

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

" ZARAGOZA "

ESTUDIO DE GERMINACION Y FENOLOGIA DE TRES  
ESPECIES MEDICINALES. *Datura inoxia* M.,  
*Datura stramonium* L. Y *Datura wrightii* D.

T E S I S PARA EL GRADO DE:  
B I O L O G O .

MARIA DE LOS ANGELES PAZ ZAMACONA  
VIRGINIA QUINTANA REYNA  
MARTIN AQUINO CERNA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

	Pág.
RESUMEN .....	1
CAPITULO I	
INTRODUCCION	
1.1 Importancia de las plantas medicinales .....	4
1.2 Historia de las plantas medicinales .....	6
1.3 Justificación .....	9
CAPITULO 2	
OBJETIVOS	
General .....	10
Específicos .....	10
HIPOTESIS .....	10
CAPITULO 3	
REVISION BIBLIOGRAFICA	
3.1 Generalidades de la familia Solanáceas .....	12
3.2 Generalidades del género <u>Datura</u> .....	14
3.3 <u>Datura innoxia</u> Mill.	

	Pág.
a) Taxonomía .....	18
b) Nombres vulgares .....	18
c) Sinonimias .....	18
d) Distribución .....	18
e) Habitat .....	19
f) Descripción botánica .....	19
g) Formas de intoxicación .....	19
h) Partes tóxicas de la planta .....	21
3.4 <u>Datura stramonium L.</u>	
a) Taxonomía .....	22
b) Nombres vulgares .....	22
c) Sinonimia .....	22
d) Distribución .....	23
e) Habitat .....	23
f) Descripción .....	23
g) Formas de intoxicación .....	25
h) Partes tóxicas de la planta .....	25
3.5 <u>Datura wrightii Dunal.</u>	
a) Taxonomía .....	26
b) Nombres vulgares .....	26
c) Sinonimia .....	26
d) Distribución .....	26
e) Habitat .....	28
f) Descripción botánica .....	28

	Pág.
g) Formas de intoxicación .....	29
h) Partes tóxicas de la planta .....	29
3.6 Composición química .....	30
3.7 Usos .....	31
3.8 Semilla	
a) Estructura .....	33
b) Identidad y pureza .....	37
c) Estado sanitario .....	40
d) Viabilidad .....	40
e) Vigor .....	41
3.9 Germinación .....	43
a) Tipos de latencia .....	45
b) Tratamientos para romper la latencia .....	50
3.10 Fenología .....	57
 CAPITULO 4	
MATERIALES Y METODOS	
4.1 Germinación .....	62
4.2 Fenología .....	66
 CAPITULO 5	
RESULTADOS	
5.1 Germinación	

	Pág.
a) <u>Datura innoxia</u> Mill .....	69
b) <u>Datura stramonium</u> L. ....	76
c) <u>Datura wrightii</u> Dunal .....	81

## 5.2 Fenología

a) <u>Datura innoxia</u> Mill .....	90
b) <u>Datura stramonium</u> L. ....	96
c) <u>Datura wrightii</u> Dunal .....	97

## CAPITULO 6

### DISCUSION

6.1 Germinación .....	100
6.2 Fenología .....	104

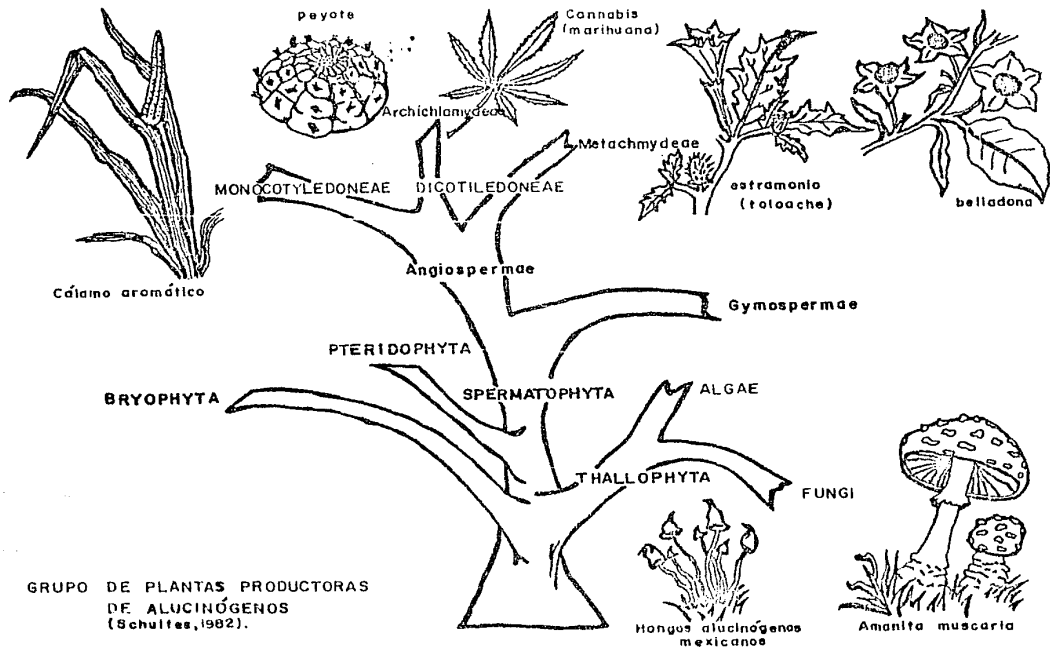
## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES

7.1 Germinación .....	112
7.2 Fenología .....	112

BIBLIOGRAFIA .....	114
--------------------	-----

APENDICE .....	125
----------------	-----



## RESUMEN

La propagación de las plantas medicinales se ha enfocado principalmente a estudiar la germinación de las principales especies con uso medicinal, seleccionadas bajo los siguientes criterios: a) Que sean plantas de uso general en el país; b) Que se comercialicen en la mayoría de los mercados de México y, e) Es prioritario el estudio de las especies autóctonas.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de conocer algunos factores que intervienen en la germinación de los toloaches: Datura innoxia, D. stramonium y D. wrightii y contribuir al conocimiento de la fenología de las mismas debido a su interés económico y biológico.

Estas especies presentan problemas de latencia, aunque se observan germinar en condiciones naturales, ignorándose los porcentajes y los tiempos de germinación; sólo podemos afirmar que el número de plántulas es muy inferior al número de semillas que dispersa cada planta.

La semilla usada de D. innoxia fue colectada en Xochitepec Morelos, en Julio de 1986 y presentó 95% de viabilidad con tetrazolium. La semilla de D. stramonium y D. wrightii se colectó en Dr. Mora, Guanajuato, en Agosto de 1985 donde se obtuvo 98.5 y 97.5% de viabilidad respectivamente. Se hicieron varias pruebas preliminares evaluando los siguientes factores: fotosensibilidad, diferentes temperaturas, escarificación, remojo en agua, estratificación, vapor, estimulantes químicos y combinación de los mismos, para determinar los tratamientos definitivos.

El más alto porcentaje de germinación se observó en D. wrightii con 91.4% y D. innoxia con 93.8% aplicando giberelinas 200 ppm con escarificación física total con luz y temperatura de 27° C constantes, durante ocho días. Para D. stramonium se presentó 95.4% de germinación con el mismo tratamiento



a 600 ppm, durante 13 días. También se muestran resultados satisfactorios al aplicar vapor directo con escarificación total a temperatura de 65-70° C, presentándose en D. inoxia 78.7%, en D. wrightii 76.7% y D. stramonium 66.1% de germinación durante 21-23 días, con la ventaja de no haber observado contaminación por hongos.

Describir la fenología de plantas medicinales nativas como los toloaches, cobra relevancia por los alcaloides: hiosciamina y escopolamina, pues a la fecha se importan como materia prima para la industria farmacéutica.

En el Jardín Botánico "Maximino Martínez" (UACH), se sembraron semillas tratadas con giberelinas 600 ppm durante 24 hrs. y escarificación física total, tomando como muestra 5 plantas por estadio por especie. Estadio: I Período Vegetativo; II Floración; III Fructificación y; IV Dispersión de la semilla; A. es D. inoxia, B. D. stramonium y C. D. wrightii.

Las alturas que se presentaron en las plantas (cm) fueron: I. A.18.97; B.0.74; C.9; II. A.70.2; B.32; C.32; III. A.70.2; B.97; C.46; IV. A.70.2; B.111; C.53. La velocidad de crecimiento (cm/día): I. A.0.77; B.0.74; C.0.85; II. A.1.13; B.1.54; C.0.21; III. A.0.0; B.0.27; C.0.06; IV. A.0.0; B.0.27; C.0.00; El número de ramas se presentó: I. A.B. y C. 2; II. A.14 B.6; C.22; III. A.58; B.142; C.169; IV. A.80; B.198; C.374. El número de flores estuvo dado de la siguiente manera; II. A.10; B.11; C.20; III. A.31; B.109; C.87; IV. A.64; B.100; C.56. Los frutos: III. A.21; B.29; C.34; IV. A.32; B.57; C.47. En la cuantificación del área foliar (dm<sup>2</sup>) se obtuvieron: I. A.0.07; B.0.67; C.0.05; II. A.17.2; B.19.2; C.4.8; III. A.29.1; B.43.8; C. 33.7; IV. A.25; B.49.7; C.56.6. Peso seco de hoja (g): I. A.0.077 (83.4% del peso total); B.036 (58.1%); C.0.044 (77.4%); II. A.12.26 (55.5%); B. 10.45 (34.8%); C. 3.22 (34.1%); III. A.21.97 (25.7%); B.31.23 (23.5%); C.12.15 (10.9%); IV. A.22.78 (18.4%); B.36.34 (18.6%); C.44.81 (27.2%). Al inicio del estadio IV, ya no maduran frutos con menos de 2.5 cm en B.; 2.1 A; todos maduran en C. El número de semillas por fruto: A.350; B.470; C.350. El peso seco de 100 semillas (g): A.0.8767; B.0.8654;

C.O.8711. A partir de la emergencia de la plántula inicia su floración A. y B. a los 18 días; C. a los 20 días; la duración de la floración se presenta (días): A.146; B.55; C.166 y para la fructificación: A.123; B.65; C.116. El término del ciclo de vida se presenta: A.210 días; B.150 días; C.240 días. B. fue defoliado en el estadio IV por el coleóptero Chrysomelidae Lemna trititata, acelerando su final.

## C A P I T U L O I

### INTRODUCCION

#### 1.1 Importancia de las plantas medicinales.

Las plantas medicinales representan el principal medio terapéutico en la medicina tradicional desde hace más de 3000 años, lo cual nos hace ver la importancia que éstas han tenido a través del tiempo.

México es un país que cuenta con una población de más de 80 millones, donde los servicios médicos son insuficientes; así, la medicina tradicional representa una alternativa viable, caracterizada por sus fuertes raíces indígenas, en el tratamiento de sus enfermedades como ocurre en el resto de países subdesarrollados.

Los países industrializados han desplazado a la medicina tradicional con la elaboración de productos farmacéuticos, muchos de ellos sintéticos y otros que son obtenidos directa o indirectamente de las plantas medicinales en gran escala.

El cultivo de las plantas medicinales en su hábitat original representa el medio más apropiado para responder al incremento de la demanda de plantas medicinales y evitar así el agotamiento de las fuentes naturales; actividad que resulta impostergable, si consideramos la velocidad a la que se están destruyendo y sustituyendo los recursos naturales vegetales que aún se conservan en estado silvestre. El incremento demográfico, sumado al impulso que el sistema político ha dado al desarrollo de grandes urbes, ha contribuido a la destrucción de miles de hectáreas de bosques y selvas para la obtención de madera (principalmente), para posteriormente dedicar estas áreas a explotaciones agrícolas o pecuarias, eliminando así la posibilidad de regenerar la vegetación primaria a mediano plazo.

