 27.
- Anónimo, 1982. El maíz, fundamento de la cultura mexicana. Museo de las culturas populares.
- Anónimo. Malas hierbas en la República Mexicana. Univ. Agrícola. Chapingo. Dpto. Parasitología Agrícola, Combate de Malezas. Dir. GraI. de Sanidad Vegetal. SARH.
- Arévalo, A. 1977. Estudio sobre la biología y el combate de la avena silvestre (Avena fatua L.) en el cultivo de trigo en Guanajuato. Tesis profesional. Univ. de Guanajuato.
- Austin, D.F. 1975. Flora of Panama (Convolvulaceae) Ed. Woodson E.R. and Schery, W.R. part IX. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 157-224.

- Austin, D.F. y R.A. Pedraza. 1983. Los Géneros Mexicanos de Convolvulaceae en México. Bol. Soc. Bot. Mex. 44: 3-16.
- Ayala, F. 1978. Exploración de malezas y su combate en campos comerciales de algodónero. Avances de la investigación No. 4 CIANO-SARH. p. 96.
- Brisson, J.D. and R.L. Peterson. 1976. A critical review of the use of scanning electron microscopy in study of seed coat. Scanning Electron Microscopy. (Part VII). III Research Institute. Chicago, III.
- Castro, E. 1976. Distribución, biología y combate de correhuela (Ipomoea purpurea L. Roth) y meloncillo (Cucumis melo L. aff. Agrestis naudin) en los cultivos de maíz y sorgo de la región norte de Tamaulipas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coah.
- Contreras, E. 1978. Levantamiento ecológico de malezas de invierno en el cultivo de la vid. Avances de la investigación No. 4. CIANO-SARH. p. 70.
- Coronado, A y O. Agundis, 1978. La maleza, el sorgo y maíz. Su distribución y control en el valle de Apatzingán. INIA. No. 42.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York.
- Diez, G.R. 1980. Desarrollo conceptual e implementación de la campaña nacional contra malezas en diez entidades de la República Mexicana como apoyo al SAM. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. UNAM. p. 296.
- Echlin, P. 1968. Journal Research Microscopy Society. 88: 407-418.
- Flores, J. 1970. Estudio morfológico de semillas de 98 plantas arvenses del Valle de México. Tesis profesional. Esc. Nal. de C. Biol. IPN. p. 51.
- Florescano, E. 1937. Bibliografía del maíz en México. Univ. Ver. Jalapa.
- Font Quer, P. 1953. Diccionario de Botánica. Ed. Labor. Barcelona (reimpresión 1982).
- González, R., L. Parisca y G. Agostini, 1981. Caracterización estructural de semillas y plántulas de Ipomoea y Merremia (Angiospermae-Convolvulaceae) Acta Biol. Venez. 11 (2): 47-88.
- Govil, C.M. 1970. Morphological studies in the family Convolvulaceae. I. Development and structure of the seed coat. J. Indian Bot. Soc. 50: 32-39.

- Gunn, Ch. R. 1969. Seeds of the United States noxious and common weeds in the Convolvulaceae, excluding the genus Cuscuta. Assoc. of Official Seed Analysts. 59: 101-115.
- Harper, J.L. et al. 1970. The shapes and the sizes of seeds. Ann. Rev. Ecol. systematics. 1: 327-356.
- Hutchison, J.M. and F.M. Ashton. 1979. Effect of desiccation and scarification on the permeability and structure of the seed coat of Cuscuta campestris. Amer. J. Bot. 66(1): 40-46.
- Irving, D.W. 1984. Seed structure and histochemistry of Prosopis velutina (Leguminosae). Bot. Gaz. 145(3): 340-345.
- Jain, N.C. and C.R. Babu. 1982. Seed coat polymorphism in Vigna calcarata and its evolutionary significance. Seed Sci. & Technol. 10: 451-456. India.
- Jensen, W.A. 1962. Botanical Histochemistry. Freeman and Co. San Francisco.
- Jiménez, J.L. 1984. Alpiste (Phalaris canariensis L.), malas hierbas y su combate en la Mixteca Oaxaqueña. Tesis profesional. U.A.Ch. p. 46.
- Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Co. N.Y.
- Jos, J.S. 1963. The structure and development of seeds in Convolvulaceae: Ipomoea species. Agra. Univ. J. of Reserarch. Vol. XII 247-260.
- Kaur, H. and R.P. Singh. 1970. Structure and development of seed in tree Ipomoea species. J. Indian Bot. Soc. 49: 168-174.
- Kornerup, A. and J.H. Wanscher, 1978. Methuen handbook of color. Eyre Methuen London.
- López, M.L. 1987. Estudio del ciclo de vida y del desarrollo de la semilla de Ipomoea x Ieucantha (Convolvulaceae), contaminante del arroz comercial. Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM.
- Madrigal, F.H. et. al. 1982. Encuesta Nacional de Alimentación 1979. Instituto Nacional de la Nutrición. Mex.
- Marbach, I. and A.M. Mayer. 1974. Permeability of the seed coat to water as relates drying conditions and metabolism of phenolics. Plant Physiol. 54, 817-820.
- Marbach, I. and A.M. Mayer. 1975. Changes in catechol-oxidase and permeability to water in seed coats of Pisum elatius during seed development and maturation. Plant Physiol. 56: 93-96.

