



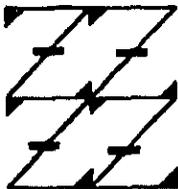
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

GERMINACION Y EMERGENCIA DE DOS ESPECIES  
MEDICINALES: *Heterotheca inuloides* Cass. (Arnica)  
Y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora), EN  
CODICIONES DE LABORATORIO E INVERNADERO.

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A  
CARLOS CORREA DELGADO

UNAM  
FES  
ZARAGOZA



LO HUMANO ES

DE NUESTRA REFLEXIÓN

DIRECTOR:

ING. AGRN. FRANCISCO CAMACHO MORFIN

MEXICO, D. F.

JUNIO DE 1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

263213



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## AGRADECIMIENTOS

Es un grato placer manifestar al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), institución descentralizada de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

Específicamente al personal del Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF), quienes a través del laboratorio de Germoplasma Forestal, directa o indirectamente participaron en la consecución de este logro.

Es mi deseo mencionar un especial agradecimiento al M. en C. Eloy Solano Camacho por su aprecio, confianza, y entusiasmo para alcanzar un objetivo más en la vida, a pesar de mis muchas fallas, retrasos e incontados tropiezos. Mis más humildes y sinceras gracias por conducirme al camino de la formación científica.

De igual forma expreso mi reconocimiento al Ing. Agr. Francisco Camacho Morfin, quien tuvo a bien la paciencia de llevar a cabo esta investigación, a un mejor término, aun con sus múltiples ocupaciones en campo. A su colaboradora la Ing. Agr. Guadalupe Morales, a quien le agradezco su valiosa colaboración para con las firmas.

Asimismo, me es particularmente grato hacer extensivo mi agradecimiento a los honorables miembros del jurado (Biól. Ramiro Ríos Gómez; M. en C. Ma. Socorro Orozco Almanza y Biól. Rosa Isela Ramirez Ramirez), quienes colaboraron en la revisión del manuscrito, enriqueciéndolo con su amplia experiencia en esta área.

Al M. en C. Gerardo Cruz Flores, por compartir conmigo sus conocimientos en agronomía; quién además, me distingue con el honor de su apreciable y generosa amistad.

A la M. en C. Alejandrina Ávila Ortiz por sus interesantes explicaciones acerca de los canones científicos en Botánica; las cuales son base de mi formación profesional.

A la Biól. Genoveva Villalobos Contreras y al Biól. Efrain Angeles Cervantes, por sus valiosos comentarios para la corrección de este escrito, quienes además me honran con su gran amistad.

Al Biól. Marco Antonio Hernández Muñoz, por su valiosa y oportuna intervención en a captura de datos.

A todo el personal administrativo que labora en la coordinación de la carrera de Biología, agradezco de antemano su importante apoyo y su sincera amistad.

A las casas de banquetes Mayita y Davo Alta Cosina, muy en especial al joven Javier Quijano, Juan Valdes y Sra Mima, quienes han depositado en mi su confianza para con el trabajo, y a cada uno de mis compañeros del mismo, por brindarme algo a diario en la vida; respetuosamente, gracias.

A cada uno de mis compañeros de generación, con quienes comparti tristezas y alegrías en todo este tiempo; gracias por su amistad.

Finalmente quiero manifestar que el presente trabajo es producto en gran parte, de conceptos e investigaciones de investigadores y estudiantes que me antecedieron en esta área. A ellos les hago partícipes de este reconocimiento.

## DEDICATORIA

Timoteo Correa Valencia  
Justina Delgado Ugalde

A mis abuelos: y

Jose Delgado Alvarado  
Maria Barrera Martínez

A quienes los llevo muy dentro de mi ...

A mi padre Benjamin Correa Delgado

y

A mi madre Ma. Modesta Delgado Barrera

Por siempre juntos...

A mis hermanos: Coquis, Benjy, Teco, Cony y Adry

quienes estan siempre conmigo...

y

A toda la familia que es muy grande ...

A esa tremenda y adorable, Cecy  
cuyo paso por mi vida, es imborrable.  
Donde quiera que estes, siempre sigue adelante...

## ÍNDICE DE CUADROS

## RESUMEN

INTRODUCCIÓN	2
I. OBJETIVOS	3
II. HIPOTESIS	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Antecedentes de las plantas medicinales	5
3.2 Clasificación taxonómica de <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	6
3.2.1 Descripción	7
3.2.2 Usos	8
3.3 Clasificación taxonómica de <i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K.	8
3.3.1 Descripción	9
3.3.2 Usos	10
3.4 Semilla	10
3.4.1 Testa	11
3.4.2 Embrión	12
3.4.3 Endospermo	13
3.5 Germinación	13
3.6 Latencia	15
3.6.1 Importancia de latencia	21
3.7 Luz	22
3.8 Efecto de la profundidad de siembra y posición de la semilla	24

IV. MATERIAL Y MÉTODO	26
4.1 Material biológico	26
4.2 Estrategia de trabajo	26
4.3 Experimento de laboratorio (germinación)	27
4.4 Experimento de invernadero (emergencia)	29
V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
6.1 <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	34
6.1.1 Calidad de germinación	34
6.1.2 Calidad de emergencia	35
6.2 <i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K.	39
6.2.1 Calidad de germinación	39
6.2.2 Calidad de emergencia	40
VII. CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA CITADA	47

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Germinación de <i>Heterotheca inuloides</i> Cass. en relación con los tratamientos aplicados.-----	34
Cuadro 2. Significancia observada en la emergencia de <i>Heterotheca inuloides</i> Cass. en relación con la posición y la profundidad de siembra.-----	35
Cuadro 3. Comparación de medias para el índice de Maguire en la profundidad dentro de la posición en la emergencia de <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.-----	36
Cuadro 4. Comparación de medias para el índice de Maguire en la posición dentro de la profundidad en la emergencia de <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.-----	37
Cuadro 5. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia en la profundidad dentro de la posición en <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.-----	37
Cuadro 6. Comparación de medias para los días medios de emergencia en la profundidad dentro de la posición en <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.-----	38
Cuadro 7. Germinación de <i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K. en relación con los tratamientos aplicados.-----	39
Cuadro 8. Significancia observada en la emergencia de <i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K. en relación con la posición y la profundidad de siembra.-----	40
Cuadro 9. Comparación de medias para el índice de Maguire en la profundidad dentro de la posición en la emergencia de <i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K.-----	41
Cuadro 10. Comparación de medias para el índice de Maguire en la posición dentro de la profundidad en la emergencia de <i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K.-----	42

Cuadro 11. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia en la profundidad dentro de la posición en *Tecoma stans* (L.) H.B.K. 42

Cuadro 12. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia en la posición dentro de la profundidad en *Tecoma stans* (L.) H.B.K. ---  
-----43

Cuadro 13. Comparación de medias para los días medios de emergencia en la profundidad dentro de la posición en *Tecoma stans* (L.) H.B.K. -----44

Cuadro 14. Tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Heterotheca inuloides* Cass. y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. -----27

Cuadro 15. Tratamientos de emergencia aplicados a las semillas de *Heterotheca inuloides* Cass. y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. -----29

## RESUMEN

Se estudió la germinación y emergencia de dos especies medicinales; *Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica) y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora) en condiciones de laboratorio e invernadero. En las dos especies se aplicaron los siguientes tratamientos pregerminativos: remojo en agua por 24 y 48 horas a una temperatura de 24°C (ambiente) y 40°C, ácido gibérelico (1000 ppm) y escarificación con ácido sulfúrico reactivo analítico por 30 y 60 segundos.

Por lo que se refiere al porcentaje de germinación, se encontró que el mejor tratamiento para las semillas de árnica fue el remojo en agua por 48 horas a una temperatura de 24°C (36%), seguido del ácido giberélico (34%). En relación con el tiempo promedio de germinación, el mejor tiempo lo registró el testigo (5 días) y el remojo en agua por 24 horas a 24°C (6 días). Se observó que al remojar en agua y aumentar la temperatura a 40°C, este proceso se retrasa considerablemente (12 días). De manera similar, se encuentra que esta respuesta se retrasa en la medida en que se aumenta la escarificación con ácido sulfúrico (30 y 60 segundos).

Para el porcentaje de germinación en tronadora, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, los valores obtenidos oscilan entre 64 y 81%. Este resultado demuestra que no se requiere del uso de remojo en agua, sustancias hormonales o ácidos fuertes para promover la germinación. Los valores registrados para el tiempo promedio de germinación indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, el tiempo promedio esta cercano a los 4 días.

En la emergencia de ambas especies se evaluaron dos variables de respuesta: la profundidad de siembra (0, 1, 2 cm en árnica y 0, 1, 2, 3 cm en tronadora) y la posición de la semilla (vertical, inclinada y horizontal). Los mejores resultados en cuanto a porcentaje de emergencia se obtuvieron a la profundidad de siembra superficial (0 cm) y posición inclinada (42% en árnica y 43% en tronadora).

México es un país que cuenta con más de 80 millones de habitantes, donde los servicios médicos son insuficientes, así la medicina tradicional representa una alternativa viable, en el tratamiento de sus enfermedades, de la misma manera como ocurre en el resto de los países subdesarrollados (Paz *et al.*, 1987).

Según Lozaya y Lozaya (1982), se ha estimado que las plantas medicinales usadas en México ascienden a 5,000 especies, lo cual indica que más del 21% de la flora vascular mexicana, si se considera que está conformada por 22,800 especies (Rzedowski, 1991), tienen alguna aplicación en la medicina tradicional. La efectividad de muchas plantas medicinales se ha probado de una forma empírica, por medio de ensayo y error; pocas de estas especies se han estudiado desde un punto de vista científico, por lo tanto, se considera importante realizar estudios agronómicos, etnobotánicos, fitoquímicos, etc., que contribuyan a conocer la biología de las especies y a validar el conocimiento empírico (Linares *et al.*, 1984).

Las plantas medicinales han sido tradicionalmente usadas y constituyen una de las manifestaciones más importantes del acervo cultural que nos legaron nuestros antepasados.

El cultivo de las plantas medicinales en su hábitat natural, representa el medio más apropiado para responder al incremento en la demanda de las mismas, para evitar el agotamiento de estos recursos naturales; si consideramos la velocidad a la que se destruyen y sustituyen. En la actualidad, las plantas medicinales juegan un papel significativo en la medicina moderna, pues constituyen en muchos casos la materia prima para la elaboración de productos alopáticos y homeopáticos (Paz *et al.*, 1987).

A pesar de su importancia, en la actualidad son escasos los conocimientos que sobre plantas medicinales se reportan en la literatura científica. Además, no se han realizado o son muy escasos los estudios; etnobotánicos, antropológicos, agronómicos, fitoquímicos, farmacológicos y clínicos de la mayoría de las plantas medicinales (Paz, *et al.*, 1987).

Por las razones anteriores el presente trabajo se plantea con la finalidad de conocer la germinación y emergencia de dos especies medicinales: *Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica), y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora), estos aspectos constituyen conocimientos básicos para su domesticación, cultivo y manejo agronómico.

## I OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo general

Evaluar la respuesta germinativa y de emergencia a los diferentes tratamientos aplicados en las semillas de *Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica) y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora) en condiciones de laboratorio e invernadero.

### 1.2 Objetivos específicos

Conocer la respuesta germinativa de las semillas de ambas especies, con la aplicación de tratamientos como remojo en agua, estimulantes químicos (ácido giberélico), y escarificación con ácido sulfurico reactivo analítico.

Determinar el efecto que existe entre los factores profundidad de siembra y posición de la semilla, en la emergencia de ambas especies.

A pesar de su importancia, en la actualidad son escasos los conocimientos que sobre plantas medicinales se reportan en la literatura científica. Además, no se han realizado o son muy escasos los estudios; etnobotánicos, antropológicos, agronómicos, fitoquímicos, farmacológicos y clínicos de la mayoría de las plantas medicinales (Paz, *et al.*, 1987).

Por las razones anteriores el presente trabajo se plantea con la finalidad de conocer la germinación y emergencia de dos especies medicinales: *Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica), y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora), estos aspectos constituyen conocimientos básicos para su domesticación, cultivo y manejo agronómico.