A partir de la mitad de la década de los setentas, las instituciones de enseñanza superior manifiestan diferentes inquietudes sobre la problemática de las plantas medicinales por:

- a) Los escasos conocimientos que hasta la fecha, sobre las plantas con uso medicinal se encuentran en la literatura científica.
- b) La falta de estudios; etnobotánicos, antropológicos, agronómicos, fitoquímicos, farmacológicos y clínicos de las plantas de uso común y ampliamente consignadas en la literatura (libros, series y populares).
- c) La falta de registros técnicos: tanto de los nombres científicos como de los estudios enunciados en b), de la mayoría de nuestras plantas, así como su sistematización por áreas geográficas; etc.

Las instituciones donde principalmente se están desarrollando programas o proyectos sobre plantas medicinales son: La Universidad Autónoma Chapingo (Unidad de estudios etnobotánicos de Fitotécnia); el INIREB con sede en Jalapa. Ver.; UNAM (Instituto de Biología); IPN; el Seguro Social y otras.

## 1.2 Historia de las plantas medicinales.

Desde los tiempos más remotos la humanidad se ha servido de las plantas en un intento por curar las enfermedades, y aliviar el sufrimiento físico. Todos los pueblos primitivos llegaron a adquirir algún conocimiento sobre las plantas medicinales, fruto de sucesivas experiencias acertadas o no (Hill, 1965). En el pasado las plantas fueron utilizadas enteras y sobre la base de un conocimiento empírico (IMEPLAM, 1980). La mayoría de los pueblos primitivos creían que la enfermedad se debía a la presencia de espíritus malignos en el cuerpo y que estos sólo podían ser ahuyentados con el uso de sustancias venenosas o repulsivas que hicieran del mismo un lugar de desagradable estancia. El conocimiento del origen y uso de los varios 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.

Los primeros vestigios de la terapia por medio de plantas medicinales se encuentran entre los pueblos Asiáticos; China, por ejemplo 8000 años A.C. y más tarde, entre los Egipcios, Hebreos y Fenicios, alrededor de 3000-2000 A.C.; existen escritos que explican los métodos de recolección y preparación de tales plantas y estos estaban familiarizados con el uso de las drogas, su uso no fue del dominio exclusivo de los pueblos orientales, que más tarde se difundirían 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 cañamo, el opio, el áloe, la cicuta y la casia. Los griegos conocían ya 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 unas pocas personas eran consideradas

capaces, debido a algún poder especial, de distinguir las plantas útiles de las nocivas y con estos herbolarios o primitivos "rizotami" y sistemáticos heterodoxos, aparecen los primeros estudios de Botánica y las primeras descripciones de plantas medicinales, los cuales llegaron a formar una casta muy importante en la antigua Grecia (IMEPLAM, 1980).

Los menos que se interesaron por las plantas medicinales fueron los romanos; no obstante, en el año 77 A.C. Dioscórides escribió su gran tratado de Materia Médica, que hablaba de la naturaleza y propiedades de todas las sustancias medicinales conocidas en aquel tiempo. Durante XV siglos esta obra fue tenida en gran estima o incluso hoy goza de gran consideración entre los Arabes y Turcos. Plinio y Galeno (121-201 d.C.), escribieron también sobre las plantas medicinales (Hill, 1965).

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 comienza 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, concediendo especial interés a su valor medicinal y folklórico. La herbolaria que viene a ser arte del conocimiento, de la recolección y de la venta de las plantas, llega a ser una rama importante alcanzando su máximo esplendor en el siglo XVIII. Por este tiempo nació la doctrina de los signos. Según esta supersticiosa creencia, todas las plantas mostraban alguna característica que indicaba el uso al que había sido destinada por el creador. Así, una planta de hojas acorazonadas debía utilizarse para dolencias del corazón, la hierba hepática de 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 y continúa abonando la vieja superstición (Hill, 1965).

A partir de estos principios rudimentarios el estudio de las drogas

y de las plantas medicinales han ido progresando, ya que la última en asumir un papel de materia autónoma en la actualidad es la farmacognosia (1815), que trata de las nociones no biológicas y de carácter general e informativo de las medicinas provenientes sobre todo del reino vegetal, con particular atención a las drogas simples, o sea, en estado natural; esta, aunada a la farmacología, que es el estudio de la acción de estas drogas, ambas serán ramas esenciales para la medicina (Hill, 1965).

En América, el registro más antiguo que se tiene sobre las plantas medicinales es el mal llamado Codice Badiano de México, escrito en Náhuatl por Martín de la Cruz y traducido al latín por Juan Badiano en 1552; algunos años después Francisco Hernández, Fray Bernardino de Sahagún y otros autores dieron a conocer más 3500 plantas medicinales; posteriormente, a partir de 1870 empiezan a aparecer las primeras farmacopeas, las cuales actualizan los usos de las plantas medicinales más importantes. Actualmente lo más importante sobre plantas medicinales es la obra del maestro Maximino Martínez (1969), en los últimos diez años se han publicado diversos libros y trabajos sobre especies medicinales (Estrada, 1984).

Actualmente, en el Jardín Botánico "Maximino Martínez" de la Universidad Autónoma Chapingo, se realizan trabajos de investigación enfocados principalmente a estudiar las principales especies con uso medicinal, seleccionadas bajo los siguientes criterios: a) Que sean plantas de uso general en el país; b) Que se comercialicen en la mayoría de los mercados de México y c) Es prioritario el estudio de las especies autóctonas (Estrada, 1985).

### 1.3 Justificación.

Las plantas medicinales han sido tradicionalmente usadas por nuestro pueblo, constituyéndose en una de las manifestaciones del acervo cultural que nos legaron nuestros antepasados.

En la actualidad, las plantas medicinales juegan un papel significativo en la medicina moderna, para la elaboración de productos alopáticos.

El presente trabajo se plantea con la finalidad de conocer la biología y el comportamiento particular de tres especies de toloache, dada la poca o casi nula información que se tiene en México sobre el estudio de estas plantas, así como observar la forma en que influyen los factores ambientales en la germinación, plasticidad genética y rendimiento.

Este tipo de trabajos nos permitirá una independencia paulatina al producir nuestras propias materias primas con actividad farmacológica para la industria; al mismo tiempo que nos da la oportunidad de conocer biológicamente los recursos naturales vegetales de nuestro país.



## CAPITULO 2

### OBJETIVOS

#### General:

Determinar los factores que afectan la germinación de tres especies medicinales: Datura inoxia M.; D. stramonium L. y D. wrightii D.; y contribuir al conocimiento de su fenología.

#### Específicos:

1. Realizar pruebas de germinación preliminares, evaluando: Luz-obscuridad; remojo en agua destilada; escarificación física y química; estratificación; alternancia de temperatura; estimulantes químicos; vapor; temperatura constante y; combinación de tratamientos. Con el fin de seleccionar los tres mejores tratamientos para cada una de las especies.
2. Hacer una comparación de los resultados obtenidos de germinación de las tres especies con referencias anteriores de D. stramonium.
3. Evaluar los componentes morfológicos (número de nudos, ramas, flores, frutos y semillas); fenológicos; área foliar en diferentes etapas durante un ciclo, así como las etapas vegetativas y reproductiva; y rendimiento biológico (biomasa).

#### HIPOTESIS:

1. Estudios realizados sobre la germinación de las semillas de D. stramonium muestran que presentan latencia; debido a su cubierta dura que puede ser solventada por escarificación física total,

por lo tanto, D. inoxia y D. wrightii, por pertenecer al mismo género, van a presentar un comportamiento igual en el proceso de germinación.

2. Desde el punto de vista fenológico, se plantea que en los tres toloaches se presentan características distintivas que permitan diferenciarlas claramente.

## C A P I T U L O 3

### REVISION BIBLIOGRAFICA.

#### 3.1 Generalidades de la familia Solanaceae.

La familia de las Solanáceas consta de alrededor de 85 géneros (38 de ellos endémicos) y más de 2200 especies distribuidas principalmente en América tropical y Sur de ésta.

Esta familia fue interpretada por Wettstein (1895), el cual menciona que probablemente tiene un origen polifilético, como evidencia del conjunto de familias ancestrales. Bentham, Hooker y Wettstein (1876) las dividieron en cinco tribus, siendo los más representativos: Nicandreae, Soluneeae y Daturea (Porter 1967).

Dentro de los géneros más grandes que se incluyen en esta familia está: Solanum (alrededor de 1500 Spp), Cestrum (250 Spp), Lycium (100 Spp), Physalis (100 Spp), Nicotiana (100 Spp) y Cyphomandra (30 Spp) (Lawrence, 1951). Sólo cinco especies son originarias de Gran Bretaña: Datura stramonium (estramonio), Solanum dulcamara (dulcamara), Solanum nigrum (solano negro), Atropa belladonna (dedalera) e Hyocymus niger (belaño).

No obstante, es una familia de gran interés económico, ya que se cultivan muchas especies tropicales y subtropicales con fines agrícolas, tales como, Solanum tuberosum (papa), Solanum lycopersicum (tomate), Lycopersicum esculentum (jitomate), Capsicum annum (chile); ornamentales, como, Solanum dulcamara (glorias), Salpiglossis Sp (petunia) y algunos otros géneros como Lycium y Solanum; y otras ricas en alcaloides como Nicotiana tabacum (tabaco), Datura stramonium (estramonio), D. arborea

(floripondio), Atropa belladonna (belladona) e Hycocymus niger (beleno) (Trease, 1977).

Independientemente de su importancia farmacéutica, los variados componentes químicos de esta familia tienen también interés tanto químico-taxonomico como fitoquímico.

Las Solanáceas son generalmente plantas herbáceas, de hojas simples y alternas, estípulas ausentes, con bordes lisos o aserrados; en las ramas se observa con frecuencia la adnación de las hojas con sus ramas axilares, y el verdadero origen de cada parte se pone de manifiesto en los cortes histológicos. En Datura stramonium la hoja de un determinado nudo pertenece realmente al nudo inferior, mientras que en la belladona los nudos dan lugar a pares de hojas de tamaños desiguales. Las flores acompañadas, hermafroditas, generalmente actinomorfas, solitarias; ya reunidas en inflorescencias cimosas son extra axilares, es decir, nacen fuera de la axila de las hojas, así como éstas, en la parte superior de las plantas, suelen estar apareadas de dos en dos a un mismo nivel del tallo (Trease, 1977).

Cáliz 4 a 6 lobulado persistente; corola gamopétala generalmente 5 lobulada, lóbulos plegados, enrollados o valvados. Estambres insertados en el tubo de la corola y alternados con los lóbulos raramente de 4 a 2; anteras biceladas, celdas paralelas con dehiscencia longitudinal o por poros apicales; ovario típicamente bilocular y un poco oblicuo-respecto al plano mediano de la flor, frecuentemente se hace falsamente tri o pentacular, por ejemplo Datura; estilo simple terminal; óvulos muy numerosos axilares; el fruto puede ser una baya o una cápsula, a veces, por desarrollarse falsos tabiques con más de dos cavidades. Las semillas presentan endospermo abundante y embrión curvo o anular (Porter, 1967).

### 3.2 Generalidades del género Datura.

El género Datura ha sido reconocido por antropólogos y etnobotánicos como uno de los más importantes y ampliamente distribuidos tanto en su uso medicinal como ceremonial en los grupos o pueblos aborígenes. Notables similitudes en el uso de este género sugieren posiblemente un origen común y de este modo establecer culturas y conexiones históricas, para mantener un arreglo geográfico, indicando que el uso de Datura entre los pueblos prehistóricos proviene de las culturas antiguas de mesoamérica. Las evidencias arqueológicas para la prehistoria de Datura esta basada en restos botánicos y quizás en la existencia de artefactos de cerámica, los cuales indican su asociación con la utilización mágico-religiosa de Datura. Estas formas de artefactos de cerámica, sostiene la semejanza con la superficie espinosa de los frutos encontrados en muchos de los géneros. Otro tipo de formas cerámicas que muestran resemblanzas con el fruto es la que se designa como cerámica sellada, es decir, decoración hecha en impresos de piel, tela o papel, esto ha sido reportado en El Salvador y Suroeste de Colorado (Litzinger, 1981).