- Márquez, G.J. y G. Laguna, 1982. Anatomía de la semilla y germinación de Turbina corymbosa (L.) Raf., Convolvulaceae. Phiton 42(2): 1-8; IV. Buenos Aires.
- Márquez, G.J. 1986. Anatomía e histoquímica del desarrollo de la semilla de Turbina corymbosa (L.) Raf. Convolvulaceae. Tesis doctoral. Fac. Ciencias, UNAM.
- Martin, J.N. and J.R. Watt. 1944. The strofiolo and other seed structure associated with hardness in Melilotus alba L. and M. officinalis Willd. Iowa State College Journal of Science. Vol. XVIII No. 4 p. 457-469.
- Matuda, E. 1963. El género Ipomoea en México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 34 1: 85-145.
- Matuda, E. 1964. El género Ipomoea en México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 35 2: 45-76.
- Matuda, E. 1965. El Género Ipomoea en México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 36 3: 83-106.
- Mazia, D., P.A. Brewer and M. alfert. 1953. The cytochemical staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. Biol. Bull. 104: 57-67.
- Moreno, E. 1984. Los problemas de la conservación de granos y semillas en México. Ciencia y Desarrollo. Conacyt. X 58:
- Moreno, N.P. 1984. Glosario botánico ilustrado. INIREB 1a. ed. CECSA.
- Murcio, G.E. 1983. Estudio anatómico y citoquímico de la semilla madura de Ipomoea triloba (Convolvulaceae). Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM.
- Murguía, G. 1986. Estudio comparativo de semillas de dos especies arbóreas del género Ipomoea (Convolvulaceae) L. Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Nikolaeva, M.G. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern, en "The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Ed. A.A. Khan. p. 51-74.
- Ponce, R.M. 1986. Estudio del desarrollo de la testa de Ipomoea crinita (Convolvulaceae). Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM.
- Quezada, E. y O. Agundis, 1984. Maleza del estado de Sonora y cultivos que infesta. Folleto Técnico No. 82 INIA-SARH. México.

- Rex, N.P. and G.H. Engley. 1983. Technique for preparing seeds with water-impermeable coats for light and electron microscopy. *Stain technology*. Vol. 58 No. 2: 73-77.
- Robles, R. 1983. Producción de granos y forrajes. Limusa. México.
- Rodríguez, J.C. y O. Agundis, 1981. Principales malas hierbas del Valle de Toluca, México. *Acta Científica Potosina* 8: 109-217.
- Rodríguez, L.A. 1982. Dinámica estructural y fenomenología reproductiva de especies arvenses en milpas. *Biótica* 7(3) INIREB p. 359-377.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. Anuario Estadístico de los E.U.M. México 1980-1982. Fuente: SARH. p. 54.
- Segura, R. 1979. Estudio florístico de las plantas arvenses en el cultivo de maíz de temporal en diferentes localidades del estado de Morelos, Méx. Tesis profesional. biol. Univ. Aut. E. Morelos.
- Sivarajan, V.V. 1981. Scanning electron microscopy studies on the seed coats surface patterns of South Indian species of Lindernia All. (Scrophulariaceae. *Proc. Indian Acad. Sci. (Plant sci.)*, 90(6): 499-508.
- Standley, P.C. and L.O. Williams. 1970. Flora of Guatemala. *Fieldiana, Botany*. Chicago Natural History Museum. 24: 1-85.
- Suárez, R.B. 1981. Depósito de taninos de Amaranthus hypochondriacus L. (Alegria). Tesis de Maestría en C. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.
- Vázquez, C. y B. Pérez. 1976. Notas sobre la morfología y la anatomía de la testa de las semillas de Ochromona lagopus Sw. *Turrialba* 26: 310.
- Villegas, G.M. 1979. Malezas de la Cuenca de México. *Inst. Ecol. Museo de Historia Natural*.