## I OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo general

Evaluar la respuesta germinativa y de emergencia a los diferentes tratamientos aplicados en las semillas de *Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica) y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora) en condiciones de laboratorio e invernadero.

### 1.2 Objetivos específicos

Conocer la respuesta germinativa de las semillas de ambas especies, con la aplicación de tratamientos como remojo en agua, estimulantes químicos (ácido giberélico), y escarificación con ácido sulfurico reactivo analítico.

Determinar el efecto que existe entre los factores profundidad de siembra y posición de la semilla, en la emergencia de ambas especies.

Las diasporas de *Heterotheca inuloides* Cass. (Arnica), presentan el pericarpio del fruto semiduro, quizá impermeables al agua y a los gases, por lo que posiblemente provoquen una latencia física o mecánica; que tal vez requiera de tratamientos pregerminativos como el remojo en agua, escarificación en ácido sulfúrico concentrado y ácido giberélico, los cuales hablandarán el pericarpio, eliminarán los inhibidores presentes en el mismo, y promuevan así una mayor germinación.

En *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora), las semillas presentan una cubierta delgada con apéndices papiráceos que facilitan la embebición de agua e intercambio de gases; sin embargo la baja germinación en condiciones naturales, indica la presencia de algún tipo de latencia, probablemente química, inducida por inhibidores que pudieran presentarse en las cubiertas, el endospermo o el embrión; en este caso, la aplicación de un tratamiento pregerminativo como remojo en agua o ácido giberélico, romperán este tipo de latencia e incrementarán su germinación.

El tamaño (largo, ancho y espesor) de la semilla determina la profundidad óptima de siembra, por lo que dadas las características y tamaño de la semilla en ambas especies, los mejores resultados en cuanto a porcentaje de emergencia, se obtendrán a una profundidad de siembra superficial, sin importar la posición de la semilla en el sustrajo.

### 3.1 Antecedentes de las plantas medicinales

Desde los tiempos más remotos la humanidad se ha servido de las plantas en un intento por curar sus enfermedades y aliviar el sufrimiento físico. El hombre primitivo llegó a adquirir algún conocimiento sobre las plantas medicinales, de manera paulatina y empírica (Hila, 1965). El conocimiento del origen y el uso de los productos medicinales, solía estar reservado a los curanderos de la tribu. Al avanzar la civilización, los primeros médicos se basaron en gran parte en estas primitivas observaciones.

Fue la experiencia, quien guió al hombre primitivo a encontrar el alivio a sus enfermedades, posteriormente la sucesiva verificación de la utilidad de cada planta hizo que este uso se hiciera universal (Hila, 1965).

Los primeros vestigios de la terapia por medio de las plantas medicinales se encuentran entre los pueblos asiáticos; existen escritos egipcios, hebreos y fenicios, que tienen una antigüedad de 3000-2000 años a.; los cuales explican los métodos de recolección y preparación de tales plantas. Además muestran que estas antiguas culturas estaban familiarizadas con el uso de las drogas, este conocimiento no fue del dominio exclusivo de los pueblos orientales, pronto se difundió entre los Griegos y después en el mundo Occidental antiguo (Hill, 1965 ).

Algunos de los papiros egipcios, que datan aproximadamente de 1600 a.C., indican los nombres de muchas plantas medicinales usadas en aquella época, entre ellas, la mirra, el cáñamo, el opio, el áloe, la cicuta y la casia. Los griegos conocían gran parte de las plantas medicinales de nuestro tiempo, como lo demuestran los escritos de Aristóteles, Hipócrates (600 a.C.), Pitágoras y Teofrasto (317-287 a.C.), pero incluso en este pueblo, de refinada civilización, los elementos sobrenaturales, desempeñaban un papel importante; sólo pocas personas eran consideradas capaces, de usar las plantas con fines medicinales, debido a algún poder especial que les permitía distinguir las plantas útiles de las nocivas, con estos herbolarios o primitivos " rízotami", aparecen los primeros estudios de Botánica y las primeras descripciones de plantas medicinales (IMEPLAM, 1980).

En la edad media a pesar de un período de oscurantismo debido en parte a la presencia de “conceptos filosóficos abstractos” en la práctica médica, se comienzan a catalogar las plantas medicinales según sus acciones terapéuticas.

Después de este período renacen los herbolarios y alquimistas; en los monasterios del Norte de Europa se escribieron extensos compendios de información relativa a las plantas, mismos que concedieron mayor interés a su valor medicinal y folklórico.

La herbolaria alcanza su máximo esplendor en el siglo XVIII, en donde nace la doctrina de los signos. Según esta superstición, todas las plantas mostraban alguna característica que indicaba el uso al que había sido destinada por el creador. Así, una planta de hojas acorazadas debía ser usada para las dolencias del corazón, la hierba hepática con hojas trilobadas, era útil para las enfermedades del hígado, etc. Muchos de los nombres de plantas usados actualmente tienen su origen en esta curiosa creencia que continúan abonando la vieja superstición (Hill, 1965).

En América, el registro más antiguo que se tiene sobre las plantas medicinales es el mal llamado Códice Badiano, realizado en México, escrito en Náhuatl por Martín de la Cruz y traducido al latín por Juan Badiano en 1552. Algunos años después Francisco Hernández y Fray Bernardino de Sahagún entre otros, dieron a conocer más de 3500 plantas medicinales; posteriormente, a partir de 1870 empiezan a aparecer las primeras farmacopeas, las cuales actualizan los usos de las plantas medicinales más comunes. Actualmente la obra más completa sobre plantas medicinales mexicanas es la del maestro Maximino Martínez (1979). Aunque en los últimos 10 años se han publicado diversos libros y trabajos sobre especies medicinales mexicanas (Estrada, 1984).

Dos especies mexicanas de importancia medicinal son *Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica) y *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora), las cuales se describen a continuación.

## (Arnica)

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Subdivisión: Angiospermae  
Clase: Dicotyledonea  
Subclase: Asteridae  
Orden: Asterales  
Familia: Compositae (Asteraceae)  
Género: *Heterotheca*  
Especie: *H. inuloides* Cass.

### 3.2.1 Descripción de *H. inuloides* Cass.

Es una planta herbácea, perenne a veces anual, hasta de 1-1.5 m de alto; tallos erectos, estriados, con pubescencia pilosa-hispida de más o menos 2 mm (o más) de largo, además de otros pelos 10 veces más cortos, entre los cuales hay una mayor proporción de pelos glandulosos; hojas inferiores sobre peciolo de 2 a 8 cm de largo, a menudo notablemente ensanchadas y auriculares en la base, limbo ovado a lanceolado, de 3 a 10 cm de largo, de 1 a 3.5 cm de ancho, ápice agudo u obtuso, margen entero a profundamente aserrado, base cuneada, penninervadas, con pubescencia similar a la de los tallos, hojas de la parte media y superior sésiles, reduciéndose paulatinamente de tamaño, a veces oblongas u oblanceoladas; cabezuelas en conjuntos corimbiformes, sobre pedúnculos hasta de 8 cm de largo, provistos de numerosos pelos glandulosos; involucre anchamente campanulado a hemisférico, sus brácteas más o menos 80, lineares a subuladas, las interiores de 9 a 13 mm de largo, con pubescencia similar a la de los tallos y de los pedúnculos; flores liguladas 25 a 40, sus láminas oblongas, de 8 a 15 mm de largo; flores del disco 40 a 150, sus corolas de 4 a 7 mm de largo; aquenios de las flores liguladas trícuetos, de 2 a 4 mm de largo, glabros o poco pubescentes, vilano ausente o en forma de corona breve; aquenios de las flores del disco obovados a oblanceolados, de 2 a 5 mm de largo, seríceos, cerdas interiores del vilano más o menos 25, de 4 a 7 mm de largo, blanquecinas a rojizas, cerdas o escamitas exteriores más o menos 10, de 0.3 a 0.6 mm de largo (Rzedowski y Calderón, 1985).

(Rzedowski y Calderón, 1985). Se cultiva en huertos, aunque crece asociada a la selva tropical caducifolia y perennifolia, matorral xerófilo, bosques de encino, pino y encino-pino.

Esta planta endémica de México, es conocida como Árnica, árnica del país en el centro de México, y en otras partes se le conoce como acahual, falsa árnica, y cuautetenco (Linares, *et al.*, 1984).

### 3.2.2 Usos

*Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica), es quizá una de las plantas medicinales mexicanas con mayor uso y demanda en la medicina tradicional mexicana, a este respecto, Jiménez (1994), reporta para San Juan Tepecoculco municipio de Atlautla de Victoria, estado de México, un total de 23 usos; entre ellos destacan: tratamiento de hemorroides, heridas inflamadas o casi gangrenadas, inflamación por golpes, desinfección de granos, mal de orín, infecciones de la piel, abatimiento de la temperatura corporal, falta de apetito después del parto y cura del cáncer.

Por otro lado Cortés (1989) reporta para la República Mexicana 53 usos, entre ellos: analgésico, anestésico, antiinflamatorio, antimicrobial, antipalúdico, antipirético, antiséptico, dolores menstruales, cicatrizante de heridas y llagas gangrenadas; mala circulación, colitis, diarrea, etc. La cura de estos padecimientos se relaciona directamente con los agentes antimicrobianos registrados tanto en las hojas como en las flores de dicha especie, entre ellos destacan los compuestos sesquiterpenoides, 7-hidroxi-3, 4-dihidricadalina y el 7-hidroxicadalina, los cuales exhiben una potente actividad microbiana contra bacterias Gram positivas a una concentración inhibitoria mínima de 6.25 a 12.5 µg/ml, el primer sesquiterpenoide tiene notable acción bactericida en *Staphylococcus áureus*, una bacteria resistente al antibiótico metilina a una concentración mínima de 12.5 µg/ml (Kubo *et al.*, 1993).

Tradicionalmente se emplean las hojas, los tallos y las flores, de preferencia frescas, pues en esta presentación se considera a la planta como más efectiva, aunque también seca se usa muy frecuentemente. En medicina tradicional se reconsidera de calidad fresca.

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Subdivisión: Angiospermae  
Clase: Dicotyledoneae  
Subclase: Asteridae  
Orden: Scrophulariales  
Familia: Bignoniaceae  
Genero: *Tecoma*  
Especie: *T. stans*

### 3.3.1 Descripción de *T. stans* (L.) H.B.K.

Arbusto siempre verde, de ramas y ramillas cilíndricas, los brotes y ramillas con pubescencia glandular; foliolos casi siempre en número de 7, sésiles o cortamente peciolulados, lanceolados u ovados-lanceolados, de 4 a 10 cm de largo, acuminados, márgenes aserrados especialmente hacia el extremo apical, base cuneada, lámina glabra o apenas pilosa en el envés a lo largo de las nervaduras; inflorescencia al extremo de las ramas, con muchas flores; cáliz corto, de 4 a 7 mm de largo; corola amarilla, en forma de embudo, de 3.5 a 5 cm de largo, glandular durante la antesis, lóbulos ciliados; anteras pubescentes; fruto en cápsulas lineares, cafés, de 10 a 20 cm de largo; semillas aplanadas, aladas (Rzedowski y Calderón, 1985).

Crece silvestre en matorrales y pastizales con clima calido-templado, desde el Suroeste de los Estados Unidos hasta Sudamérica. En muchos lugares crece en forma cultivada (Rzedowski y Calderón, 1985; Linares, *et al.*, 1984).

Esta planta es nativa de México, ampliamente conocida en todo el país con los siguientes nombres: hierba de San Nicolás, hierba de San Pedro, Trompeta, hoja de baño, Tulasúchil, Miñona, K'an-lol (maya), Tronadora, etc. Su nombre náhuatl es Níxtamalxóchitl (Linares, *et al.*, 1984).

*Tecoma stans* (L.) H.B.K. (tronadora), es usada ampliamente en el tratamiento de la diabetes, dolores estomacales, dolor de cabeza, diarrea, vómito, contra la bilis, lavar heridas y baños postparto (Jiménez, 1994; Linares *et al.*, 1984; Martínez, 1992).

Por otro lado, Osuna (1994 a), indica que las varas de la tronadora se usan en Baja California Sur, Sonora y Sinaloa como tutores, formación de espalderas y soportes en cultivos altamente tecnificados de vid y hortalizas. Según INEGI (1993) se requieren 680,000 m<sup>3</sup> de rollo de madera para una superficie sembrada con los cultivos anteriores de 85,703 ha. La demanda de este producto son satisfechas por las comunidades naturales de *Tecoma stans*.