La utilización medicinal y ceremonial del género Datura fue primeramente registrado hace cuatro siglos por cronistas españoles en México (Schultes, 1970), los cuales pronto se enteraron de los usos que se les daba como plantas alucinógenas dentro de las prácticas aborígenes religiosas que mostraban sus efectos "diabólicos". Sin embargo, el indudable peligro de este potente narcótico nunca ha sido puesto en duda incluso en tiempos muy remotos.

En el viejo mundo el género Datura ha tenido una larga historia tanto como medicina y como alucinógeno sagrado, aunque aparentemente el género nunca ha gozado de la importancia ceremonial que ha tenido en el nuevo Mundo. Antiguos textos del siglo IX, mencionan a Datura metel como una de las especies más antiguas del género. El nombre metel ha sido formado del término árabe, mientras que Datura fue adaptado al latín del sánscrito

por Linneo. Posteriormente durante las dinastías se introdujeron muchas especies de Datura en los años 960 y 1644 d.C. por lo cual, no fueron consignadas en los herbarios más antiguos.

En el nuevo Mundo son mejor conocidas las especies de Datura con el nombre de Toloache, que es una versión moderna del antiguo término azteca Toloatzin (cabeza inclinada, haciendo referencia a su fruto) (Schultes, 1970).

El nombre Datura derivada de la palabra Datora que significa especies de plantas y designan un género que incluye unas 20 especies de la familia de las Solanaceae, tribu de las Datureas y que generalmente crecen y se usan actualmente en ambos hemisferios.

Las especies de este género tienen, sin embargo, caracteres morfológicos que si no fundamentales al menos son suficientes para establecer ciertas diferencias.

El género comprende especies herbáceas, arbustivas y algunas arbóreas, cuyo tamaño varía entre 0.5 m a 3.0 m o más. A las Daturas arbóreas se les clasifica a veces en un género distinto, el género Brugmansia Pers, donde se destaca por ejemplo Datura candida, D. suaveolens, D. arborea, etc. y en las herbáceas a D. innoxia, D. stramonium, D. fastuosa, etc. (Schultes, 1982).

Básicamente todas las especies de este género contienen compuestos químicos similares y se ha demostrado su riqueza principalmente por los distintos alcaloides del grupo tropano, principalmente la hiosciamina y la escopolamina. A menudo la escopolamina es el compuesto activo, pero pueden encontrarse varios alcaloides menores relacionados químicamente como la atropina, norescopolamina y la meteloidina (Schultes, 1982).

Es sabido que la mayor concentración de los alcaloides se encuentran

por lo general en las semillas, ya que, es una estructura de almacén o posiblemente actúa como mecanismo de defensa; y en orden decreciente en flores, hojas, tallos y frutos no maduros. Así la Datura más rica en escopolamina es D. metel y en hiosciamina D. stramonium (Fuentes, 1980 y Aguilar y Zolla, 1984).

Hay diferencia entre una especie y otra, principalmente en las concentraciones a las que se encuentran estos distintos alcaloides, los cuales, varían de acuerdo a los factores climatológicos y estacionales. Se ha reportado que las plantas silvestres son las que poseen mayor contenido de alcaloides que las plantas cultivadas, debido posiblemente a que se les proporcionan condiciones ambientales favorables para su desarrollo (Fornet, 1977).

Aunque son de toxicidad elevada la mayor parte de las especies de Datura han sido usadas ampliamente en medicina, desde la antigüedad hasta el presente y su importancia se extiende hacia la industria farmacéutica, lo que ha determinado su cultivo comercial en muchos países (Acosta, 1979).

Distribución mundial del género Datura (años 960 a 1644 d.C.).  
(Schultze, 1982).





3.3 Datura innoxia Mill.

a) Taxonomía (Pereida, 1941).

Reino.....Vegetal.  
División.....Fanerógamas.  
Subdivisión.....Angiospermas.  
Clase.....Dicotiledóneas.  
Subclase.....Gamopétala.  
Orden.....Tubiflora.  
Familia.....Solanaceae.  
Tribu.....Datúreas.  
Género.....Datura.  
Especie.....D. innoxia.

b) Nombres vulgares.

A-neg-la-kya; chamico (posiblemente origen Maya, Yucatán); nacazcul; nohol-x-tohk'u (Maya, Yucatán); tecuyani (Sonora y Chihuahua); tecuyavi (Guarigía, Chihuahua); toloatzin (Nahua, Estado de México, D.F. y Morelos); toloachi (Castellana, Sonora); x-toh-k'u-o (Maya, Yucatán); (Morton, 1977; Roys, 1931; Martínez, 1979).

c) Sinonimia.

Datura fastuosa.

Datura innoxia.

(Morton, 1977; Wiggins, 1980).

d) Distribución.

Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo,

Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Tamaulipas (Mapa I). Yaguanabo, Puerto Rico.

e) Habitat.

Desde el punto de vista ecológico, esta especie se encuentra conviviendo con comunidades vegetales tales como: Bosque de Quercus, Selva Baja caducifolia, Bosque de Pinus y principalmente Matorral xerófilo y zonas de disturbio, incluyendo zonas de cultivo y basureros. Predominan en climas cálidos que van del húmedo al seco; suelos poco profundos de laderas rocosas (Herbarios: MEXU, IMSS, ENCB Y XOLO).

f) Descripción Botánica.

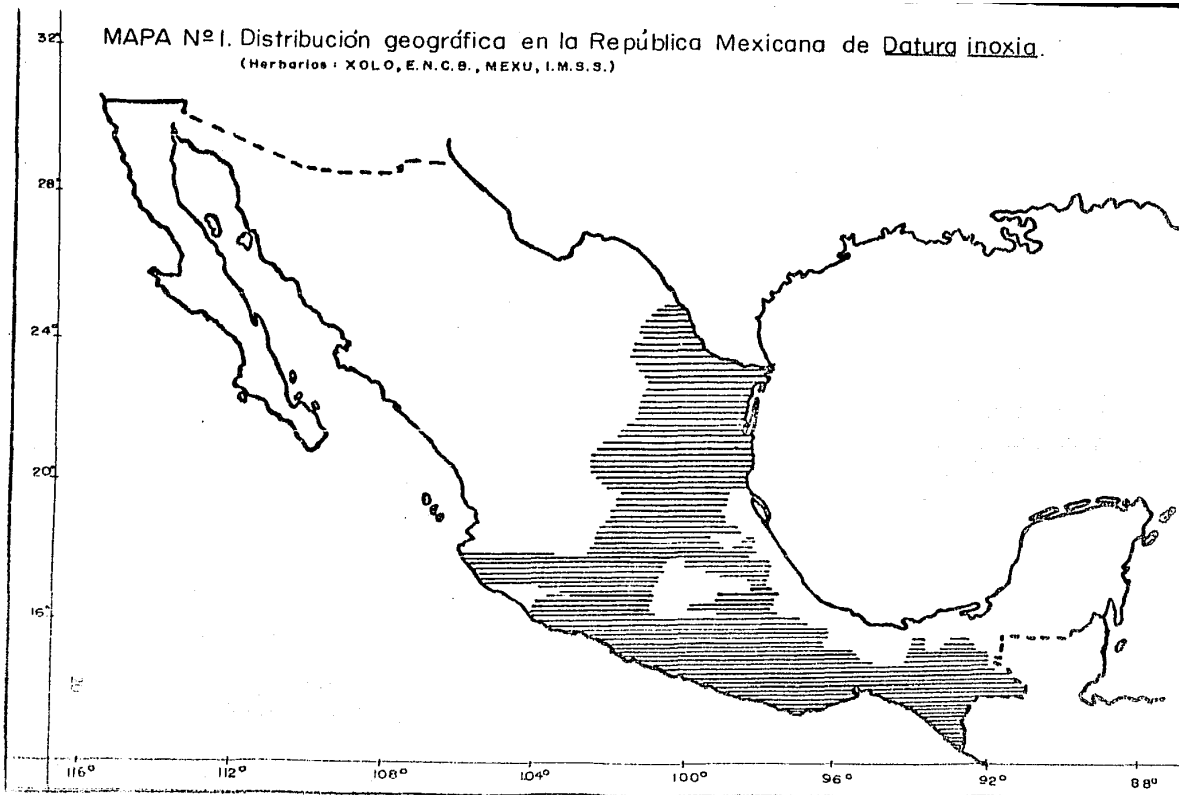
Habitat terrestre, planta herbácea anual, erecta, poco ramosa de 50 a 80 cm de longitud; los retoños se encuentran densamente poblados; tallo finamente pubescente de color verde. Hojas aovadas lanceoladas de 16-17 cm de largo pubescentes, asimétricas en la base, acutadas o acuminadas en el ápice, enteras u ordinariamente sinuadas-dentadas en todo el borde, presentan glaucos en ambos lados del peciolo corto. Flores erectas de 6-15 cm de largo, el cáliz es tubular-angular, de 8-12 cm de largo, 5 dentado, los dientes triangulares-lanceolados, acuminados. La corola es blanca en forma de campana monopétala de 12-15 cm de longitud con 5-6 lóbulos en la cúspide, subtubulares con un radio de 12 cm. Estambres 5, aroma repulsivo para el hombre. Fruto capsular globoso inclinado de 3-4 cm de largo, de 2-3 cm de ancho con un diámetro aproximado de 3 cm, espinoso dehiscente irregular. Semillas de color café claro, reniformes de 5-6 mm de ancho, aplanadas con un margen acordonado, al madurar se dejan caer comprimidas (Stewart, 1979).

g) Formas de intoxicación.

- . Oral
- . Inhalación

MAPA N° I. Distribución geográfica en la República Mexicana de Datura innoxia.

(Herbarios: XOLO, E.N.C.B., MEXU, I.M.S.S.)



- Aspiración  
(Zolla, 1980)

h) Partes tóxicas de la planta en orden decreciente:

- Semilla
- Flor
- Hoja
- Tallo-tronco
- Fruto inmaduro  
(IMEPLAM, 1986)

### 3.4 Datura stramonium L.

#### a) Taxonomía (Pereida, 1941)

Reino.....Vegetal.  
División.....Fanerógamas.  
Subdivisión.....Angiospermas.  
Clase.....Dicotiledónea.  
Subclase.....Gamopétala.  
Orden.....Tubiflora.  
Familia.....Solanaceae.  
Tribu.....Datureas.  
Género.....Datura.  
Especie.....D. stramonium

#### b) Nombres vulgares.

Azacapan-yxhuatlazol-patli (Azteca, Náhuatl); chamico (Castellana, Tabasco); erizillo (Americana, Estados Unidos); hierba del diablo (Castellana); hierba hedionda (Castellana, México); Mehen-x-tóh-k'u (Maya, Yucatán); Mixitl (Náhuatl); nacazcul; taac-amai'ujts (Mixe, Oaxaca); tapat (Hidalgo); tapate (Castellana); tlapa (Castellana, Guerrero); tecomaxochitl (Náhuatl); tepate (Castellana, Jalisco); tlapatl (Castellana); tlazolpalti; tohk'u (Maya, Yucatán); toloatzin (Náhuatl, Azteca, Estado de México y Morelos); toloache (Castellana); toloachi (Castellana, Hidalgo); Tohohuaxihuitl (Náhuatl); torescua (Tarasca, Michoacán); xholo (Zapoteca, Oaxaca); yerba del diablo (Castellana); (Lozoya, 1982; Martínez, 1979).

#### c) Sinonimia.

Datura capensis Hort ex Benth.

Datura ferox Nuss.

Datura inermis Jacq.

Datura loricata Sieber ex Benth.

Datura lurida Salisb.

Datura pseudostramonium Sieber ex Benth.

Datura tatula L.

Datura wallichii Dun.

(Lozoya, 1982; Pereida 1941).

d) Distribución.

Chiapas, Chihuahua, D.F., Durango, Estado de México, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán. (Mapa 2).

(Herbarios: IMSS, MEXU, ENCB, XOLO).