En Baja California Sur, la vara es utilizada principalmente en el cultivo de tomate. En 1992 y 1993 se plantaron en esta entidad 2,335 ha (SARH, 1993) y en 610 ha se emplearon 12 224 m<sup>3</sup> de rollo de madera proveniente de la tronadora. Osuna (1994 b), menciona que una alternativa para satisfacer estos grandes volúmenes de madera, sería el establecimiento de plantaciones de *Tecoma stans*; para lograrlo es conveniente la realización de estudios agronómicos.

En medicina tradicional, se usan las hojas, tallos y raíces, se emplea la planta tanto fresca como seca y se le considera de calidad fresca

### **3.4 Semilla**

La semilla se define como un óvulo maduro, encerrada en un ovario maduro o fruto. Después de la fertilización de la ovocélula, el óvulo comienza a mostrar los cambios que dan como resultado la formación de la semilla que esta constituida por las siguientes partes: a) Testa, b) Embrión, y c) Endospermo, o tejido nutricional, este último procede de la unión de las dos células polares y su posterior fertilización por una de las células espermáticas procedentes del gametofito masculino (Holman, 1982; Departamento de Agricultura, U.S.A., 1979 ).

#### 3.4.1 Testa

La testa esta constituida de una capa de células que se originan a partir de la primina o cubierta externa del óvulo, la cubierta más interna suele denominarse endopleura o tegmen y se forma a partir de la cubierta interna del óvulo que recibe el nombre de secundina.

Tiene como función principal proteger el embrión y al endospermo de los daños mecánicos, además, evita la penetración de parásitos tanto animales como vegetales.

Debido a su impermeabilidad frena y retarda los intercambios del agua, oxígeno y bióxido de carbono con el medio exterior (Departamento de Agricultura, U.S.A., 1979).

Las partes exteriores y visibles de la semilla localizadas en la testa son:

**Hilo.** Es la cicatriz que queda sobre la testa de la semilla después de la separación del funículo o filamento que une el óvulo a la placenta. Presenta diversas formas y coloraciones distintas a la testa.

**Micrópilo.** Se presenta sobre la testa como una abertura o puede estar completamente obliterado, hacia el se orienta la radícula del embrión.

**Estrofilo.** Es una excrescencia prolongada que se localiza cerca del hilo y que procede del funículo del óvulo.

**Rafe.** Línea o depresión longitudinal que se observa en el borde de muchas semillas, proviene de la soldadura del funículo en los óvulos anatópos.

**Carúncula.** Es la protuberancia presente en algunas semillas que se localiza cerca del micrópilo.

En las semillas duras a veces la testa tiene una impermeabilidad absoluta, y es imposible la germinación al mismo tiempo que los intercambios gaseosos son muy reducidos. Generalmente la dureza de las semillas se debe a la presencia de sustancias como la cutina y la suberina que impiden la penetración de la humedad al interior (Sinnot y Wilson, 1983).

En ocasiones, el exterior de la semilla llevan aducidos órganos o partes de la planta madre como restos del fruto de donde proceden, cáliz, brácteas, glumas y glumillas; cuando esto sucede reciben el nombre de semillas vestidas (Harry, 1983).

El espesor de la testa interviene en la apreciación del valor alimenticio de la semilla. Por ser casi enteramente celulósico, es poco asimilable y su importancia es particularmente grande en las semillas vestidas. En las semillas desnudas las porciones relativas del tegumento y el albumen tiene influencia en la apreciación alimenticia de las diversas variedades. Sin embargo, no debemos olvidar que en la textura, composición y dureza de los tegumentos de muchas semillas influyen factores ecológicos como la humedad atmosférica, la insolación y la composición del suelo (Fuller y Ritchie, 1984).

### **3.4.2) Embrión.**

El embrión algunas veces llamado germen esta compuesto de cotiledones, plúmula y radícula. Los cotiledones pueden producir alimentos para el desarrollo de la plántula, mientras se forman las hojas verdaderas, o pueden contener alimentos almacenados, los cuales son utilizados para nutrir a la plántula en desarrollo durante sus primeros días de vida. En el primer caso los cotiledones son delgados, de tamaño medio y parecidos a las hojas por la presencia de clorofila, emergen de la superficie del suelo y ocasionan una germinación epígea. Los cotiledones que sirven como órganos de almacenamiento son gruesos y carnosos y no se parecen a las hojas, además permanecen en la semilla, puesto que no ocurre la elongación del epicotilo, la germinación de este tipo recibe el nombre de hipógea (Crocker y Barton, 1957).

La plúmula o yema embrionaria, fácilmente visible en algunas especies, pero microscópica en otras, está generalmente localizada justo arriba del punto en el cual el o los cotiledones están unidos al hipocotilo; consiste de un meristemo con varias hojas rudimentarias (Meyer y Anderson, 1946).

La radícula de la planta se desarrolla a partir de la punta inferior del hipocotilo (Niembro, 1980).

El Endospermo, es un tejido nutritivo que se desarrolla a partir de la fusión de los dos núcleos polares del gametofito femenino y uno de los núcleos espermáticos del gametofito masculino, por lo tanto, presenta un número  $3n$  de cromosomas (Holman, 1982).

### **3.5 Germinación.**

Copeland (1976), reporta que la germinación es la reanudación del crecimiento del embrión y la posterior emergencia de la planta joven. Por otro lado, Khan (1980), la define como la capacidad de un embrión para reanudar su crecimiento.

De acuerdo con Hartman y Kester (1987), se define a la germinación de una semilla como la reanudación del crecimiento activo del embrión que resulta de la ruptura de las cubiertas de la semilla y la emergencia de una nueva plántula capaz de existencia independiente, la cual comprende una secuencia de cambios bioquímicos, morfológicos y fisiológicos.

Por otro lado, Camacho (1994a) menciona que durante la germinación el embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar su crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta.

Según Hartman y Kester (1987) el proceso germinativo comprende una compleja secuencia de cambios bioquímicos, morfológicos y fisiológicos, en los cuales pueden reconocerse los siguientes estadios:

El primer estadio comienza con la imbibición de agua por la semilla seca, el ablandamiento de sus cubiertas y la hidratación del protoplasma. Este proceso es en gran parte físico y ocurre aún en semillas no viables. Como resultado de la absorción de agua se hincha la semilla y sus cubiertas pueden llegar a romperse.

aparición de enzimas específicas y una elevada tasa respiratoria. Al inicio de la germinación, es probable que la giberélna, una hormona vegetal relacionada con el crecimiento celular, desempeñe un papel importante. Cuando la semilla seca embebe agua, aparece en el embrión la giberélna y es trasladada a la capa de aleurona (capa exterior del endospermo), donde activa a las enzimas. Una de esas enzimas la alfa-amilasa, se trasloca al endospermo y hace que el almidón se convierta en azúcar. En la aleurona aparecen otras enzimas que debilitan las cubiertas de la semilla y permiten que pase por ellas la punta de la raíz. La elongación de las células y la emergencia de las raíces son eventos asociados con el inicio de la germinación. También puede ocurrir división celular en un estadio temprano pero, parece ser independiente de la elongación de las células.

El tercer estadio es la digestión enzimática de los complejos materiales de reserva insolubles (en su mayor parte carbohidratos y grasas, a veces proteínas) a formas solubles que son trasladados a las zonas de crecimiento activo.

El cuarto estadio es la asimilación de esas sustancias por las regiones meristemáticas para proporcionar energía necesaria en las actividades celulares y de crecimiento, así como para la formación de nuevos componentes celulares.

En el quinto estadio, la plántula crece por el proceso ordinario de división, crecimiento y división de nuevas células en los puntos de desarrollo.

La plántula depende de las reservas de la semilla hasta el momento en que las hojas pueden realizar en forma adecuada la fotosíntesis.

Existen condiciones intrínsecas que determinan el proceso germinativo. Una semilla sólo podrá germinar si reúne las siguientes características:

- Tener vitalidad (que no haya pasado el límite de longevidad).
- Estar normalmente constituida (embrión completo y vivo).
- Tener tegumentos permeables y que la semilla haya alcanzado su madurez fisiológica.

Una condición intrínseca importante en la germinación es la latencia o, dormancia, dormición, letargo, reposo y vida latente (Balboa, 1978; Font Quer, 1953; Ginzo, 1980; Gola *et al.*, 1961; Hamilton y Carpenter, 1976; Hartmann y Kester, 1987; INCA, 1982; ISTA, 1980; Weaver, 1976). Se han usado estos términos para referirse a la ausencia o inhibición de la germinación y el crecimiento vegetal, debido tanto a condiciones ambientales desfavorables, como a mecanismos fisiológicos que impiden el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas (Camacho, 1994b).

Según Amen (1986) la latencia es un estado en el que la semilla, las esporas, o yemas que son viables no germinan en condiciones de humedad, temperatura y oxígeno favorables para el crecimiento vegetativo.

Del mismo modo, Gómez (1982) menciona que una semilla en estado de latencia, es aquella que se le proporcionan todas las condiciones necesarias de agua, temperatura y composición normal de la atmósfera, para germinar, y aún así no germina. Camacho (1994a y b) define la latencia como el estado en que se encuentra una semilla viable, sin germinar aunque disponga de suficiente humedad para embeberse, así como de la concentración de gases adecuada y una temperatura entre 10 y 30°C que le permita el crecimiento a la plantula.

En 1961, la FAO estableció que una semilla latente se caracteriza porque no responde a condiciones normalmente favorables para la germinación, mientras que Amen (1986), se refiere a este proceso como letargo y menciona que es una etapa del crecimiento, que se caracteriza por una detención parcial del metabolismo. El mismo autor, ha establecido cuatro fases en la latencia de las semillas que se describen a continuación:

1. Inductiva, se caracteriza por un abatimiento notable en los niveles hormonales.

2. Mantenimiento, se caracteriza por un período indefinido de detención parcial del metabolismo.

3. Disparo, en esta fase se presenta un período de respuesta a indicadores ambientales específicos.

4. Germinación, identificada por el aumento de la actividad hormonal y enzimática, que se traduce en la reanudación del crecimiento del eje embrionario.

Cuando las semillas se liberan de los frutos, estas son esparcidas a ambientes muy heterogéneos, en los cuales pocos son los sitios que probablemente sean seguros para su germinación, por lo tanto, la latencia es un mecanismo retardante que previene la germinación en condiciones que pudieran ser inapropiadas para su establecimiento, pero mientras la semilla permanezca viable, existe la posibilidad de que pueda eventualmente encontrar un sitio más favorable (Fenner, 1985).

De acuerdo con lo anterior, no siempre se puede considerar la latencia como un factor negativo, ya que es clasificado como un fenómeno evolutivo de la semilla; para sobrevivir y adaptarse a condiciones adversas del medio (Delouche, 1964).

En el manejo de las semillas, es importante conocer el tipo de latencia que presentan, para aplicar los tratamientos adecuados y lograr eliminarla. La mayoría de las plantas silvestres con semilla y las recientemente incorporadas al manejo agrícola, presentan algún tipo de latencia que dificulta su propagación al ser cultivadas (Pollok y Kearns, 1961).

Por su origen, la latencia puede ser: innata cuando las semillas presentan los mecanismos inhibitorios antes o en el momento de liberarse de la planta madre; adquirida, cuando los mecanismos inhibitorios son inducidos por un medio desfavorable e impuesta cuando falta el medio que dispara la germinación.

Dentro de las causas principales que provocan latencia en las semillas se encuentran: presencia de inhibidores de la germinación, semillas con testas duras e impermeables, embriones rudimentarios, embriones fisiológicamente inmaduros, fotoperíodo y/o temperaturas específicas (Bonner y Warner citados por Amen, 1986; Mayer y Poljakoff-Mayber, 1982 y Nikolaeva, 1980).

La latencia generalmente se caracteriza por la presencia de sustancias químicas específicas, las cuales inhiben el proceso germinativo y es posible que sean las causantes de la latencia (Delouche, 1964). Los inhibidores de la germinación están localizados en la testa y se producen durante el desarrollo del fruto y de la semilla, acumulándose generalmente en el fruto, en el embrión y la cubierta de la semilla (Amen, 1986).

Del mismo modo, Burton (1969) indica que el letargo de la semilla es impuesto por las características de los tegumentos. Mientras que Hartman y Kester (1987), reportan que la dureza de la cubierta de la semilla está determinada tanto genotípicamente, como por las condiciones ambientales prevalecientes durante la maduración y el almacenamiento. Meyer y Anderson (1946), indican que la inhibición de la germinación puede ser causada por las cubiertas de la semilla principalmente por la impermeabilidad al agua y al oxígeno; barreras mecánicas, impermeabilidad a la salida de inhibidores a través de la cubierta de la semilla, impermeabilidad a la difusión del bióxido de carbono y por último inhibidores de la germinación en la envoltura del embrión.

Algunas semillas contienen compuestos nitrogenados como sustancias inhibitorias, estas no solamente retrasan la germinación sino que causan decoloración y a veces la muerte de la raíz primaria. Los síntomas se deben al amoníaco liberado de los compuestos orgánicos nitrogenados durante la germinación. Las sustancias químicas inhibitorias de la germinación pueden explicar en parte, el que generalmente una semilla no germine dentro de los frutos (Hartman y Kester, 1987).

Los obstáculos físicos están asociados con la estructura de la cubierta de la semilla y otros tejidos que forman el embrión.

La cubierta de la semilla de algunas especies es tan dura e impermeable que con frecuencia es la causa principal de la latencia; estas cubiertas pueden ser duras e impermeables al agua, duras e impermeables a los gases, o bien, duras y permeables, pero pueden constreñir mecánicamente al embrión y no permitir su crecimiento (Stelferud, 1961; Nikolaeva, 1977; Gómez 1982).

Delouche (1964) menciona que la impermeabilidad a los gases es el principal mecanismo de latencia de gramíneas y algunas compuestas.

Nikolaeva (1977) menciona que en muchas especies el retraso de la germinación puede resultar de la presencia de un embrión rudimentario o poco desarrollado.

Existen diferentes tratamientos para romper la latencia entre estos destacan:

-Escarificación. Es el proceso por medio del cual se lesiona en forma química o física la cubierta de la semilla para facilitar la permeabilidad del agua y/o gases. La escarificación puede ser en forma manual o por medio de tratamientos químicos (Barton, 1961) (citado por Krugman *et al.*, 1974).

Algunos ejemplos de escarificación son: La impactación, que consiste en sacudir vigorosamente a las semillas (Gómez, 1982).

Pinchaduras, se realizan cuando las semillas son pocas y pequeñas provocando así la penetración del agua.

-Tratamiento químico. Se utiliza para remover la capa cerosa y ablandar o romper la cubierta dura. El ácido sulfúrico es un agente escarificante que disuelve parcialmente la materia orgánica de la testa; permite el abastecimiento de agua a las reservas de la semilla y al igual que el agua oxigenada resulta eficaz en el combate de hongos que tengan adheridas en sus cubiertas las semillas. Además, este tratamiento es probable que sirva para introducir otros cambios tales como permeabilidad a los gases, sensibilidad a la luz o a la temperatura y remoción de substancias inhibitoras (Gómez, 1982).

Respecto al efecto de la escarificación, Simerda (1990) menciona que en *Pediocactus* y *Echinocactus*, donde la germinación sin este tratamiento fue del 10 al 20 %, al hacer la remoción de una parte de la cubierta de la semilla que rodea el hilio se obtuvo un porcentaje de germinación del 70 al 90 % en semillas que habían permanecido sin germinar por dos meses. Este autor recomienda usar la escarificación básicamente en condiciones de siembra aséptica.

-Remojo en agua. Su propósito es modificar las cubiertas duras, remover inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación.

germinan con lentitud. El uso de agua caliente por varios minutos es eficaz para ablandar la cubierta dura de muchas semillas (Brito, 1980).

-Alternancia de temperaturas (Estratificación). Este tratamiento varía con la madurez de la semilla al tiempo de la cosecha. En cada tratamiento de alternancia de temperaturas, estas no deben variar en más de 10 a 20° C ; la latencia de algunas especies puede ser interrumpida por alternancia de congelación o deshielo, aunque esto puede ser dañino en otras especies. Una alternancia de temperaturas se ha visto que es un sustituto de la luz en varios casos (Kearns y Toole, 1939, citado en Toole *et. al.*, 1956, Meyer y Anderson, 1946; Crocker y Barton, 1957).

-Reguladores del crecimiento. Es importante aclarar que se considera a las hormonas como reguladores del crecimiento, puesto que el término "Hormonas" empleado correctamente, se aplica en exclusiva a los productos naturales de las plantas y otros seres vivos; sin embargo, el término "Reguladores" no se limita a los compuestos sintéticos, sino que puede incluir también a las hormonas (Morgan, 1980; Miller, 1981 y Weaver, 1976). Los reguladores más comunmente utilizados provienen de las giberelinas, auxinas o citocininas.

El ácido giberélico, es uno de los productos que mejores resultados proporciona en un gran número de especies; se ha comprobado en varios trabajos, que las semillas que presentan períodos de latencia responden a las aplicaciones de este, detectándose un mecanismo de acción similar al de la luz, cuando favorece a la germinación (Mayer y Poljakoff-Mayver, 1982).

La activación enzimática, es estimulada por las giberelinas, un proceso muy importante en la germinación de las semillas (Jones y Stoddart, 1980). Amen (1986), planteó que las giberelinas están implicadas en la activación de algunas enzimas hidrolíticas que pueden estar involucradas en la activación de la polimerasa del RNA. Galston (1966) reconoce que el ácido giberélico, actúa sobre el eje embrionario y contribuye en su crecimiento primario.

realizan diferentes hormonas en el control de la latencia, en la que asigna un papel primario a las giberélinas, pues sin ellas no se puede realizar la germinación, las citocininas tienen un papel permisivo pues contrarrestan los inhibidores, los cuales tienen la función de impedir la germinación aun en presencia de giberelinas.

Acerca del papel del etileno y las auxinas en la germinación, se ha encontrado que el primero tiene acción sinérgica y estimulante tanto con las citocininas como con las giberélinas, ya que las primeras contrarrestan al ácido absísico; sin embargo las auxinas se consideran inhibidores por que su aplicación aun a bajas dosis reduce la germinación, y se le ha aislado en embriones de semillas con latencia fisiológica (Heydecker y Coolbear, 1977; Ketring, 1977; Khan, 1977; y Nikolaeva, 1969 y 1977).

Según Camacho (1994b), las sustancias más empleadas para estimular artificialmente la germinación son las giberélinas y el etileno.

La dosificación de tratamientos hormonales se realiza en partes por millón y la concentración depende de la especie, el estado de las cubiertas, el método de aplicación, la duración del tratamiento, la temperatura y la mezcla de hormonas. El momento culminante es cuando la hormona penetra en el embrión; en ocasiones es necesario eliminar el pericarpio, dañar la testa e incluso hasta el Endospermo, pues de otra forma se requeriría de una dosis muy alta y el tratamiento podría no tener ningún efecto. Algunos fitorreguladores de la germinación como son las hormonas, los inhibidores de la respiración, los aceptores de electrones y los compuestos sulfhidrúlicos, que se pueden aplicar mediante las siguientes técnicas:

a) Aplicación directa al medio. En laboratorio se prepara una solución acuosa en la que los fitorreguladores se pueden disolver directamente en agua, por ejemplo, si se usa un compuesto a partir de preparados comerciales de giberéлина, ya con la solución preparada se riega la siembra y los demás riegos se hacen con agua.

b) Remojo continuo. Las semillas se ponen a remojar en una solución acuosa de algún fitorregulador. Dado que quedan embebidas deben sembrarse inmediatamente; en ocasiones se les puede secar sin que pierdan el efecto; el período de remojo recomendado es de 48 a 96 horas a una temperatura de 23°C.

c) Solución en disolventes orgánicos. El fitorregulador se disuelve en acetona, etanol, éter o metanol. Las semillas se sumergen entre cinco minutos y dos horas, se extraen de la solución y se permite que el disolvente se evapore. Este es un método considerado como el más efectivo para la penetración de los fitorreguladores y requiere de dosis menores que las del remojo continuo.

Entre las limitaciones del uso de fitorreguladores están su alto costo y lo difícil de conseguirlos, además, frecuentemente es necesario dañar las semillas para facilitar su penetración.

Para aplicar los fitorreguladores en siembras de campo, las semillas deben peletizarse o encapsularse cubriéndolas con un adherente y posteriormente con una mezcla de un material inerte pulverizado que contenga la dosis requerida de fitorregulador, fungicida y repelentes.

### **3.6.1) Importancia de latencia**

La latencia es importante en la adaptación de las plantas al ambiente, su presencia obedece a mecanismos fisiológicos que varían con la especie y tiene la función de repartir en el tiempo y espacio la germinación de las semillas.

La anulación de estos mecanismos inhibitorios necesita la presencia de un evento ambiental, como puede ser: la presencia de luz, la precipitación de cierta cantidad de agua, un incendio, el paso por el tracto digestivo de un animal o la exposición durante varios meses al frío y la humedad, entre otros.

Otro aspecto importante para semillas con latencia (manzano, durazno, tamarindo, etc.) es la aplicación de un tratamiento que facilite la germinación; sin éste se obstaculizan muchas labores de siembra, trasplante, injerto y control de malezas, por lo lento y poco uniforme de la germinación, la cual al ocurrir en bajos porcentajes, limita el establecimiento de los cultivos en campo y produce un gran desperdicio de semillas que no siempre son fáciles de obtener (Camacho, 1994a).

El principal problema que se tiene con las semillas latentes es elegir el mejor tratamiento para estimular la germinación, con la finalidad de:

a) Aprovechar al máximo la capacidad de un lote para producir las plantas.

b) Lograr una germinación rápida completa y uniforme que facilite las labores culturales para que el cultivo se establezca.

c) Disminuir la magnitud de contaminación en suelos agrícolas con semillas de malezas y plantas parásitas induciendo su germinación para destruir las plántulas resultantes por medios mecánicos o químicos.

La latencia en semillas, no siempre es una desventaja para la propagación de las plantas, ya que por la presencia de esta, muchas semillas conservan su viabilidad al ser transportadas por animales, viento, agua, y el mismo hombre (Delouche, 1964).

El control de latencia se practica desde que el hombre percibe tal fenómeno, con los años se han perfeccionado algunos métodos y probados otros, continuando la investigación sobre los mismos (Nikolaeva, 1980).

### 3.7 Luz

Se ha observado que algunas semillas requieren de luz para germinar y mientras no se les proporcione la necesaria se encuentran en un estado de latencia. La luz puede inhibir o promover la germinación además de afectar la estimulación del crecimiento (Delouche, 1964). Los requerimientos de luz de algunas semillas, frecuentemente tienden a desaparecer cuando se almacenan en seco por un periodo prolongado, o bien, cuando se someten a estratificación, también se ha observado que el nitrato de potasio puede compensar los requerimientos de luz (Weaver, 1976).

En algunas especies la embebición en condiciones de oscuridad puede inducir latencia secundaria. Semillas de *Carnegieia gigantea* embebidas en condiciones de oscuridad durante 15 minutos a 5 horas, redujeron su sensibilidad a la luz, y por lo tanto, su porcentaje de germinación. Cada vez se requirió de exposiciones más largas a la luz para lograr la germinación de algunas semillas. Esta situación se revirtió con la exposición a fotoperíodos de 8 horas, alcanzándose casi el 100 % de germinación, mientras que en las condiciones anteriores (oscuridad) se registró menos del 60 % con cualquier exposición a la luz. La reversión también se logró con ciclos de secado y embebición con giberélica (1000 ppm), pero sobre todo con exposición de las semillas a la luz, factor físico que estimula su germinación (McDunough, 1964).

Según Camacho (1994a) y Orozco (1989) las semillas se clasifican de acuerdo a sus requerimientos de luz en fotoblásticas positivas, fotoblásticas negativas y las catalogadas como indiferentes. Las primeras son las que requieren de luz para germinar y constituyen el 70 % de las especies estudiadas, entre ellas se encuentran *Lactuca sativa* y *Nicotiana tabacum*. Las segundas son las que su germinación es inhibida por la luz y conforman el 25 % de las especies, como las de *Acanthostachis* sp, *Phacelia tanacetifolia*, *Nemophila insignis* y *Nigella* sp. Las indiferentes son un grupo de especies que germinan tanto en presencia como en ausencia de luz y conforman únicamente el 5 %. En este grupo se encuentra el maíz [*Zea mays* (L.)] (Mayer y Poljakoff-Mayber, 1982).