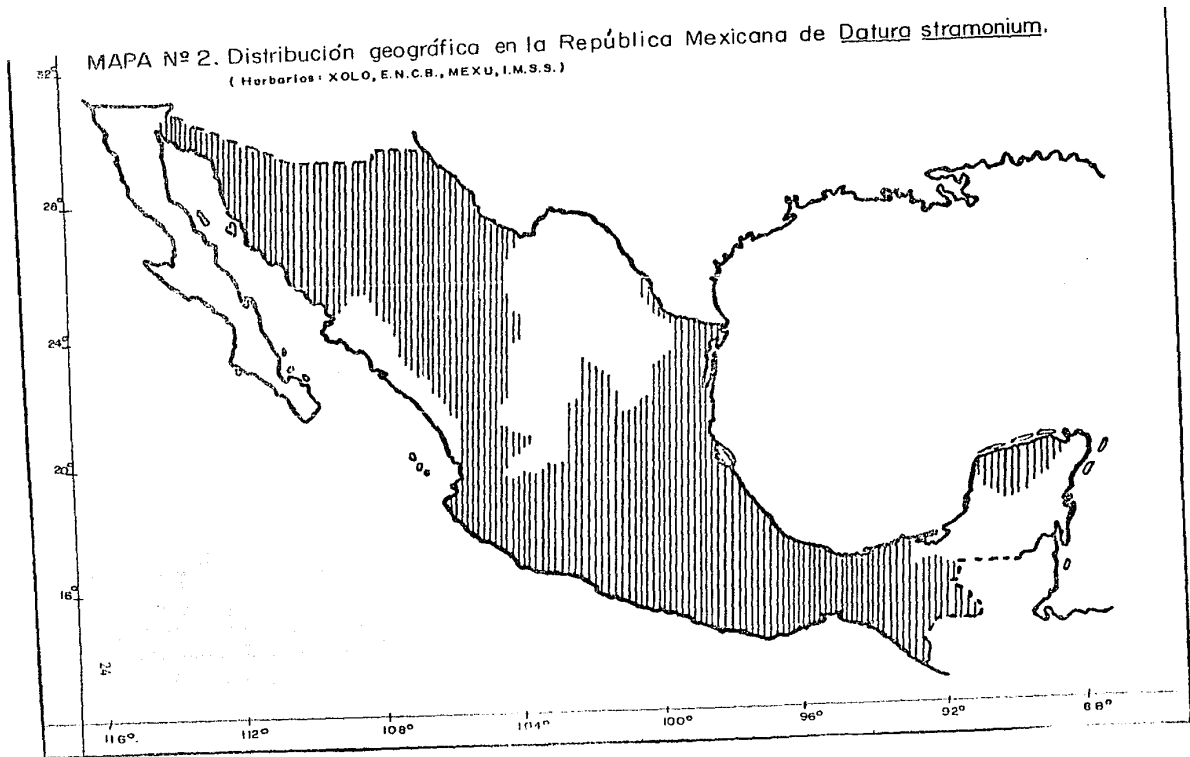
e) Habitat.

el mismo que se presenta para D. inoxia.

f) Descripción botánica.

Habitat terrestre, planta herbácea anual con una altura que oscila de 90-120 cm; raíz típica somera, blanquecina con numerosas raíces secundarias. El tallo es aéreo y erecto, con ramificación dicotómica y adnación el tallo y las ramas son redondas glabros, verdes o purpúreos, según la variedad. Las hojas son pecioladas a ovaladas hasta de 16-20 cm de largo, y regularmente dentadas o lobadas, con ápice agudo y de color verde oscuro. Flores solitarias axilares con aroma repulsivo, desagradable al hombre; el cáliz es tubular, prismático con cinco pliegues, gamosépalo, con terminación en cinco dientes y de 4.5 cm de largo; la corola embudada, monopétala de color blanco o violácea, con cinco lóbulos agudos, poco profundos de 6-10 cm de longitud. El androceo está formado por cinco estambres de alrededor de 3.3 cm de largo, fusionado al cáliz en la parte inferior;

MAPA N° 2. Distribución geográfica en la República Mexicana de Datura stramonium.  
(Herbarios · XOLO, E.N.C.B., MEXU, I.M.S.S.)



el gineceo formado por un ovario bicarpelar con el estigma de aproximadamente 0.3 cm de largo. La planta florece en Verano y comienzos de Otoño. El fruto es una cápsula ovoide erguida sobre un pie, dehiscente con espinas más o menos iguales en toda la superficie, el tamaño oscila de 3-4 cm, cuando madura se forma un falso tabique, excepto en las inmediaciones del ápice, con lo que el fruto maduro consta casi por completo de cuatro cavidades. Las semillas de color pardo oscuro de contornos reniformes de 3 mm de largo, duras, careciendo de carúncula y con testa finamente punteada. Existe la llamada variedad tatula más rara, se distingue por tener el tallo y la nervadura foliar de color purpúreo, color que trasciende a las flores (Treace y Evans, 1977; Font Quer, 1979; Lozoya, 1982, Roig, et al, 1980).

g) Formas de intoxicación.

Se presentan de igual manera que D. inoxia.

h) Partes tóxicas de la planta.

De igual manera que para D. inoxia.



3.5 Datura wrightii Dunal.

a) Taxonomía (Pereida, 1941).

Reino.....Vegetal.  
División.....Fanerógamas.  
Subdivisión.....Angiospermas.  
Clase.....Dicotiledóneas.  
Subclase.....Gamopétala.  
Orden.....Tubiflora.  
Familia.....Solanaceae.  
Tribu.....Datureas.  
Género.....Datura.  
Especie.....D. wrightii.

b) Nombres vulgares.

Azcapan yxhua tlazolpahtli (Azteca); toloache (Castellana); tolohuaxi-huatl (Náhuatl, Tabasco); manzana espinosa (Castellana, Chihuahua); (Morton, 1977).

c) Sinonimia.

Datura meteloides Dunal.

(Morton, 1977; Bailey, 1977; Díaz 1976).

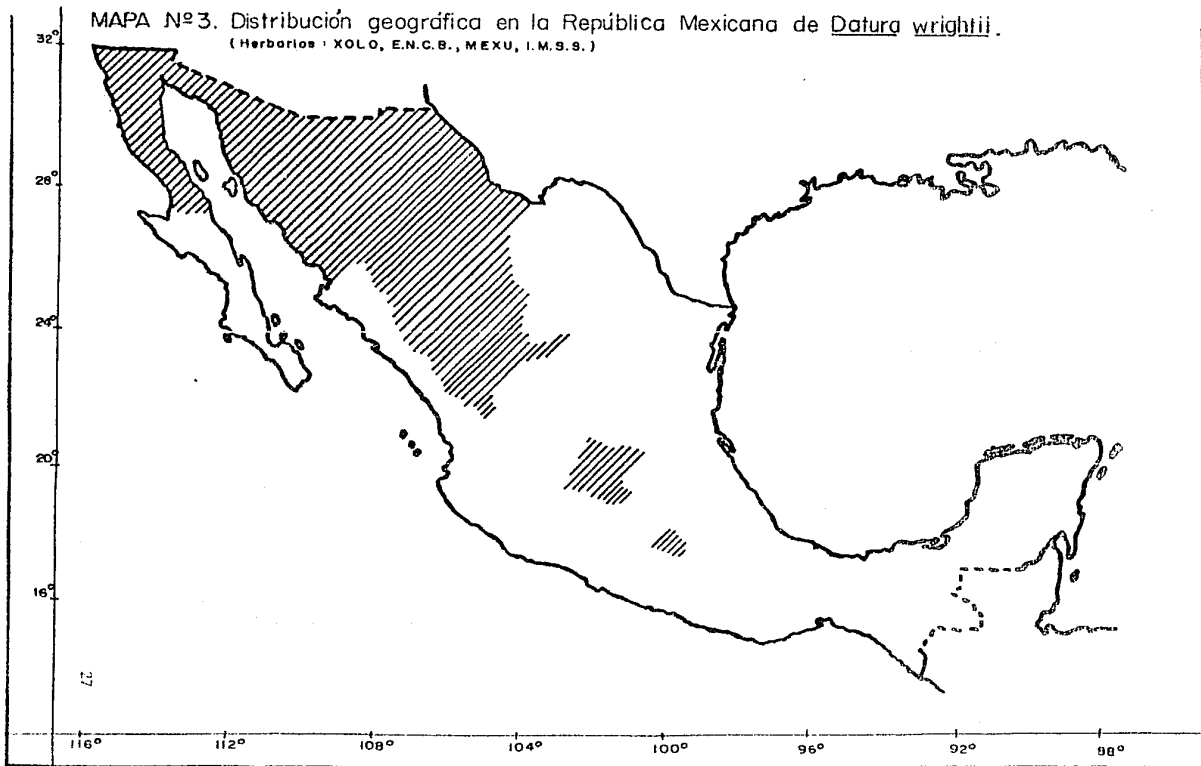
d) Distribución.

Baja California Norte, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Morelos y Sonora. (Mapa 3).

Cuba, Texas, California, Australia.

(Herbarios: IMSS , UNAM, ENCB, XOLO).

MAPA N°3. Distribución geográfica en la República Mexicana de Datura wrightii.  
(Herbarios: XOLO, E.N.C.B., MEXU, I.M.S.S.)



e) Habitat.

Se encuentra presente en las mismas comunidades que D. inoxia.

f) Descripción botánica.

Habitat terrestre, hierba lignificada de 30-70 cm de longitud, extensamente ramosa, anual, forma a menudo una raíz rizomatosa. Indumento de pelos simples y glandulares, sumamente denso en las hojas y tallos jóvenes, que llegan a tomar un aspecto blanquecino; algo menos denso en las hojas y tallos más viejos. Hojas con pecíolo de 6.1-8.5 cm de largo; lámina de 16-28 cm de largo y de 1.5-2.3 cm de ancho; margen entero irregularmente lobulado con 1 a 4 lóbulos a cada lado, casi triangulares; base oblicua e igualmente de agudo a obtusa. raras veces truncada, a menudo poco decurrente en el pecíolo; ápice agudo. Flores solitarias, erectas que nacen en la bifurcación de las ramas. Pedúnculo de 0.5-2.0 de largo. Cáliz redondeado de 9.5-13 cm de largo, gradualmente estrechado hacia el extremo, con cinco venas longitudinales inconspicuas, de 3 a 5 lobulado, con dientes de 1 a 2 cm de largo, a menudo no completamente separados. Corola en forma de trompeta de 16.5-21 cm de largo, glabra, a excepción de una fina pubescencia exterior en el margen del limbo; garganta y limbo completamente expandidos en la antesis, de color blanco, con tonos violáceos hacia el margen (gris-rosáceo exteriormente en momentos anteriores a la antesis); de 5 a 6 lobulada, terminada por acúmenes de 5 a 13 mm de largo, separados por sinuosidades con dientes interacuminales más cortos que los acúmenes, por lo que el limbo parece redondeado o cinco-lobulado. Estambres 5. Filamentos filiformes fusionados a la corola cerca de la base de 11-14 cm de largo. Anteras blancas basifijas, de dehiscencia longitudinal, de 1.1 a 1.8 cm de largo. Estilo de 12-15 cm de largo. Estigma de 1.5 mm de largo y de 1.5-2.0 mm de ancho por debajo del nivel de las anteras y como ellas, cortamente fuera de la corola. Fruto en cápsula deflexa, con pedúnculo de 0.5 a 2.0 cm de largo; cápsula

de 2.5-4.6 cm de largo y de 3.5 a 5.0 cm de ancho, globoso armado de numerosas espinas más o menos iguales, de 5 a 10 mm de longitud; cubierto todo por un fino tomento; el cáliz persistente en los primeros estadios del fruto, base del cáliz a modo de copa sobre el fruto, que cuando madura abre en dehiscencia irregular. Semillas en forma arriñonada (en vista plana), de 5.0 mm de largo, 3-6.4 mm de ancho y 1.4 a 1.9 mm de espesor superficie finamente foveado-reticulado, hilio lineal. Especie cercana a Datura inoxia Mill (Fuentes, 1980).

g) Formas de intoxicación.

Se presenta de igual manera que D. inoxia.

h) Partes tóxicas de la planta.

En el mismo grado que D. inoxia.