En general para que la germinación de las semillas sea estimulada por la luz deben estar embebidas, no obstante, hay casos en que las semillas secas son capaces de reaccionar a la luz, esto se ha observado en *Pinus resinosa* y en algunos cultivares de *Lactuca sativa*, en los cuales, además se ha notado que las semillas secas, requieren para responder a la luz, de mayores intensidades que las semillas embebidas. Es importante señalar que el efecto estimulante de la aplicación de luz a semillas embebidas no se pierde cuando se secan y se manifiesta durante la germinación.

### 3.8 Efecto de la profundidad de siembra y la posición de la semilla sobre la germinación

Mientras más profundo se siembre una semilla en el sustrato, menos expuestas estarán a la desecación, pero más difícil será su emergencia (Camacho, 1994 b; Hartmann y Kester, 1987).

En las especies con germinación epigea, se recomienda sembrarlas a una profundidad de dos a tres veces su diámetro; en ellas, generalmente no importa la manera en que la semilla se acomode en el suelo (Besnier, 1988; Camacho, 1994 b). En los encinos, duraznos y nogales, con germinación hipógea, se recomienda hacer una siembra semi-superficial, colocando a la semilla inclinada en el suelo, con ello se logra una buena conformación de las plántulas (Camacho, 1994 b).

La germinación a profundidades excesivas implica un alargamiento excesivo del epicótilo para alcanzar la superficie del terreno, lo cual produce, tanto un retraso en la emergencia como un agotamiento de las reservas nutritivas, además, reduce el vigor de las plántulas. La tolerancia a la profundidad de siembra esta dada genéticamente por la capacidad de alargamiento de la plúmula (Besnier, 1988).

Se considera que el fotoblastismo, frecuente en semillas pequeñas (menores a 1 mm de largo o diámetro), es un mecanismo preventivo contra la germinación a profundidades en que las plántulas no podrían emerger (Atwater, 1980; Camacho 1994 a).

Las especies que tienen semillas muy pequeñas, deben sembrarse superficialmente y con frecuencia es necesario dejarlas descubiertas. Para evitar la desecación y no sepultar a las semillas, el riego debe aplicarse con una boquilla fina o por subirrigación (Camacho y Morales, 1992). En estos casos se prefiere la siembra con suelo húmedo. La necesidad de la siembra superficial obedece tanto a las exigencias de luz para germinar, como a la incapacidad de las plántulas de llegar a la superficie cuando están muy enterradas (Camacho, 1994 b).

En cuanto al establecimiento de plántulas, provenientes de semillas germinadas en la superficie del suelo, la dificultad a que se enfrentan es la penetración de la radícula en el sustrato; a falta de anclaje el tallo de la plántula se eleva por encima de la superficie del suelo y si la raíz no se encuentra con una grieta o punto débil, continua el crecimiento mientras no se desecue por la falta de humedad o reservas nutritivas. La presencia de mucilago, tricomas o apéndices favorecen el anclaje, artificialmente se puede mejorar recubriendo las semillas con bentonita, cal apagada o acolchado con paja o una malla de naylon. También se acostumbra mezclar las semillas con polímeros superabsorbentes de agua (Besnier, 1988).

Existen muy pocos estudios sobre el efecto de la posición de la semilla sobre la germinación. A este respecto Carvalho, *et al.*, (1981) sembraron semillas grandes medianas y pequeñas de cacahuete en tres posiciones: 1) con la punta de la radícula hacia abajo, 2) con el eje embrionario paralelo a la superficie del suelo y 3) con la punta de la radícula hacia arriba. Los resultados mostraron que los porcentajes oscilaron con el mayor tamaño y la mejor posición de 99 a 84%, sin diferencia significativa. Encontraron que los mejores resultados se obtuvieron al colocar la semilla con la radícula hacia abajo, que al colocarlas con el eje embrionario paralelo a la superficie del suelo, sin embargo, esta última es la posición más natural en la siembra de las semillas. Los anteriores resultados no son sorprendentes ya que una semilla colocada horizontalmente tiene más dificultad para orientarse hacia la luz y facilitar su emergencia.

#### 4.1 Material biológico.

Las semillas de *Heterotheca inuloides* Cass. (Árnica) se recolectaron en el Municipio de Villa Victoria, Edo. de México, a orillas de campos de cultivo en colindancia con un bosque de pino, en abril de 1994 para conformar una muestra compuesta. Las de *Tecoma stans* (L.) H.B.K. (Tronadora) se recolectaron en el municipio de Chila, Puebla; a orillas de la carretera Acatlán-Huajuapán de León, en una selva baja caducifolia, en julio de 1994 para constituir una muestra simple. La recolecta se realizó de plantas silvestres, con cabezuelas y cápsulas maduras, de buen tamaño, secas y sin daños aparentes.

Para trabajar con muestras homogéneas, se seleccionaron las semillas con apariencia sana y de mayor tamaño. Se consideraron 10,000 y 5,000 semillas (árnica y tronadora respectivamente) para la realización de los tratamientos.

Los experimentos se realizaron en el laboratorio e invernadero del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (I.N.I.F.A.P.) de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.), Coyoacán, México, D., F.

#### 4.2 Estrategia de trabajo.

El trabajo consistió en dos fases, una de laboratorio, donde se evaluaron tratamientos para estimular germinación; la segunda en invernadero, donde se evaluó el efecto de la profundidad de siembra y la posición de la semilla.

Para cada especie se estudió la respuesta pregerminativa de las siguientes variables:

- a) Remojo en agua: por uno y dos días.
- b) Fitorreguladores: aplicación de ácido giberélico, 1000 ppm./24 horas.
- c) Temperatura ambiente (24°C) y 40°C.
- d) Escarificación química: con ácido sulfúrico reactivo analítico por 30 y 60 segundos.

Se eligieron estos tratamientos por las características morfológicas de ambas semillas (pericarpio semiduro, presencia de alas, etc.)

Para cada especie se evaluaron 8 tratamientos pregerminativos, con cuatro repeticiones (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Heterotheca inuloides* Cass. y *Tecoma stans* (L.) H.B.K.**

NÚMERO	TRATAMIENTO
1	Testigo
2	Remojo en agua por 24 horas a temperatura ambiente.
3	Remojo en agua por 48 horas a temperatura ambiente.
4	Remojo en agua por 24 horas a 40°C.
5	Remojo en agua por 48 horas a 40°C.
6	Escarificación con ácido sulfúrico por 30 segundos.
7	Escarificación con ácido sulfúrico por 60 segundos.
8	Ácido giberélico, 1000 ppm por 24 horas.

Las siembras se realizaron en cajas Petri de vidrio pyrex transparente, las cuales tenían 9 cm de diámetro; en ellas se colocó como sustrato, humedecido con una piseta, una capa de papel filtro de poro mediano, material que se acepta internacionalmente en pruebas de germinación (Moreno, 1984).

Cada unidad experimental estuvo integrada por una caja Petri en la que se colocaron 100 semillas de árnica y 40 de tronadora, acomodadas de manera que no se tocaran entre sí para evitar la propagación de infecciones secundarias (Moreno, 1984). Se efectuaron 4 repeticiones para cada tratamiento, por lo que cada uno de los 8 experimentos constó de 4 cajas, por lo tanto, se trabajaron 32 cajas por especie, cada tratamiento se efectuó de manera independiente, donde la incubación se realizó en una germinadora marca Seedburo, modelo 1022 W. Jackson, a una temperatura de 22°C, 80 % de humedad y luz constante. Las cajas Petri, se marcaron de acuerdo al tratamiento correspondiente y se distribuyeron en las charolas de la germinadora con un diseño completamente al azar.

El remojo en agua se realizó colocando las semillas en bolsitas de manta de cielo y posteriormente se sumergieron en agua de la llave a temperaturas: ambiente y 40°C, dejándolas por uno o dos días según fuera el caso.

La escarificación en el caso del árnica se realizó colocando las semillas en botellitas de plástico, perforadas con aguja de mano en la base, y se sumergieron en ácido sulfúrico reactivo analítico, sin diluir por 30 y 60 segundos (esto con la finalidad de facilitar el manejo de la semilla en el ácido) enseguida se lavaron con agua de la llave por 15 minutos para eliminar así el exceso de ácido.

La escarificación de las semillas de tronadora se efectuó de la misma manera, únicamente se reemplazó la botella de plástico por bolsitas de polietileno.

Los fitorreguladores se aplicaron colocando las semillas en bolsitas de manta de cielo, para sumergirlas por un tiempo de 24 horas en una solución de giberéлина a 1000 ppm.

La solución de giberéлина a 1000 ppm se preparó usando el producto comercial, Biogib, el cual contiene un 10 % de ácido giberélico (AG3), en una presentación de polvo efervescente con un gramo de ingrediente activo, la cual disuelta y aforada a un litro de agua produce una solución de 1000 ppm.

El registro de los datos se realizó diariamente, se contaron las semillas germinadas de manera acumulativa durante 30 días después de la siembra. Se consideró que una semilla había germinado cuando la radícula era visible y tenía una longitud de cuando menos un milímetro.

#### 4.4 Experimento en invernadero (Emergencia)

Para la siembra en invernadero se utilizaron como macetas envases de aceite con capacidad de un litro, pintados y perforados. Las macetas se colocaron en charolas de metal de 50 X 50 cm, las cuales les sirvieron de base.

En el experimento se tomaron en cuenta las siguientes variables experimentales para ambas especies: a) Profundidad de siembra: 0 cm (superficial), 1 cm, 2 cm y 3 cm; b) Posición de la semilla: vertical, inclinada y horizontal. Camacho (1994b) menciona, que estas profundidades son las más recomendadas en viveros, de acuerdo al tamaño de las semillas, que son pequeñas; para las posiciones según Carvalho (1981) son las más usuales en la naturaleza.

Todas las variables se evaluaron en un sólo experimento (Cuadro 15).

**Cuadro 15. Tratamientos de emergencia aplicados a las semillas de *Heterotheca inuloides* Cass. y *Tecoma stans* (L.) H.B.K.**

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD ( cm )	POSICIÓN
1	0 (superficial)	vertical
2	0 (superficial)	inclinada
3	0 (superficial)	horizontal
4	1	vertical
5	1	inclinada
6	1	horizontal
7	2	vertical
8	2	inclinada
9	2	horizontal
10	3	vertical
11	3	inclinada
12	3	horizontal

La unidad experimental estuvo integrada por una maceta, en cada una de ellas se colocó el sustrato y las semillas de cada especie (100 semillas de árnica y 40 de tronadora), la diferencia en el número de semillas se debió al tamaño de las mismas, acomodadas de acuerdo a su posición (vertical, inclinada y horizontal) y profundidad( 0, 1 , 2 y 3 cm).

Las macetas y sus respectivas charolas, se colocaron dentro de un invernadero sobre una mesa de malla de alambre cubierta con papel y soportes encalados, para evitar la invasión de organismos que pudieran causar algún daño a la siembra.

Durante los 30 días que duró el experimento, se mantuvo un riego constante, manteniendo húmedo el suelo y se practicó un deshierbe constante.

A lo largo del periodo mencionado, la temperatura tuvo un promedio de 24°C, se registró una máxima extrema de 35°C y una mínima extrema de 1°C.

Para cada especie se hizo un experimento independiente. Se utilizaron cuatro profundidades, en cada una de las cuales se tuvieron tres posiciones y cuatro repeticiones por cada tratamiento (4x3x4=48); por lo tanto se utilizó un diseño factorial al azar en las 48 unidades experimentales.

Antes de la siembra, las semillas se sometieron al mejor tratamiento pregerminativo seleccionado, en árnica fue el remojo en agua a temperatura ambiente por 48 horas y en tronadora se aplicó ácido giberélico 1000 ppm/ 24 horas.

El sustrato que se utilizó estuvo compuesto de suelo húmico (70%) y agrolita comercial (30%).

Para eliminar algunas impurezas sólidas (basura y piedras), el humus se tamizó con una malla del número 4.

Por lo que se refiere a la profundidad de siembra, esta se estableció llenando con sustrato hasta cubrir por completo el envase, este se dejó caer unas cinco veces para compactar el sustrato, hasta obtener la profundidad deseada (0, 1, 2, y 3 cm.), además, con la finalidad de ayudar a la compactación, antes de la siembra, las macetas se regaron por las mañanas durante una semana.

Con la finalidad de que el peso del suelo que cubriría las semillas no variará, se puso a secar al aire libre durante cinco días.

Para obtener la cantidad de sustrato que cubriría las semillas a las diferentes profundidades, se peso 10 veces el suelo ya seco que cupo en 1cm de profundidad, obteniendo una media del peso.

Se utilizó una pinza de disección para facilitar la manipulación de la semilla y colocarla en la posición indicada: vertical, inclinada y horizontal.

En el registro de datos, se consideró como plántula emergida, aquella cuyos cotiledones emergieran de la superficie del sustrato y con base en este criterio se determinaron las plántulas emergidas por maceta después de la siembra por un periodo de 15 días, después se hizo el registro cada 3 días hasta cubrir un mes.

Con los datos obtenidos en ambos experimentos se calcularon las siguientes variables de respuesta; a) porcentajes de germinación y emergencia, b) tiempo promedio de germinación y emergencia, c) Índice de Maguire, cuyas fórmulas se presentan a continuación de acuerdo con Camacho y Morales (1992):

El porcentaje de germinación final se calculó con la fórmula siguiente:

$$CG = (Ae \times 100) / M$$

Donde: CG = Índice de Capacidad de germinación.

Ae = Germinación acumulada hasta la última evaluación.

M = Muestra evaluada o total de semillas sembradas.

Este índice se usa como uno de los principales indicadores de la calidad de las semillas, además, es indispensable en el cálculo de las semillas necesarias para una siembra determinada. Sin embargo, no toma en cuenta el tiempo y uniformidad de la germinación.

El tiempo de germinación es una medida representativa del lapso requerido por las semillas para convertirse en plántulas, para su evaluación se usó la siguiente fórmula:

$$TMG = SPG / SG$$

Donde:

TMG = Tiempo Medio de Germinación

SPG = Sumatoria de puntos medios multiplicados por las germinaciones sencillas : ( P1 X G1 + P2 X G2... Pn X Gn)

SG = Sumatoria de germinaciones sencillas: (G1 + G2 + G3 ... + Gn)

Este índice es indispensable para la planificación de las fechas para hacer labores de trasplante, aclareo y resiembra. Conforme se reduce el valor de éste índice, la germinación es más veloz (Camacho y Morales, 1992).

El valor de germinación de acuerdo a los índices particulares presentados anteriormente, dan por separado una visión incompleta del proceso de germinación, ante lo cual conviene usar una fórmula que los pondere dentro de un solo valor numérico y que evalúe la calidad de germinación. Una propuesta para realizar lo anterior es con la fórmula de Maguire (MG).

$$MG = ( G1/D1 + G2/D2 + \dots + Gn/Dn ) \times 100 / M$$

Donde: MG = Índice de Maguire o valor de germinación.

Gn = Germinación sencilla en la evaluación número "n".

Dn = Tiempo transcurrido desde la siembra hasta la evaluación número "n".

M = Cantidad de semillas sembradas.

Esta fórmula representa el total acumulado de las tasas de germinación sencilla respecto al tiempo ( Parraguirre y Camacho, 1992 ), con su aplicación se obtienen valores que van de cero cuando no hay germinación, a 100 cuando toda la germinación se realiza en la primera unidad de tiempo evaluada; por lo que conforme se aumenta el valor del índice de Maguire, se incrementa la calidad de la germinación, es decir, el fenómeno es más completo y se realiza en menos tiempo.

La utilidad de este índice es que permite hacer comparaciones estadísticas objetivas, ponderadas y completas de la calidad de la germinación, no obstante, como los valores germinativos son abstractos se les acompañará con los porcentajes, tiempos, promedio y desviación típica de germinación (Mórales y Camacho, 1985).

A los resultados obtenidos en cada una de las variables de respuesta evaluadas, se les realizó el análisis de varianza con un diseño de tratamientos trifactorial y para comparar los promedios se aplicará la prueba de Tukey con alfa = 0.05, de acuerdo con la significancia de las interacciones (Reyes, 1978).

## VI ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1 *Heterotheca inuloides* Cass. (ÁRNICA)

#### 6.1.1 Calidad de germinación.

La calidad germinativa en esta especie fue mejorada por el tratamiento de remojo en agua por 48 horas a una temperatura de 24°C, de acuerdo al Índice de Maguire (8.5), con respecto al testigo (4.7). El resto de los tratamientos no tiene valores estadísticamente superiores al testigo, sin embargo, en algunos casos hay valores claramente inferiores por ejemplo, la inmersión de ácido sulfúrico reactivo analítico por 30 segundos (0.8), produce una germinación inferior al testigo o el remojo en agua por 24 horas a 40°C (1.0), esto se relaciona con diferencias que se presentan en otras variables (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Germinación de *Heterotheca inuloides* Cass. en relación con los tratamientos aplicados.**

Tratamiento	Índice de Maguire	Porcentaje de germinación	Tiempo promedio de germinación
Testigo	4.75 bc	17.00 bcd	4.81 d
Ácido giberélico 1000 ppm.	7.42 ab	34.25 a	6.07 cd
Ácido sulfúrico por 60 seg.	2.12 cd	25.00 abc	12.39 a
Ácido sulfúrico por 30 seg.	0.81 d	7.75 d	10.05 ab
Remojo en agua por 24 hrs/ 40°C	0.97 d	11.50 cd	12.33 a
Remojo en agua por 24 hrs/24°C	7.48 ab	26.75 ab	5.62 d
Remojo en agua por 48 hrs/ 40°C	2.65 cd	22.00 abc	9.55 abc
Remojo en agua por 48 hrs/ 24°C	8.54 a	35.75 a	7.31 bcd

Las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey al 0.05 de significancia.

En cuanto al porcentaje de germinación se encontró que la aplicación de ácido giberélico, así como el remojo en agua por 48 horas a una temperatura de 24°C, tuvieron un efecto positivo con respecto al testigo, muy probablemente la aplicación de ácido giberélico no actúa sobre las cubiertas del fruto de esta especie, más bien tiene efecto sobre el eje de crecimiento del embrión y el remojo en agua alcanza a eliminar algunos inhibidores presentes en la cubierta y muy posible en el vilano. Los demás tratamientos no superan estadísticamente al testigo y se presentó una germinación inferior con la escarificación en ácido sulfúrico reactivo analítico por 30 segundos.

Respecto al tiempo promedio de germinación, los tratamientos muestran diferencias significativas respecto al testigo; el remojo en agua por 24 y 48 horas a 40°C y la aplicación de ácido sulfúrico reactivo analítico en 30 y 60 segundos, retrasaron demasiado la germinación. El resto de los tratamientos tuvieron un retraso muy ligero de 1 a 3 días respecto al obtenido por el testigo, el único estadísticamente igual al testigo fue el remojo en agua por 24 horas a 24°C.

#### 6.1.2. Calidad de emergencia.

En cuanto a la calidad de emergencia en *Heterotheca inuloides* Cass., los análisis de varianza muestran que es significativo el índice de Maguire y el tiempo promedio de emergencia, para el porcentaje de emergencia solo se observaron diferencias debidas a la profundidad de siembra (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Significancia observada en la emergencia de *Heterotheca inuloides* Cass. en relación con la posición y la profundidad de siembra.**

	Índice de Maguire	Porcentaje de emergencia	Tiempo promedio de emergencia
<b>Posición</b>	0.0400 *	0.3000	0.0000 *
<b>Profundidad</b>	0.0000 *	0.0000*	0.0000 *
<b>Interacción</b>	0.0200 *	0.5400	0.0000 *

\* Probabilidad significativa al 0.05

Al comparar las medias en cuanto al índice de Maguire cuando las semillas se colocaron en posición horizontal, el efecto de la profundidad es importante y la mejor emergencia se obtuvo cuando las semillas fueron sembradas superficialmente (0 cm) en el suelo, esta posición tiene un valor casi 6 veces mayor al obtenido cuando fueron sembradas, a 1 y 2 cm de profundidad (Cuadro 3).

Cuando las semillas se colocaron en posición inclinada y fueron sembradas superficialmente se obtuvieron resultados estadísticamente iguales a los anteriores, aunque el valor es mayor.

Para el caso de las semillas que fueron colocadas en posición vertical, la agrupación de medias es diferente a los casos anteriores, aquí hay una estratificación, es decir, existe diferencia significativa entre las semillas colocadas en la superficie y las que fueron sembradas a 1 y 2 cm de profundidad. Sin embargo, las primeras (1 cm de profundidad), tuvieron una emergencia mejor respecto a las sembradas a 2 cm de profundidad (cuadro 3).

**Cuadro 3. Comparación de medias para el Índice de Maguire en la profundidad dentro de la posición en la emergencia de *Heterotheca inuloides* Cass.**

POSICIÓN	PROFUNDIDAD		
	Superficial	1cm	2cm
<b>Horizontal</b>	7.68 a	1.48 b	0.16 b
<b>Inclinada</b>	10.53 a	2.45 b	0.26 b
<b>Vertical</b>	6.4 a	2.80 b	0.13 c

En cada hilera, las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre sí.

Cuando la siembra se realizó superficialmente la mejor posición de la semilla fue la inclinada, si se coloca horizontal o verticalmente se registra una disminución significativa en la emergencia (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Comparación de medias para el índice de Maguire en la posición dentro de la profundidad en la emergencia de *Heterotheca inuloides* Cass.**

POSICIÓN			
PROFUNDIDAD	Horizontal	Inclinada	Vertical
Superficial	7.68 b	10.53 a	6.40 b
1 cm.	1.48 a	2.45 a	2.80 a
2 cm.	0.16 a	0.26 a	0.13 a

En cada hilera las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre si.

Quando las semillas son sembradas a 1 cm de profundidad, no existen diferencias significativas entre las posiciones, además, disminuye la emergencia de las mismas con respecto a la siembra superficial; a 2 cm de profundidad hay una disminución muy marcada.

En cuanto al porcentaje de emergencia, sólo fue significativo el factor profundidad de siembra, donde se encontró una estratificación de las medias. La mejor emergencia que se registró fue del 42%, esta se presentó cuando la siembra se realizó superficialmente, si las semillas se siembran a 1 cm de profundidad se pierde cerca de un 20% en la emergencia y cuando se sembró a 2 cm, la emergencia se abate y llega a alcanzar un valor máximo de 2.5%, la cual puede deberse al pequeño tamaño de la semilla (4 mm), y a que presenta un fotoblastismo positivo. Al enterrar la semilla, tres veces más de su tamaño, el sustrato no permite el paso de luz para que la semilla germine, por otro lado, no deja emerger al epicotilo (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Comparación de medias para el porcentaje de emergencias en la profundidad dentro de la posición en *Heterotheca inuloides* Cass.**

POSICIÓN	PROFUNDIDAD		
	Superficial	1cm	2cm
Horizontal	38.25 a	14.25 b	2.50 c
Inclinada	41.75 a	24.25 b	1.75 c
Vertical	41.50 a	24.50 b	1.00 c

En cada hilera las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre si.

El análisis de comparación de medias para el tiempo promedio de emergencia, indica que para cada profundidad no hay diferencia alguna entre las posiciones. En general la emergencia fue más rápida, menos días en las semillas sembradas superficialmente y en posición horizontal e inclinada que con respecto a las semillas sembradas a 1 cm de profundidad.

En cuanto a 1 cm de profundidad no existen diferencias significativas entre las diferentes posiciones y lo mismo ocurre con la profundidad de 2 cm (Cuadro 6 ).

**Cuadro 6. Comparación de medias para los días medios de emergencia en la profundidad dentro de la posición en *Heterotheca inuloides* Cass.**

POSICIÓN	PROFUNDIDAD		
	Superficial	1cm	2cm
Horizontal	7.57 cd	10.25 ab	-----
Inclinada	5.47 d	11.07 a	5.90 cd
Vertical	7.95 bcd	8.77 abc	6.65 cd

Las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre sí.