### 3.6 Composición Química.

Todas las especies del género Datura, son químicamente semejantes por sus numerosas propiedades directamente relacionadas por el contenido de alcaloides tropánicos, entre ellos, la atropina (DL-hiosciamina), escopolamina (Hioscina) y la hiosciamina, son los más importantes en vista de las propiedades bioquímicas que poseen. Estas sustancias son ésteres orgánicos y se componen de un ácido aromático (ácido trópico y bases orgánicas complejas). Dentro de estos alcaloides, la atropina forma un compuesto racémico, integrado en partes iguales por D y L-hiosciamina. Al mezclarse la atropina con la hiosciamina dan lugar al alcaloide Daturina, encontrándose en mayor proporción la segunda (Trease y Evans, 1977).

El contenido de escopolamina en las hojas del toloache, se reportan de 0.1%, y en el tallo y la raíz de 0.5 y 0.1% respectivamente. La hiosciamina, por su parte se halla de 0.4% en las hojas, 0.2% en los tallos y 0.1% en las raíces. La atropina en la planta se encuentra sólo en pequeñas trazas que probablemente provengan de la transformación de la hiosciamina en el curso de la extracción (Schultes y Hofman, 1982).

El contenido de alcaloides tropánicos es similar en todas las especies de Datura, variando únicamente en sus proporciones y en algunos compuestos secundarios. Se ha reportado que las semillas de Datura stramonium contienen B-amirina y los triterpenos Daturalona y Daturadiol, encontrándose también, pequeñas cantidades de n-óxido de hiosciamina y n-óxido de escopolamina, contienen también alrededor de 0.2% de alcaloides midriáticos y aproximadamente de 15 a 30% de aceites (Walter, et al, 1977).

### 3.7 Usos.

El uso medicinal de estas tres especies que se practica en el mundo es de dos tipos: Científica y tradicional.

En particular, en los países en los cuales se practica el uso científico (Inglaterra, Italia, Alemania, Bélgica, Estados Unidos, etc.), de estas plantas medicinales, resultan de notable interés, ya que son utilizadas como una fuente de alcaloides tropánicos que son empleados como materia prima para la producción industrial de principios activos, tales como la elaboración de algunos productos antiespasmódicos, sedantes y analgésicos, los cuales se elaboran en mayor parte en forma de sales de cloruros, bromuros y sulfatos (Lester, 1979).

En estos países sólo raramente vienen a ser utilizadas estas plantas en la preparación de extractos, sin embargo, suelen llegar a prepararse en tinturas (IMEPLAM, 1979).

En los países en los que se practica el uso tradicional "reglamentado" (China, Japón, India, etc.), por así decirlo, se basa principalmente en las observaciones farmacológicas y sobre todo clínicas, tomándose en cuenta que el uso de estas plantas no provee nada mágico o improvisado por estar reportadas en las farmacopeas, donde se llega a mencionar las dosis a suministrar terapéuticamente (IMEPLAN, 1979).

Se utilizan más frecuentemente en forma de mezcla (té medicinal), con el objeto de obtener una acción polivalente. Los usos de las Daturas pueden ser tanto externos como internos, teniendo cuidado en la dosis máxima que puede aplicarse sin peligro de causar efectos tales como: Malestar general; dilatación de pupila; resequedad de la boca; hiperemia cutánea; respiración agitada; disminución de temperatura; taquicardia; ataxia; rigidez; delirio; alucinaciones; dificultad para respirar o muerte. De

ahí que su uso sea limitado a 25 mg de polvo de semilla, de 5 a 25 cg de polvo de hoja y hasta 30 gotas en tintura (Martínez, 1939).

Las plantas son utilizadas muchas veces, para el tratamiento de manías reumático, convulsiones o demencias. Con las hojas se confeccionan cigarrillos, por las propiedades antiespasmáticas y antiespasmódicas; en polvo, se hacen arder para inhalar sus vapores con el fin de aliviar el asma; se utilizan también para curar la tos, enfisema pulmonar y ninfomanía; en forma de unguento como analgésico local, sedante y anti-inflamatorio. En forma de cataplasmas se llega a usar para calmar dolores de reumatismo articular, paperas y tumores. Actualmente se hacen investigaciones para su uso en la regeneración de tejidos (Font Quer, 1979; Lozoya 1982).

Completamente empírico resulta en cambio, el uso indígena practicado en muchos países de Africa y América. En este caso el uso de estas plantas es todavía dominio exclusivo de brujos y curanderos locales, los cuales, se dicen ser los únicos preparadores de mezclas dotadas de "milagrosas virtudes terapéuticas" (EMEPLAM, 1979).

Estas características han hecho que el toloache, no pueda ser considerado como alucinógeno específico, ya que, su efecto es más tóxico (Walter, 1977).

### 3.8 Semilla

#### a) Estructura

La semilla puede definirse como un óvulo maduro, contenida en el fruto, que es un ovario maduro. Después de la fertilización, el óvulo comienza a mostrar los cambios que dan por resultado la formación de la semilla. Cada semilla consta, por lo menos de dos partes: 1) el embrión y 2) la envoltura o envolturas de la semilla. Frecuentemente existe una tercera parte, que es el endospermo, encerrado, junto con el embrión, dentro de las envolturas de la semilla. El embrión se desarrolla del cigoto, que se forma por la unión de la oosfera o núcleo femenino del saco embrionario, con uno de los núcleos espermáticos o masculinos del tubo polínico. El endospermo se desarrolla de los núcleos hijos del núcleo endospermico (producto de la fusión de dos núcleos polares y uno de los núcleos espermáticos) y del citoplasma que rodea al embrión. Los tegumentos del óvulo se transforman en las envolturas de la semilla.

Al desarrollarse el embrión y el endospermo, lo hacen a expensas del núcleo, parte de cuyo tejido es digerido y proporciona alimento para el embrión y el endospermo en desarrollo. En consecuencia el núcleo de la semilla madura, si existe, esta generalmente representado tan sólo por una delgada capa de células perispermáticas, generalmente muy comprimida, y que está dentro de las envolturas de la semilla (Holman, 1982).

El tegumento de la semilla suele ser uno o dos (primina y secundina). La cubierta más externa de la semilla suele denominarse testa y la más interna endopleura.

Cualquiera que sea su origen botánico la semilla se compone de las siguientes partes esenciales:

- a) Tegumento, que procede de la primina y la secundina del óvulo.
- b) El embrión, que procede del cigoto.



c) Endospermo, o tejido nutricional (Departamento de Agricultura, U.S.A., 1979).

#### Tagumento.

Tiene como función principal proteger el embrión y al albumen, evitando las alteraciones provenientes de golpes o acciones mecánicas moderadas, y puede dentro de ciertos límites evitar o atenuar la penetración de los parásitos animales y vegetales.

Además como consecuencia de su impermeabilidad al agua y a los gases, frena y retarda los intercambios de la semilla con el medio exterior, permitiendo una conservación más o menos adecuada.

Las partes exteriores y visibles de la semilla que pertenecen a los tegumentos son:

Hilo. Es la cicatriz que queda sobre el tegumento de la semilla después de la separación del funículo o filamento que une el óvulo a la placenta. Tiene forma diversa y color distinto al del tegumento.

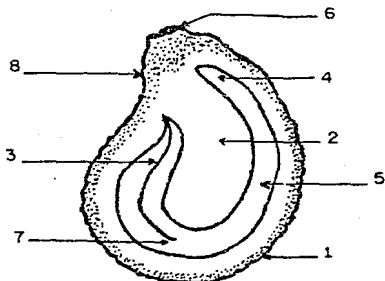
Micrópilo. Zona puntiforme que corresponde a la abertura del mismo nombre del óvulo de donde procede la semilla y que señala el punto que ocupa la radícula. Puede estar completamente obliterado o puede persistir típicamente como un poro.

Estrofiolo. Es una escrescencia del tegumento de algunas semillas a nivel del micrópilo y que corresponde a la zona de la calaza.

Rafe. Línea a modo de costura que se observa en el borde de muchas semillas, que proviene de la soldadura del funículo en los óvulos anatópos.

Calaza. Resalto que se observa en algunas semillas que corresponde a la parte del mismo nombre del óvulo (base de la nucela).

En ocasiones, el exterior de la semilla lleva más o menos firmemente adheridos órganos o partes de la parte madre como restos del fruto de donde proceden, como cáliz, brácteas, glumas y glumillas; se llaman semillas vestidas (Harry, 1983).



1. Tegumentos.
2. Endospermo.
3. Cotiledones.
4. Radícula.
5. Hipocotilo.
6. Micrópilo.
7. Epicotilo.
8. Rafe.

Corte longitudinal de la semilla de Datura innoxia.

Todas las partes de uno de los dos tegumentos pueden intervenir en la información de la testa seminal. Sin embargo, en la mayor parte de las semillas gran parte del tejido tegumentario se destruye y es obstruido por otros tejidos seminales, entonces la testa no se forma mas que de la parte que resta. Las zonas destruidas suelen ser las más internas o las intermedias del tegumento. La nucela puede intervenir en la formación de la testa. No obstante en el desarrollo de casi todas las semillas, la nucela suele destruirse del todo.

En las semillas duras a veces los tegumentos tienen una impermeabilidad absoluta, siendo imposible la germinación al no poder absorber agua al mismo tiempo que los cambios 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, 1983).

Los tegumentos en general más o menos celulósicos son higroscópicos. Estos pueden romperse por influencia del agua; en los tegumentos se encuentran localizados la mayor parte de los pigmentos característicos que producen el color de las semillas.

El espesor de los tegumentos interviene en la apreciación del valor alimenticio de la semilla. Por ser casi enteramente celulósico, son poco similares y su importancia es particularmente grande en las semillas vestidas. En las semillas desnudas las proporciones relativas del tegumento y del albumen tienen 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, 1984).

#### Endospermo.

Siendo el tegumento en su mayor parte, la naturaleza de las reservas del albumen será determinante en la composición química de las semillas. Las reservas contienen siempre proteínas, lípidos y glúcidos, que son en proporciones variables (Departamento de Agricultura U.S.A., 1979).

#### Embrión.

En la semilla madura de las dicotiledóneas el embrión, consta de dos cotiledones carnosos, un pequeño epicotiledón separado y una radícula bien desarrollada, que llena prácticamente toda la semilla (Hartman y Kester, 1981).

El embrión algunas veces llamado gérmen compuesto de cotiledones, yema (plémula), eje (hipocotilo) y radícula. Los cotiledones pueden producir alimentos para el desarrollo de la plántula mientras se forman las hojas verdaderas, o ellos pueden contener alimentos almacenados, el

cual es utilizado para nutrir el desarrollo de la plántula por una gran parte de su temprana vida. En el primer caso los cotiledones son delgados, de tamaño medio a lo largo y parecidos a las hojas verdaderas por la presencia de clorofila. Los cotiledones emergen hacia la parte superior de la superficie y se vuelven verdes; la germinación de este tipo es -- llamada epígea. Los cotiledones que sirven como órgano de almacén de alimento son gruesos y carnosos y no se parecen a las hojas verdaderas, además permanecen en la semilla, puesto que no ocurre la elongación del epicotilo, la germinación de este tipo es llamada hipógea (Crocker y Barton, 1957).

La plúmula o yema embrionaria, fácilmente visible en algunas especies, pero microscópicas 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).

b) Identidad y pureza.

Todas las pruebas de germinación deben hacerse con semillas tomadas del lote que se separó como semilla pura. Una semilla por lo tanto tiene más valor cuanto mayor proporción encierra de elementos conforme a la especie y a la variedad bajo cuya denominación ha sido vendida. En valor agrícola de una semilla se ha llegado a considerar dos nuevos elementos:

- La identidad, es decir, la correspondencia de los nombres de la especie, de la variedad (cultivar), o de la zona de producción indicada por el productor o vendedor de la semilla.

- La pureza, es decir la proporción (expresada en peso o número)

de semillas conforme con esas indicaciones (Departamento de Agricultura, U.S.A., 1979).