En general, la presencia de vilano en los frutos del árnica, influye sobre la posición que adopta la semilla para germinar en condiciones naturales, muy probablemente, esta posición sea inclinada, quizá, por estas razones, los mejores resultados registrados en este estudio en lo que a emergencia se refiere, se hayan obtenido con esta posición. Por otro lado, estas mismas estructuras, no permiten un mayor contacto con el sustrato, lo que determina que el mayor porcentaje de germinación, ocurra con la siembra superficial.

## 6.2.1 Calidad de germinación

El índice de Maguire registrado para *Tecoma stans* (L.) H. B. K., muestra que no existen diferencias significativas con respecto al testigo (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Germinación de *Tecoma stans* (L.) H.B.K. en relación con los tratamientos aplicados.**

Tratamiento	Índice de Maguire	Porcentaje de germinación	Tiempo promedio de germinación
Testigo	15.27 a	71.25 a	3.81 a
Ácido giberélico 1000 ppm.	19.86 a	81.25 a	4.02 a
Ácido sulfúrico por 60 seg.	17.60 a	77.50 a	3.77 a
Ácido sulfúrico por 30 seg.	15.91 a	71.25 a	3.93 a
Remojo en agua por 24 hrs/ 40°C	16.49 a	63.75 a	3.79 a
Remojo en agua por 24 hrs/24°C	16.34 a	70.63 a	3.81 a
Remojo en agua por 48 hrs/ 40°C	16.08 a	72.50 a	4.12 a
Remojo en agua por 48 hrs/ 24°C	15.58 a	70.00 a	4.00 a

Las medias seguidas con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey al 0.05 de significancia.

En cuanto al porcentaje de germinación no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos pregerminativos. En este sentido, no se hace necesaria la aplicación de sustancias hormonales y ácidos, el remojo en agua a temperatura ambiente por 48 horas, es más que suficiente, para inducir la germinación; los valores oscilaron entre un 63 y un 81% respectivamente.

En cuanto al tiempo promedio de germinación, este indica una germinación relativamente rápida, que en la mayoría de los tratamientos se realiza en un promedio cercano a los 4 días, sin que hubieran diferencias estadísticas significativas (Cuadro 7).

### 6.2.2 Calidad de emergencia.

El análisis de varianza realizado para el índice de Maguire en *Tecoma stans*, indica que es significativo el factor posición de la semilla, la profundidad de siembra y la interacción; en este caso debido a que los factores están interaccionando fue necesario hacer la prueba de medias sobre dichas interacciones. En el caso del porcentaje de emergencia existe significancia en la profundidad de siembra y la interacción. No es significativo el valor obtenido en la posición. Por lo que se refiere al tiempo promedio de emergencia, la posición, la profundidad y la interacción son significativamente diferentes (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Significancia observada en la emergencia de *Tecoma stans* (L.) H. B. K. en relación con la posición y la profundidad de siembra.**

	Índice de Maguire	Porcentaje de emergencia	Tiempo promedio de emergencia
<b>Posición</b>	0.0300 *	0.6500	0.0000 *
<b>Profundidad</b>	0.0000 *	0.0000 *	0.0000 *
<b>Interacción</b>	0.0000 *	0.0000 *	0.0000 *

\* Probabilidad significativa al 0.05

La comparación de las profundidades de siembra para cada posición, indica que para las semillas que se sembraron horizontales, las mejores emergencias se presentaron en la siembra superficial y la de 1 cm de profundidad. Por otro lado, se registró una depresión significativa de la calidad de emergencia medida por el índice de Maguire cuando la profundidad fue 2 y 3 cm (Cuadro9).

**Cuadro 9. Comparación de medias para el índice de Maguire en la profundidad dentro de la posición en la emergencia de *Tecoma stans* (L.) H. B. K.**

POSICIÓN	PROFUNDIDAD			
	Superficial	1 cm.	2 cm.	3 cm.
Horizontal	3.16 a	2.83 a	0.18 b	0.00 b
Inclinada	7.15 a	1.29 b	0.14 bc	0.00 c
Vertical	6.42 a	1.70 b	0.00 c	0.00 c

En cada hilera las medias con igual letra no difieren entre si.

Cuando la siembra se realizó en posición inclinada, los mejores resultados se obtuvieron con la siembra superficial, en esté caso, existen diferencias significativas entre esta y el resto de las profundidades, las cuales presentan una depresión de la calidad de emergencia. La menor calidad de emergencia se registró con las semillas que se sembraron a mayor profundidad.

Cuando las semillas se sembraron en posición vertical, se presentó una situación similar a las semillas sembradas en posición inclinada, en este caso, tenemos que la mejor calidad de emergencia se presenta en la siembra superficial y que dicha calidad se deprime al sembrar las semillas a 1 cm o más de profundidad; sin embargo, cuando las semillas fueron sembradas a 1 cm aun se presentó cierta emergencia, pero a profundidades mayores ya no hubo emergencia (Cuadro 9).

Con respecto a la interacción entre las posiciones y cada profundidad de siembra, los mejores resultados se presentaron cuando las semillas fueron sembradas superficialmente y en posición vertical e inclinada. La menor emergencia, a esta profundidad, se obtuvo cuando las semillas fueron sembradas horizontalmente (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Comparación de medias para el índice de Maguire en la posición dentro de la profundidad en la emergencia de *Tecoma stans* (L.) H. B. K.**

<b>POSICIÓN</b>			
<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>Horizontal</b>	<b>Inclinada</b>	<b>Vertical</b>
<b>Superficial</b>	3.16 b	7.15 a	6.42 a
<b>1 cm.</b>	2.83 a	1.29 b	1.70 b
<b>2 cm.</b>	0.18 a	0.14 a	0.00 a
<b>3 cm.</b>	0.00 a	0.00 a	0.00 a

En cada hilera las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre sí.

En cuanto a la profundidad de siembra realizada a 1.0 cm., existe diferencia significativa únicamente en la posición horizontal, en la cual se obtuvieron los mejores resultados.

En la siembra a una profundidad de 2 cm, se encontró que no hubo diferencias significativas entre las posiciones.

En la profundidad de 3 cm, no se registró emergencia. Por lo tanto, no existe diferencias significativas entre las medias (Cuadro 10).

Al analizar la interacción comparando las profundidades de siembra con el porcentaje de emergencia para cada posición, se tiene que hay una relación inversa en la profundidad de siembra, a mayor profundidad menor porcentaje de emergencia (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia en la profundidad dentro de la posición en *Tecoma stans* (L.) H. B. K.**

<b>POSICIÓN</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>			
	<b>Superficial</b>	<b>1 cm.</b>	<b>2 cm.</b>	<b>3 cm.</b>
<b>Horizontal</b>	35.00 a	30.00 a	2.00 b	0.00 b
<b>Inclinada</b>	42.50 a	16.50 b	3.00 c	0.00 c
<b>Vertical</b>	38.50 a	22.50 b	0.00 c	0.00 c

En cada hilera las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre sí.

Con la siembra superficial y en posición horizontal se obtuvo un 35 % de emergencia, a 1 cm de profundidad fue del 30%, por lo que no existe diferencia significativa entre dichas profundidades; sin embargo estas si presentan diferencias significativas con las profundidades de 2 y 3 cm, en donde la emergencia es nula a 3 cm de profundidad en todas las posiciones y a 2 cm en posición vertical.

En la siembra con la posición inclinada se tiene que el porcentaje de mayor emergencia se logro con la siembra superficial, en donde se registró un 43%, que no muestra una diferencia significativa con las demás posiciones(35 y 39%). A la profundidad de 1 cm se tiene un 17 % de emergencia y muestra una diferencia significativa con las profundidades de 2 y 3 cm, no mostrando diferencias significativas entre estas; además a esta profundidad de 1 cm el mejor porcentaje (30%) se obtuvo con la posición horizontal, tal vez se deba a la morfología de la semilla (plana y alada) que influye sobre la posición que estas adoptan al caer en el suelo.

En la posición vertical, se presenta una situación similar al caso anterior, la mayor emergencia se registra en la siembra superficial con 39% de emergencia. Es importante señalar que en esta posición solo existio emergencia hasta 1 cm de profundidad (Cuadro 11).

Al analizar la interacción con respecto a la profundidad de siembra y las posiciones, se encontró que cuando la semilla se coloca superficialmente, no hubo diferencias significativas entre tratamientos, no importa en que posición se siembre. Seguramente las diferencias que detecta el índice de Maguire se van a reflejar más en el tiempo de emergencia (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Comparación de medias para el porcentaje de emergencia en la posición dentro de la profundidad en *Tecoma stans* (L.) H. B. K.**

PROFUNDIDAD	POSICIÓN		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Superficial	35.00 a	42.50 a	38.50 a
1 cm.	30.00 a	16.50 b	22.50 ab
2 cm.	2.00 a	3.00 a	0.00 a
3 cm.	0.00 a	0.00 a	0.00 a

En cada hilera las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre si.

Cuando las semillas se colocaron a 1 cm de profundidad, se observa que existen diferencias significativas entre las posiciones horizontal e inclinada, el mayor porcentaje de emergencia (30%) se obtuvo con la posición horizontal, un 16% con la inclinada y un 22% con la vertical; no encontrándose diferencias significativas entre estas dos posiciones.

En las siguientes profundidades (2 y 3 cm), no existen diferencias significativas entre tratamientos y el porcentaje de emergencia disminuye considerablemente hasta alcanzar valores de cero (Cuadro 12).

Al comparar las medias de los días medios de emergencia, tenemos que los mejores resultados se dan con la profundidad superficial y en las posiciones inclinada y vertical, en donde además no existe diferencia significativa; la emergencia más tardía se observó a la profundidad de 2 cm con las posiciones inclinada y horizontal (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Comparación de medias para los días medios de emergencia en la profundidad dentro de la posición en *Tecoma stans* (L.) H.B. K.**

POSICIÓN	PROFUNDIDAD			
	Superficial	1 cm.	2 cm.	3 cm.
Horizontal	15.72 b	10.60 c	16.50 b	-----
Inclinada	7.22 d	12.90 c	20.90 a	-----
Vertical	7.05 d	12.35 c	-----	-----

Las medias con igual letra no difieren estadísticamente entre si.

En cuanto a la posición horizontal existe diferencia significativa a la profundidad de 1 cm, en donde se registra el menor tiempo de emergencia.

Para la posición inclinada, el mejor tiempo de emergencia es con la siembra superficial y lo mismo ocurre para la posición vertical.

Al analizar la profundidad de siembra se encuentra que: a nivel superficial los mejores resultados se registraron con la posición inclinada y vertical (7.0 días a la emergencia). A la profundidad de 1 cm, no se presenta diferencia significativa, entre las posiciones. En este caso, los días a la emergencia aumentan entre 10 y 13.

En la profundidad de siembra a 2 cm, los días medios a la emergencia registraron un valor de 16 para la posición horizontal, 21 para la inclinada y en el caso de la vertical no se registro emergencia. Como puede observarse los días medios a la emergencia aumentan con la profundidad (Cuadro 13).

Para no hacer uso de cifras decimales en los porcentajes de germinación y emergencia se redondearon.

## VII CONCLUSIONES

En Árnica los mayores porcentajes de germinación, respecto al testigo (17%), se obtuvieron con la aplicación de ácido giberélico (34%) y remojo en agua por 48 horas a temperatura ambiente (36%), tales tratamientos duplican el porcentaje de germinación, pero aun así, es bajo en esta especie.

Por lo que se refiere al tiempo promedio de germinación en árnica, el único tratamiento que igualó al testigo fue el remojo en agua por 24 horas a temperatura ambiente, con un tiempo cercano a los 5 días; esto nos indica que esta especie germina muy rápido.

Los porcentajes de germinación para Tronadora no registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, en este sentido, no se hace necesaria la aplicación de sustancias hormonales y ácidos, el remojo en agua a temperatura ambiente por 48 horas, es más que suficiente, para inducir la germinación; los valores obtenidos con estos tratamientos oscilaron entre un 64% y 81%, en general presenta un alto porcentaje de germinación.

En cuanto al tiempo promedio de germinación en Tronadora, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, el tiempo promedio fue cercano a los 4 días.