El origen o zona de producción de una semilla puede tener importancia en determinados casos, mientras en otros apenas reviste interés. El origen de las semillas puede afectar considerablemente a las características de precocidad o de latencia, determinadas variedades en donde tienen un alto grado de precocidad cuando se cultivan en determinadas zonas, de donde son originarias pero, al ser multiplicadas en regiones diferentes pueden sufrir alteraciones en la precocidad; es indudable que este cambio es ocasionado por las diferentes condiciones de maduración de las semillas que, sin alterar las características genéticas producen variaciones importantes (Holman, 1982).

El origen de la semilla puede estar relacionado con condiciones especiales que favorezcan o perjudiquen su utilización en cultivos. Se concibe que sea practicamente imposible determinar la procedencia de una semilla por sus caracteres morfológicos. La caracterización de una procedencia por sus impurezas implica un conocimiento del área geográfica, no puede ser considerado mas que como un indicio del origen de las mismas (Holman, 1982).

Como para cada caso de la identidad de la semilla se pueden distinguir una pureza específica y una pureza varietal, la primera expresa el porcentaje en peso de semillas perteneciente a la especie considerada; y la segunda habla de pureza de semillas normales y requiere de técnicas especiales difíciles de llevar a cabo (Departamento de Agricultura, U.S.A., 1979).

Las accesorias que pueden intervenir en la apreciación del valor de una semilla son:

Humedad.- Es probablemente el factor más importante, ya que el contenido del agua de la semilla después de la recolección depende en alto grado las condiciones para una buena conservación. El porcentaje de humedad máxima que asegure una buena conservación de un lote de semillas es función de la especie, así como de las condiciones ambientales de los lugares de almacenamiento. Por otra parte, las semillas no mantienen un grado de humedad constantemente y están en equilibrio dinámico con la atmósfera que las rodea, influyendo grandemente la humedad relativa del aire y la temperatura. Además la estructura de la propia semilla influye en aquel equilibrio, ya que unas toman más humedad que otras y la ceden de forma indistinta (Niembro, 1980).

La densidad de la semilla puede ser un dato importante desde el punto de vista técnico como comercial. El peso de la unidad de volumen revela en muchos casos un aspecto de calidad como el estado sanitario, grosor o calibre, estado de madurez, etc., y en condiciones previamente establecidas. El grosor medido o calibre conserva un valor apreciable para las semillas. La forma, el color, el brillo y el olor son caracteres que pueden ser índices de calidad y desde luego son utilizados muchas veces como diferenciales para la clasificación de las semillas; la forma puede ser importante desde el punto de vista práctico, el color y el brillo están en relación con la edad y el estado sanitario, así como el grado de humedad, por último el color de muchas semillas es típico y permite una rápida clasificación, así como también determinados estados anormales, como enmohecimiento, humedad en exceso, etc., (Holman, 1982).

La facultad germinativa deducida en el laboratorio es un valioso índice de la vitalidad de la semilla, pero las condiciones de siembra del suelo y atmosféricas pueden hacer que una semilla germine bien y bajo condiciones controladas y fracase en la siembra real (Niembro, 1980).

c) Estado Sanitario.

Las semillas, particularmente las que tienen borra o que son de cubierta rugosa y áspera, llevan adheridas a la misma una gran cantidad de esporas de hongos, bacterias, virus, insectos y también pueden estar infectados interiormente por estos mismos organismos. A eso se debe que en ciertas ocasiones aún cuando el suelo se encuentra libre de microorganismos nocivos, se observan brotes de enfermedades en la plantación inmediata después de la germinación, constituyendo un foco de infección para las plantas vecinas. Por esta razón es ventajoso tratar a la semilla con desinfectantes, desinfectantes y protectores, para evitar que los organismos patógenos que lleva con ella proliferen al encontrarse en condiciones favorables de humedad y temperatura (Bosso, 1981).

Los principales químicos que se utilizan en el tratamiento de las semillas son: Agua caliente, arazán, bicloruro de mercurio, carbonato de cobre, ceresán, formalina, hipoclorito de calcio y de cloro (Denisen, 1983).

El resultado del tratamiento de semillas tiene las siguientes ventajas:

- 1) Aumenta el porcentaje de emergencia. Se ha comprobado que el uso de fungicidas adecuado aumenta la cantidad de plantas.
- 2) Se obtiene mayor uniformidad de las plantas en tamaño, vigor y salud.
- 3) Se logra un aumento en la cosecha.  
(Denisen, 1983).

d) Viabilidad.

Febles en 1971, aseveró que para tener una capacidad completa de germinación y viabilidad, la semilla debe tener también una madurez completa.

La madurez completa de la semilla generalmente se presenta cuando ha llegado a la madurez fisiológica y ocurre al momento en que se tiene la más alta viabilidad y a partir del cual decrece gradualmente (Copeland, 1976).

La viabilidad de las semillas es variable, se ha observado que puede fluctuar de días o varios años, dependiendo de la especie y de las condiciones de almacenamiento; también se ha encontrado que muchas semillas conservan su viabilidad al ser almacenadas a bajas temperaturas, con elevada concentración de bióxido de carbono lo que ocasiona una gran reducción de la actividad metabólica manteniendo a la semilla latente (Mayer, 1975).

En 1975, Febles mencionó que cuando se tienen semillas con cubiertas florales y testas duras que reduzcan al contacto fisiológico entre el embrión y los factores ambientales, se conserva la viabilidad por largos períodos. La viabilidad de la semilla se representa por el porcentaje de germinación el cual expresa el número de plantas que pueden ser producidas por un número de semillas (Hartman, 1981). Copeland en 1976, indicó que la viabilidad denota el grado de duración, al cual una semilla esta viva con actividad metabólica y que posee enzimas catalizadoras capaces, necesarias para la germinación y desarrollo de la plántula.

Es conveniente determinar la viabilidad de la semilla antes de propiciar la germinación, de lo contrario se tendrán problemas ya que muchas especies no germinan aún siendo viables sus embriones o puede que esten muertas. Por eso se han desarrollado pruebas, la más utilizada es la de tetrazolio; esta se obtiene en forma fácil, rápida y con buenos resultados (Hartman y Kester, 1981).

#### e) Vigor.

El vigor es la capacidad que posee la semilla para germinar y después la plántula para establecerse (Robles, 1982).



La energía (vigor) es variable para cada especie y acorde a las condiciones donde se encuentra, sin embargo, se produce el aumento del vigor de una planta cuando se reemplaza uno de los miembros de un par de alelos homocigotos recesivos por un alelo dominante (Ellion, 1980).

La fuerza germinativa o viabilidad de las semillas se pierde fácilmente por la velocidad de germinación, cuando esta se acelera, el crecimiento de las plantas es bastante vigoroso (Hartman, 1981).

En 1981, Perry mencionó los siguientes factores como los que generalmente influyen en el nivel del vigor; genotipo, nutrición y ambiente de desarrollo de la planta madre, estado de la semilla, peso o gravedad específica, integridad mecánica, deterioro y envejecimiento, así como patógenos; reportando que el vigor de las semillas es la suma total de las propiedades de la actividad y desempeño de la semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula. Hasta ahora ha sido la definición más acertada que se tiene del vigor de cada semilla.

### 3.9 Germinación.

Copeland en 1976, reporta que la germinación es la reanudación del crecimiento del embrión y la posterior emergencia de la planta joven. Perry 1981, afirmó que la presencia de radícula es comunmente usada como un criterio fisiológico de la germinación. Khan, 1980 define la germinación como la capacidad de un embrión para reanudar su crecimiento.

De acuerdo con Hartman y Kester (1981), se define 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 un secuencia de cambios bioquímicos, morfológicos y fisiológicos.

Morfológicamente la germinación es la transformación de un embrión a plántula.

Fisiológicamente, es la reanudación del metabolismo y crecimiento, el cual fue anteriormente reducido o suspendido y la conexión de la transcripción de nuevas proporciones del programa genético (Jann y Amen, 1977).

Bioquímicamente es la diferencia secuencial de las sendas oxidativas y sintéticas y la restauración de las sendas bioquímicas típicas del crecimiento vegetativo y desarrollo (Jann y Amen, 1977).

Se mencionan los siguientes eventos que ocurren en el proceso germinativo:

El proceso de germinación comprende una compleja secuencia de cambios bioquímicos, morfológicos y fisiológicos, en los cuales pueden reconocerse ciertos estadios. El primer estadio comienza por 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 romperse.

El segundo estadio principia con la iniciación de la actividad celular e incluye la aparición de enzimas específicas y una elevación de la tasa de respiración. Se piensa que en la iniciación de la germinación, una hormona vegetal de crecimiento, la giberelina, desempeña un papel clave. Cuando la semilla seca embebe agua, aparece en el embrión la giberelina y es traslocada a la capa de aleurona (capa exterior del endospermo), donde activa a las enzimas. Una de esas enzimas la alfa-amilasa se mueve al endospermo haciendo 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.

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

El cuarto estadio es la asimilación de esas sustancias en las regiones meristemáticas proporcionando energía para 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 en las hojas puede funcionar en forma adecuada la fotosíntesis (Hartman y Kester, 1981).

a) Tipos de latencia de la semilla.

Es importante conocer el tipo de latencia que presenta la especie de interés, para aplicar el tratamiento correcto. La mayoría de las plantas silvestres y las recientemente incorporadas al manejo agrícola, presentan algún tipo de latencia que dificulta su propagación al ser cultivadas (Pollak, 1961).

Dentro de las causas principales que provocan la latencia se encuentran los que mencionan Bonner y Warner, citados por Amen 1968, como son: Presencia de inhibidores de la germinación, semillas con testas duras e impermeables, embriones rudimentarios, embriones fisiológicamente inmaduros, fotoperíodo y/o temperatura específica. Eso mismo aseveró Mayer y Poljakoff Mayber en 1975 y Nikolaeva en 1980.

Presencia de inhibidores de la germinación.

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 embrional (Delouche, 1964).

Los inhibidores de la germinación están localizados en los tegumentos 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, 1968).

Algunas semillas contienen una sustancia inhibidora (compuestos nitrogenados) que no sólo retrasan la germinación sino que causan la 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 inhibidores de la germinación pueden explicar en parte, el que no germinen dentro de los frutos (Hartman, 1981).

### Condiciones ambientales necesarias para la germinación.

Es importante conocer los requisitos que necesitan las diferentes semillas para la germinación, por lo que se debe estudiar separadamente: Los factores internos de la germinación, inherentes a la semilla y la acción del medio o condiciones externas de la germinación (Hartman y Kester 1981).

### Factores internos de la germinación.

Las condiciones intrínsecas de la germinación son a priori evidentes: Una semilla sólo podrá germinar si reúne las siguientes características:

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

Una semilla madura es aquella que ha alcanzado su grado de desecación normal (generalmente entre 10 y 15%) que permita una buena conservación. Y en estas condiciones da un nuevo individuo (Gómez, 1982).

Los casos de pérdida temporal de la aptitud para la germinación parecen por lo tanto independientes del embrión. Esto ha sido estudiado en su conjunto bajo el nombre de letargos, o inhibiciones de las semillas (Burton, 1969).

En 1982, Gómez mencionó que una semilla latente o en estado de letargo, es aquella a la cual se le proporcionan todas las condiciones necesarias de agua, temperatura y composición normal de la atmósfera, para germinar, y aún así no germina.

En 1961, la FAO publicó que una semilla latente se caracteriza porque no responde a condiciones normalmente favorables para la germinación. Mientras que Amen, 1968, consideró el letargo de la semilla como un aspecto de la sucesión del crecimiento y que se detecta al presentarse una detención metabólica parcial. El mismo autor hace mención de cuatro fases de letargo en la semilla, las cuales son relativamente diferentes:

1. Inductiva, se caracteriza por un abatimiento notable en los niveles hormonales.
2. Mantenimiento, se da al establecerse un período indefinido de detención parcial del metabolismo.
3. Disparo, al cual se presenta por un período de respuestas a indicadores ambientales específicos.
4. Germinación, identificada por el aumento de la actividad hormonal y enzimática, que se traduce en la reanudación del eje embrionario.

El letargo, es un estado en que la semilla viable, las esporas, o yemas no germinan en condiciones de humedad, temperatura y oxígeno favorables para el crecimiento vegetativo (Amen, 1968).

El letargo o latencia se presenta con mayor frecuencia en plantas silvestres que en la mayoría de sus formas cultivadas (Pollok y Kearns, 1961).

Es muy importante considerar el fenómeno de letargo en el crecimiento de las plantas, ya que se presenta un crecimiento de embriones de las semillas latentes. Este desarrollo tiende a ser generalmente anormal y por lo tanto, las plantas obtenidas también mostrarán crecimientos defectuosos (Khan, 1980).

No siempre se puede considerar al letargo 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).

Semillas con testas duras e impermeables.

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 latencia; esa condición puede presentarse de tres formas: Cubiertas duras impermeables al agua, cubiertas duras impermeables a gases y cubiertas duras que no son impermeables, pero pueden constreñir mecánicamente al embrión (Steliferud, 1961, Gómez 1982).

La impermeabilidad a los gases es el principal mecanismo de latencia de gramíneas y algunas compuestas (Delouche, 1964).

En 1969, Burton mencionó que el letargo de la semilla es impuesto por una característica de los tegumentos, ya que en estos se localizan los inhibidores de la germinación. Mientras que Hartman y Kester en 1981 reportan que la dureza de la cubierta de la semilla está determinada genotípicamente, así como por las condiciones ambientales prevalecientes durante la maduración y almacenamiento.

Meyer 1980, clasifica los tipos de inhibición causados por las cubiertas: Impermeabilidad al agua y al oxígeno; barreras mecánicas; impermeabilidad a la salida de inhibidores a través de la envoltura de la semilla; impermeabilidad a la difusión del dióxido de carbono y por último inhibidores de la germinación en la envoltura del embrión.

Embriones rudimentarios.

Existen especies que presentan latencia por embriones rudimentarios, en ellas los embriones no se han desarrollado morfológicamente por completo aunque logran su madurez fisiológica (Mayer y Poljakoff-mayver, 1975).

Embriones fisiológicamente inmaduros.

Es un tipo de latencia bastante complicado, ya que el embrión en sí mismo es latente; esta variante se presenta cuando los embriones no se han desarrollado morfológicamente al tiempo de maduración de la semilla y tienen un crecimiento posterior dentro de la misma, después de haber sido separada esta de las plantas (Gómez, 1982).

Luminosidad y/o temperatura.

Se ha observado que algunas semillas requieren luz para germinar y mientras no se les proporcione la necesaria se encuentran en estado de latencia. La luz puede inhibir o promover la germinación además de afectar la estimulación de el crecimiento (Delouche, 1964).

La temperatura es otro factor que tiene efectos en la germinación, muchas especies presentan latencia, porque requieren en período de exposición ya sea temperaturas bajas o alternancia de temperaturas para germinar (Black, 1980).

Los requerimientos de luz de algunas semillas, frecuentemente tienden a desaparecer cuando se almacenan en seco por un período prolongado, cuando se someten a estratificación o si se les aplica alternancia de temperaturas, también se observa que el nitrato de potasio puede compensar los requerimientos de luz (Weaver, 1982).

Otro mecanismo posible de inhibir el crecimiento de la germinación son los cambios en la organización celular. Existen compuestos químicos complejos que se encuentran distribuidos no al azar dentro de la célula, sino en combinaciones exactas como en las mitocondrias y en los microsomas (Gómez, 1982).



b) Tratamientos para romper el período de latencia.

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, implementos y el mismo hombre (Delouche, 1964).

El control del letargo se practica desde que el hombre percibe tal fenómeno, con los años se han perfeccionado algunos métodos y probado otros, continuandose la investigación sobre los mismos (Nikolaeva, 1980).

Existen diferentes tratamientos para romper la latencia, como son:

1. 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, 1974). Algunos ejemplos del primero pueden ser:

- La impactación, que consiste en sacudir vigorosamente a las semillas, para safar el tapón del estrofiolo y así promover la permeabilidad (Gómez, 1982).

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

El tratamiento químico se hace con dos propósitos; para remover la capa cerosa y para ablandar o romper la cubierta dura. El ácido sulfúrico es un agente escarificante que disuelve parcialmente la materia orgánica de la testa; permitiendo 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 a 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 sustancias inhibitoras (Gómez, 1982).

## 2. Remojo en Agua.

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

El remojar las semillas puede acortar el tiempo de emergencia si las semillas germinan con lentitud. El uso de agua caliente por varios minutos es eficaz para ablandar la cubierta dura de las semillas (Brito, 1980).

## 3. Estratificación.

Muchas semillas requieren bajas temperaturas para interrumpir su reposo, a este tratamiento se denomina estratificación (Miller, 1981).

El tiempo de tratamiento varía de unas cuantas semanas a varios meses; y la temperatura puede oscilar entre cero a diez grados centígrados. Bajo estas condiciones las semillas maduran, ya que los embriones utilizan el fósforo en los nucleótidos y ácidos nucleicos, germinando inmediatamente al colocar las semillas a altas temperaturas (Miller, 1981).

## 4. Alternancia de temperaturas.

Este tratamiento varía con la madurez de la semilla al tiempo de la cosecha y con el estado de la misma. En cada tratamiento de alternancia de temperatura, las temperaturas extremas no deben diferir en más de diez a veinte grados centígrados; 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).

#### 5. 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, 1982). En 1975 Mayer y Poljakoff-Mayver, reportaron que dentro de las funciones principales de los reguladores del crecimiento, se encontró la promoción de la germinación, desconociendo aún el mecanismo para ello. Los reguladores más comunmente utilizados provienen de las giberelinas, auxinas o citocinas.

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 período 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, 1975).

La activación enzimática, es estimulada por las giberelinas, siendo este el primer paso en la germinación de las semillas (Jones y Stoddart, 1980). Amen en 1968, planteó que las giberelinas han sido implicadas en la activación de algunas enzimas hidrolíticas, pueden estar involucradas en la activación de la polimerasa del RNA. En 1966 Galston, reconoce que la activación del ácido giberélico, tiene lugar en el eje embrionario; por lo tanto, contribuye al crecimiento primario y promueve la actividad

de la amilasa, proporcionando así monosacáridos para la respiración del embrión.

Se ha comprobado que el letargo es regulado por un balance entre los inhibidores y los promotores del crecimiento; cuando los inhibidores se incrementan, el letargo se inicia, lo mismo sucede con los promotores, cuando estos se incrementan el letargo se rompe y se promueve la germinación (Lewak, et. al., 1975, citados por Gómez 1980/81; Amen, 1968; Morgan, 1980 y Weaver, 1982).

Numerosos estudios, indican que el ácido giberélico promueve la germinación de las semillas con latencia ocasionada por embriones fisiológicamente inmaduros, los cuales necesitan un tiempo de almacenamiento para controlar el problema; contribuye también como reductor del período de estratificación; esto último fué experimentado en cebada, por Amen en 1968.

Se han probado varias concentraciones de ácido giberélico, para aumentar la germinación entre estas las de mejor respuesta han sido las de 100 y 1000 partes por millón (ppm) durante 24 horas; 40 ppm por 24 horas, 500 a 600 ppm en 5 horas, como puede observarse las concentraciones son diferentes y varían entre especies y dentro de cada especie (Bhat y Dhar, 1973; Ruminska, Suchorska y Wnglarz, 1979; Menghini y Venanzi, 1980).

El nitrato de potasio, promueve la germinación de un gran número de especies en la obscuridad. Moreno 1976, recomendó utilizar el nitrato de potasio para romper el período de latencia en semillas de gramíneas. Hartman y Kester en 1981, mencionan que el remojar semillas en solución de nitrato de potasio, provoca una mejor germinación; siendo 0.2 por ciento la concentración que mejores resultados dió.

Tiourea, esta substancia al igual que el nitrato de potasio estimula la germinación de muchas especies en la obscuridad (Gómez, 1982).

Respecto a la clorhidrina de etileno, se ha observado que tiene efectos similares a la tiourea sobre la germinación de las semillas. El etileno es un compuesto relacionado con la clorhidrina de etileno, eficiente para romper el período de latencia en yemas y se produce en muchos tejidos de plantas, principalmente en la mayoría de los frutos (Mayer y Poljakoff-Mayver, 1975).

Hipoclorito de sodio, este material se utiliza para estimular la germinación de las semillas de arroz, ya que aparentemente supera a su inhibidor soluble en agua que se encuentra en las cubiertas (Gadner, 1943). Esto concluye que el hipoclorito de sodio puede incrementar la permeabilidad de la cubierta y además remueve u oxida inhibidores y promotores, o también lesiona tejidos vivos (Hsiao, 1979).

Se ha sugerido que el tratamiento con hipoclorito de sodio puede incrementar la permeabilidad de la semilla al oxígeno, o puede hacer más susceptible a la oxidación a los compuestos inhibidores (Hsiao, 1979; Frank, 1979 y Mayor 1974, citados en Hsiao, 1981).

#### Condiciones externas de la germinación.

La reanudación de la vida activa del embrión queda bajo la estrecha dependencia de la absorción de una cierta cantidad de agua y únicamente, puede producirse en medio aireado y a una temperatura favorable según la especie (Evenary, 1975).

##### 1. Humedad.

Un suministro adecuado de agua es uno de los requisitos esenciales para la germinación de las semillas antes de que pueda proseguir el crecimiento. El agua penetra en la semilla por imbibición y va acompañada de hinchazón y posiblemente de la ruptura de la cubierta. El agua necesaria entra por ósmosis a través del tegumento que, por ser más o menos,

celulósico retiene cantidades importantes. Durante la imbibición, las cubiertas de las semillas secas se suavizan y se hacen más permeables al agua y a los gases, y a medida que se diluye el protoplasma concentrado se activan las enzimas. El agua también es necesaria para la digestión de los alimentos y para el transporte a las células de los puntos de crecimiento del embrión, donde se asimilan al protoplasma viviente, y producen un nuevo crecimiento de los tejidos o se emplean en la respiración (Febles, 1975).

## 2. Temperatura.

La temperatura afecta la cantidad de reacciones químicas, la absorción de agua y consumo de oxígeno de las semillas. Muchas clases de semillas germinan a temperaturas constantes y en otras son necesarias las alternancias diarias de temperatura para obtener una germinación completa (Taylors-son, 1980/81).

## 3. Oxígeno.

La germinación entraña numerosas oxidaciones; la necesidad principal del oxígeno se produce en la respiración que suministra energía para conservar la vida mediante la oxidación de los alimentos. Se ha dicho anteriormente que en su condición de mayor letargo la semilla continúa respirando. Cuando el embrión reanuda su crecimiento, como ocurre en la semilla en germinación, la respiración se acelera considerablemente y se necesita oxígeno para ese incremento (Côme, 1981).

## 4. Luz.

Algunas semillas germinan mejor a la luz, la luz amarilla es muy eficaz para adelantar la germinación, mientras que la violeta la retrasa, así también los rayos visibles más largos ayudarán más eficazmente a la

germinación que los rayos más cortos (Febles, 1975).

Smith 1979, menciona que la luz es un factor que puede usarse para romper la latencia de la semillas. La ausencia de luz puede impedir la germinación de algunas semillas, mientras que la presencia de luz, puede causar a otras permanecer latentes; desde luego que depende de las condiciones internas de la semilla, de la edad de éstas y de los factores externos como temperatura a lo cual germinará. La luz no afecta solamente el valor absoluto de la germinación, sino que, también afecta su velocidad.

En el laboratorio de Semillas del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Eugenio Olivar Candia, ha realizado pruebas de germinación mediante el uso de vapor directo sobre algunas semillas de leguminosas obteniendo resultados favorables, por lo que se empleó como prueba para las semillas de Toloache.

### 3.10 Fenología.

El ambiente es la suma de las influencias o fuerzas externas que actúan sobre los organismos modificando su crecimiento, su estructura y su reproducción en un lugar dado (Billings, 1968).

La fenología estudia los cambios periódicos de la vida vegetal. Los estudios fenológicos se basan exclusivamente en establecer de la siembra a la cosecha, la fecha de las diferentes fases del desarrollo, a fin de precisar la división del período vegetativo en subperíodos y determinar los períodos críticos (Azzi, 1971).