En Árnica y en Tronadora se encontró que los mejores resultados en cuanto a porcentaje de emergencia, se obtuvieron a la profundidad de siembra superficial y con la posición inclinada (42% y 43%); además se observó que si se aumenta la profundidad de siembra disminuye el porcentaje de emergencia.

En cuanto al tiempo promedio de emergencia en árnica no existen diferencias significativas en la posición y profundidad, se obtuvo un tiempo promedio de 5 días. En tronadora se obtuvieron los mejores resultados con la posición inclinada y vertical a la profundidad superficial con un tiempo promedio cercano a los 7 días.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Amen, D. R. 1986. A model of seed dormancy, *The Botanical Review*. 34 (1). The New York Botanical Garden. Bronx, N.Y.
- Atwater, B. R. 1980. "Dormancy and morphology of seeds of herbaceous ornamental plants", *Seed Sci. and Technol*: 8 (4), pp 523-573.
- Balboa, Z. O. 1978. "Efecto de los retardadores del crecimiento sobre la dormancia, contenido de ácido abscísico y germinación de semillas de manzano." *Ciencia de investigación agraria*, vol. 5 (4), pp 187-191.
- Barton, (L.) V. 1961. *Seed preservation and longevity*. Interscience Publishers, Inc. New York.
- Besnier, R. F. 1988. *Semillas; biología y tecnología*. Mundi-Prensa. España. Pp 673.
- Black, M. 1980. The role of endogenous hormones in germination and dormancy. *Israel Journal of Botany*. Vol. 29. The Weizmann Science Press of Israel, Jerusalem.
- Brito, N. R. 1980. Tratamiento de la semilla de tres especies forestales de zonas áridas y su influencia en la germinación (tesis profesional) Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
- Burton, G. W. 1969. Breaking dormancy in seed of pear miller, *Pennisetum typhoides*. *Crop. Science*. 9. 659-664.
- Camacho, M. F. 1994a. "Fisiología de la germinación"; "Fisiología de la dormición"; "Fisiología de la quiescencia"; "Ecología de semillas"; "Pruebas de germinación y viabilidad". In: *Semillas forestales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Publicación especial No. 2. Campo Experimental Coyoacán. México D. F.
- Camacho, M. F. 1994b. *Dormición de semillas; causas y tratamientos*. Editorial Trillas. México. pp 125.

- Camacho, M. F. y G. Morales, V. 1992. Métodos para el análisis del efecto de tratamientos sobre la germinación. Memoria de la Reunion Científica Forestal y Agropecuaria del Campo Experimental Coyoacán. Publicación Especial Número I. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental Coyoacán. México.
- Carvalho, N. M.; Massoni Filho, L. M. and Sader, R. 1981. Effect of peanut (*Arachis hipogea*) seed size and position in the soil on total and speed emergence. *Seed Sci. and Technol.* 9: pp 849-852.
- Copeland, L. 1976. Principles of seed science and technology. Burgess publishing Company. Mineapolis, USA.
- Cortés, L. B. 1989. Distribución de 10 especies vegetales de uso medicinal. Biólogo. Tesis de Licenciatura, E.N.E.P. Zaragoza, U.N.A.M., México.
- Crocker, W. y Barton, L. V. 1957. Phisiology of seed, Chronic Botanica. Waltham, Mass. USA.
- Delouche, C. I. 1964. Seed dormancy. A general discussion. Seed Technology laboratory. Mississipi, USA.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1979. Semillas. CECSA. México. Pp 1005.
- Estrada, L. E. 1984. Exploración etnobotánica de las plantas medicinales de México. semana de investigación. Resumen. UACH, Méx. Pp 45-46.
- Fenner, M. 1985. Seed ecology. Chapman and Hall. New York, USA.
- Font Quer, P. 1953, Diccionario de botánica, Labor. España, pp 1244.
- Fuller, H. y Ritchie, D. 1984. Bótanica general. CECSA. 11va. edición. México. pp 272.
- FAO. 1961. Agricultural and horticultural seeds. Their production, control and distribution. FAO, Agricultural studies 55. Rome, Italy.

Galston, A. C. 1966. Abscicic. Acid. Dormancy and germination.

Ginzo, H. D. 1980. " Fisiología de la germinación ", In: Sivori, E. (ed.), Fisiología vegetal, Hemisferio Sur, Argentina, Pp 613-628.

Gola, G., Negri, G. y Cappelletti, C., 1961. Tratado de botánica, Trad. Font Quer, P., Labor, México, pp 1160.

Gómez, F. M. 1982. Latencia, germinación, inhibición y estimulación. Asociación Colombiana de Productores de Semillas. "Acosemillas".

Hamilton, D. F. y Carpenter, P. L., 1976. " Regulation of seed dormancy in *Eleagnus angustifolia* by endogenous growth substances ", Can. Jour. of Bot. vol. 54 (10), Pp 1068-1073.

Harry, J. 1983. Botánica. Interamericana, 5<sup>ta</sup>. edición. México. Pp 512.

Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1987. Propagación de plantas, principios y prácticas. Trad. Marino A. A. Continental. México. 737 p.

Heydecker, W. y Coolbear, P. 1977. " Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis", Seed Sci. and Technol. vol. 5 (3), Pp 353-425.

Hill, A. 1965. Botánica económica, Omega, España.

Holman, R. M. 1982. Botánica general. UTHEA, México. Pp 623.

IMEPLAM. 1980. Productos farmacéuticos de plantas medicinales. Medicina tradicional. 3: 10, 5-17.

INCA, 1982. Diccionario agropecuario de México, Inst. Nal. de Cap. del Sec. Agropec, México, Pp 145.

INEGI. 1993. Anuarios estadísticos de los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. INEGI. Gobierno de los Estados.

- ISTA, 1980. Manual para evaluación de plántulas en análisis de germinación, Trad. Lobo, M. y Martínez, L. INSPV, España, Pp 130.
- Jann, R. C. y Amen, R. G. 1977. What is germination? In: Khan (ed.). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. North Holland Biomedical Press. New York, USA.
- Jiménez, F. J. 1994. Plantas medicinales de San Juan Tepecoculco, Municipio de Autlautla de Victoria Estado de México, Tesis de Biólogo, F. E. S. Zaragoza, UNAM. México.
- Jones, B. S. 1987 " Sistemática vegetal ". 2a. edición. Mc Graw-Hill de México. Pp 536
- Jones, L. R. y Stoddart, L. J. 1980. Biochemistry or seed dormancy and germination. North Holand Publishing Co. Amsterdam, Paises bajos.
- Ketring, D. L. 1977, " Etylene and seed germination ", In: Khan, A. A. (ed.). The Phisiology and biochemistry of seed dormancy and germination, Elsevier/ Noerth Holland biomedical Press. Holanda, Pp 157-178.
- Khan, A. A. 1975. " Primary, preventive and permissive roles hormones in plants systems". Bot. Rev. Vol. 41, Pp 391-420.
- Khan, A. A. 1977. " Seed dormancy changing concepts and teories". In: Khan, A. A. Phisiology and biochemistry of seed dormancy and germination, Elsevier/ North Holland biomedical Press. Holanda, Pp 157-178.
- Khan, A. A. 1980. Hormonal regulation of primary and secondary seed dormancy. Israel journal of botanic. Vol. 29 Weizz Mann Science Press of Israel, Jerusalem.
- Krugman, S. L. 1974. "Olea europea", In: Shopmeyer, C. S. (ed.) Seed biology. In: seeds of woody plants in the United States Agric. Hand Book. No. 450. pp. 558-559.

- Rabe, I., P. W. Warden, R. Rabe, S. K. Chaddahani, V. Sanchez y V. Ogura. 1988. Antimicrobial agents from *Heterotheca inuloides*. *Planta Medica* 60:197-296.
- Linares, E., B. Flores, P. y R. Bye, 1984. *Tes curativos de México*. Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías, México.
- Lozaya, X. y M. Lozaya, 1982. *Flora medicinal de México*. Primera parte: Plantas indígenas. Instituto Mexicano del Seguro Social. México.
- Martínez, M. 1939. *Plantas medicinales en México*. Botas. 2<sup>da</sup>. edición. México.
- Martínez, M. 1979. *Catálogo de los nombres vulgares y científicos de las plantas mexicanas*. Fondo de cultura económica. Méx. Pp 1120.
- Martínez, R. J. 1992. *Yerbario Medicinal Mexicano*, 17a. edición, Editores Mexicanos Unidos, S.A. México.
- Mayer, A. M. and Poljakoff-Mayber, A. 1982. *The germination of seeds*. Pergamon Press. 3 ed. Oxford. Great Britain. 211 p.
- McDonough, T. W. 1964. Germination responses of *Carnegiea gigantea* and *Lemaireocereus thurberi*. *Ecology* 45 (1): 155-158.
- Meyer, B. S. y Anderson, D. B. 1946. *Plant Physiology*. D. Van Nostrand Co. Inc. New York, USA.
- Miller, P. D. 1981. *Fisiología Vegetal*. UTHERA. México.
- Morales, V. G. y F. Camacho M. 1985. *Formato y recomendaciones para evaluar germinación*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No. 48. México.
- Moreno M. E., 1984, *Análisis físicos y biológicos de semillas agrícolas*. UNAM. México, pp. 179-184.
- Morgan, P. 1980. *Sunthetic. Growth regulators: Potencial for development*. *Bot. Gaz.* 141 (4): 337-346.

- Niembro, R. A. 1980, Estructura y clasificación de semillas de especies forestales mexicanas. Departamento de Bosques. UACH, Chapingo, México.
- Nikolaeva, G. M. 1980. Factors controlling the seed dormancy pattern. The physiology and of seed dormancy and germination. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, Países bajos.
- Nikolaeva, G. M. 1969. Physiology of seed dormancy in seeds. Trad. Shapiro S. IPST, Press., Israel. Pp 220.
- Nikolaeva, G. M. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. in: Khan, A. A. (ed.) Physiology and biochemistry the seed dormancy and germination. Elsevier / North-Holland Biomedical Press. Holanda, Pp 50-73.
- Orozco, S. A. 1989. Fisiología y ecología del fitocromo: su función en las semillas. Boletín de la Sociedad Bótanica de México. 49: Pp 71-84.
- Osuna L. E. 1994a. Métodos de plantación de palo de arco (*Tecoma stans*) para la producción de vara de uso agrícola. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Folleto de investigación Núm. 4. La Paz, Baja California Sur.
- Osuna L. E. 1994b. Importancia y perspectivas del aprovechamiento del Palo de arco (*Tecoma stans*). En: MEMORIA 2º Encuentro sobre Botánica Económica Regional. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S.
- Paz, Z. A., V. Quintana R. y M. Aquino C. 1987, Estudio de germinación y fenología de tres especies medicinales, Tesis de licenciatura en Biología. E.N.E.P. Zaragoza, U.N.A.M., México.
- Perry, D. A. 1981. Methodology and application of vigour test. Handbook of vigour test methods. The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Pollock, M. B. y Kearns, T. V. 1961. Afterripening, rest, period and dormancy. Seeds the year book of agriculture. USDA. USA.

Reyes, C. P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Trillas. México.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerogámica Mexicana: Una apreciación analítica preliminar. Act. Bot. Mex. 15:47-64.

Rzedowski, J. y G. Calderón. 1985. Flora fanerogámica del valle de México, Vol. II Dicotyledoneae: (Euphorbiaceae-Compositae) . "Clave para la identificación de los generos de la Familia Compositae, Instituto de Ecología. Publicación No. 15, México D. F. Pp 430-503.

SARH. 1993. Evaluación año agrícola 1993. Concentrado estatal. Delegación estatal de Baja California Sur. La Paz, B.C.S.

Simerda, B. 1990. Effective Ways of Propagating Endangered Cacti.

Sinnot, E. W. y Wilson, K. S. 1983. Botánica, principios y problemas. 10a. edición. CECSA. México. Pp 584.

Stelferud, A. 1961. Seeds. The year book of agriculture. USDA. USA.

Toole, E. H. *et al.* 1956. Physiology of seed germination. Ann. Rev. Plant Physiol. 7: 299.

Weaver, J. R. 1976, Reguladores del crecimiento en la agricultura, Trad. Contin, A. Trillas, México, Pp 622.