El estudio de la fenología permite analizar y comprender las respuestas de los seres vivos a las condiciones ambientales a lo largo de su ciclo de vida conociendo las fechas de inicio y fin de las fases de crecimiento y desarrollo, junto con el registro cronológico de las mismas y la determinación de su posible correlación con los factores ecológicos. De tal forma, que conociendo estas etapas se podrá implementar el uso óptimo de insumos y el aprovechamiento de los factores genéticos y ambientales (Solórzano, 1980).

Las plantas presentan continuas variaciones que se manifiestan genotípicamente y fenotípicamente en todo su ciclo de desarrollo, siendo susceptibles a los diferentes cambios del medio.

Azzi (1971), propone que las condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de una especie vegetal en un lugar o ambiente dado son:

- a) La existencia de un intervalo suficiente amplio para que la planta pueda completar su desarrollo desde el nacimiento o el brote, hasta la plena madurez de los frutos o semillas.
- b) Que durante dicho intervalo las condiciones atmosféricas adversas



no lleguen a alcanzar una intensidad tal, que pueda disminuir el rendimiento más allá de los límites convenientes.

Para De Fina y Ravelo (1973), citados por Hinojosa (1979), la fenología es la rama de la ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales, tales como la temperatura, insolación, humedad, etc.

Font Quer (1979), indica que el término fenología, forma contracta de fenomenología según el diccionario Webster, es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico, como la brotación, la floración, la maduración de los frutos, etc. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurren; y viceversa, de la fenología se pueden obtener secuencias relativas al clima y sobre todo al microclima, cuando ni uno ni otro se conocen debidamente.

Los términos, fenología, crecimiento y desarrollo son comunmente confundidos en la predicción de etapas en el ciclo de vida de las plantas y ellos son los que definen a la fenología como el estudio de los eventos secuenciales involucrados en el desarrollo total del cultivo; el crecimiento es más usado para referirse al incremento en tamaño de una planta o parte de la planta, mientras que el desarrollo se refiere a la diferenciación de células al producir nuevos órganos (Anderson *et. al.*, 1978).

Por otra parte, para Solórzano (1980), la fenología permite comprender las respuestas de los seres vivos al ambiente y la variación de estas a lo largo de su período de crecimiento, estudiando específicamente las transformaciones periódicas y la interacción del organismo con el ambiente. Conocer cuáles son los períodos o etapas críticas de las plantas cultivadas y su uso adecuado en determinadas condiciones ambientales permite obtener incrementos en su producción, así como lograr ahorros en insumos disponibles maximizando de esta forma los beneficios económicos.

Azzi (1971), señala que para poder sintetizar el estudio de la fenología, es conveniente dividir el período de la vida de una especie en varias etapas o estadios y así facilitar la comprensión del comportamiento de los seres vivos a través de su desarrollo.

Una etapa de desarrollo se refiere usualmente a un período definido, durante el cual un tipo de tejidos o células producidos es dominante.

La determinación de las fases fenológicas de las plantas medicinales bajo condiciones de cultivo, adquieren una gran importancia, ya que el contenido de principios biológicamente activos en las plantas está altamente influenciado por los fenómenos atmosféricos, tales como la temperatura, la precipitación y la luz (Fuentes, 1984).

Además de los factores anteriormente señalados (la fase fenológica en que se encuentra la especie), están íntimamente relacionados con el contenido de los principios activos que puedan contener sus órganos, ya que en la planta se sufren procesos de translocación y acumulación, que pueden tener no sólo un ritmo anual o estacional, sino inclusive diario.

En el cultivo de plantas medicinales, el objetivo es obtener la mayor cantidad de principios activos, cuyo campo es altamente especializado y requiere de estudios avanzados y numerosas investigaciones (Mahram, citado por Estrada, 1979).

Varios autores coinciden en señalar que los factores ambientales, bajo condiciones de cultivo o silvestres, afectan de alguna manera la producción de principios activos, entre estos están: el suelo, fertilizantes, agua, luz, temperatura, altitud, edad, perenidad, época de recolección, secado y almacenamiento. A continuación se mencionan de manera general algunos factores que afectan la producción de alcaloides, glucósidos y aceites esenciales (Mahram, 1977; Madueño, 1973; Swain, 1963; citados por Estrada, 1979).

Factores que afectan la producción de los principios activos  
(Estrada, 1979).

	<u>ALCALOIDES</u>	<u>GLUCOSIDOS</u>	<u>ACEITES ESENCIALES</u>
Fertilizantes nitrogenados.	Aumentan		
Sales de potasio.	Disminuyen		
Mayor exposición a la luz.	Aumentan	Aumentan	Aumentan
Temperaturas altas	Disminuyen	Aumentan o disminuyen	Disminuyen
Mayor altitud y baja temperatura	Disminuyen	Aumentan	Disminuyen
En hojas al iniciar la floración.	Aumentan	Disminuyen	
Concentraciones en las primeras horas del día.	Aumentan		Aumentan
Concentraciones durante el día.		Aumentan	Aumentan

Gouny (1956), reconoce que el rendimiento no puede ser función del contenido de un sólo elemento mineral, ya que cuando las variaciones en el contenido son grandes, el balance entre elementos debe ser tomado en consideración. Además, admite que la relación entre la composición química de los tejidos vegetales y el rendimiento puede ser afectada por los factores externos: temperatura, luz y abastecimiento de agua; también son importantes los factores de tiempo y lugar.

Rojas (1972), dice que se ha visto que la variación en el área foliar es el principal factor que determina diferencias en el rendimiento y la variación en la asimilación neta, tiene un efecto secundario en el rendimiento.

El área foliar está determinada tanto por el número como por el tamaño de las hojas que posee la planta. El número de hojas depende del número de meristemas que las producen, de la velocidad de producción de nuevas hojas y de la longevidad de ellas. El tamaño de las células ya formadas, así como también del tiempo que duran estos cambios.

Todos estos fenómenos están influenciados por el suministro de nutrientes y por otros factores del medio.

Taylor (1952), mostró que en variedades que difieren en características de crecimiento; el incremento en el área foliar es casi igual durante las primeras etapas del desarrollo vegetativo, la diferencia se presenta cuando se inicia la floración.

## CAPITULO 4

### MATERIALES Y METODOS

#### 4.1 Germinación.

La determinación de las pruebas de germinación de Datura innoxia, D. stramonium y D. wrightii, se realizaron en el laboratorio de Semillas del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en el año de 1986. Chapingo, Estado de México; está en el Km 38.5 de la carretera México-Texcoco, a los 19° 29' Latitud Norte y 98° 53' Longitud Oeste, a una altitud de 2250 msnm; Chapingo tiene clima templado tipo C (w<sub>0</sub>) (w) b (i') g, con precipitación anual promedio de 645 mm; la fluctuación en los promedios mensuales de temperatura va de 11.6° a 17.4° C. y el promedio anual es de 15° C., con heladas en el invierno. La vegetación que rodea a Chapingo está constituida por Bosques de Encino y de Pino-Encino, con diferentes grados de perturbación.

#### Origen de la semilla.

Los frutos de D. stramonium y D. wrightii fueron colectados en el Municipio de Doctor Mora, Guanajuato; en Agosto de 1985; y los frutos de D. innoxia fueron colectados en el Municipio de Xochitepec, Morelos en Julio de 1986. Las colectas se realizaron de plantas silvestres, seleccionándose a los frutos que presentaron mayor tamaño, totalmente secos y sanos.

#### Selección de semillas.

Las semillas se homogeneizaron de acuerdo a su color y tamaño. Se consideró que como cuenta final sumarán 10,000 semillas por especie para

realización de los tratamientos.

#### Identidad de las semillas.

Se verificó la identidad de los frutos por medio de ejemplares de herbario.

#### Características de la semilla.

Se hizo un estudio morfológico de las semillas para determinar: tamaño forma, estructura interna (ubicación del embrión), características de la cubierta, peso de 100 semillas. Realizando 10 repeticiones para cada una de las especies.

Se hicieron pruebas de viabilidad de las semillas con 2, 3, 5 tricloruro de tetrazolio; llevando a cabo dos repeticiones para cada especie, colocando 50 semillas con un corte longitudinal dentro de la solución, durante tres horas.

#### Desinfección.

Para evitar que las semillas fueran atacadas por hongos durante el proceso de germinación, se utilizó la siguiente técnica para su control: lavar las semillas a chorro de agua y con jabón, colocarlas 20 minutos en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 20% y por último se dejaron en una solución de hipoclorito de calcio al 0.4% durante 15 minutos. Posteriormente se enjuagan con agua destilada.

Las cajas de Petri al igual que la germinadora se desinfectaron con una solución de dos partes de hipoclorito de sodio al 50% y una parte de hipoclorito de calcio al 1%.

### Experimentos preliminares.

Se hicieron dos repeticiones por prueba, colocando 50 semillas en cada caja de Petri de 9 cm de diámetro, con papel filtro del mismo tamaño, en una germinadora marca SEEDBURO, modelo 1500 con temperatura controlada de 27° C, 80% de humedad y luz constante.

Para seleccionar los tratamientos definitivos para cada especie se hicieron varias pruebas preliminares, siendo las mismas para todas las especies, con el objeto de conocer los factores que intervienen en la germinación de cada una.

Para observar si las semillas eran fotosensibles se realizaron pruebas en condiciones de luz y oscuridad. Y de acuerdo a estos resultados las siguientes pruebas se realizaron en luz.

#### a) Remojo en agua destilada.

- A temperatura ambiente: 6, 12, 24, 48, 72, 144 horas y 30 días.
- A temperatura de ebullición: 10, 20, 30, 40, 50, 60 segundos, 5, 10 y 15 minutos.
- A chorro de agua: 4, 8, 12 y 24 horas.

#### b) Escarificación física.

- Punción en área retirada del embrión.
- Retiro parcial de la cubierta en la zona de la radícula y Plómula.
- Retiro total de la cubierta.

#### c) Escarificación química.

- Acido sulfúrico concentrado: 5 y 60 segundos.
- Acido sulfúrico diluido 10%: 5, 10, 20, 30, 40 y 50 segundos.
- Alcohol etílico al 96%: 30, 60, 120 segundos; 3, 5, 10, 15,

30 y 50 minutos.

- d) estratificación a 4° C : 60 días.
- e) Alternancia de temperaturas: 14 horas a 27° C y 10 horas a 4° C : 30 días.
- f) Estimulantes químicos.
  - Acido giberélico ppm: 200, 600 y 800 durante 24 horas.
- g) Vapor.
  - Directo: 30,60,75 y 90 minutos a 65-70° C.
  - Indirecto: 30, 60 y 75 minutos a 65-70° C.
- h) Temperatura de 22° C constante.
- i) Combinación de tratamientos con los mejores resultados.
  - Retiro total de la testa, más vapor directo 30 y 60 minutos.
  - Remojo en agua 6 días, más vapor directo 30 y 60 minutos.
  - Retiro total de la testa, más giberelinas 200 y 600 ppm.

Los datos de germinación fueron tomados cada tercer día a partir del día de siembra y la duración de cada prueba fue de 30 días como máximo. Tomando como semilla germinada a la plántula completamente fuera de la semilla teniendo radícula, hipocotilo y cotiledones expuestos.

Experimento definitivo.

Para la realización del experimento definitivo se seleccionaron los tres mejores resultados de las pruebas preliminares, de acuerdo al índice de germinación; cada tratamiento se trabajó con 1000 semillas: 10 repeticiones de 100 semillas cada una. La duración máxima fué de 23 días.



#### Análisis estadístico.

Para conocer las diferencias entre las medidas de los resultados se trabajó con la prueba de Tukey, donde se comparan medias múltiples, especificando la diferencia que puedan presentarse entre cada una de ellas (Reyes, 1982).

#### 4.2 Fenología.

Para determinar la velocidad de crecimiento de las plantas a estudiar se trabajó en el Jardín Botánico de Plantas Medicinales "Maximino Martínez", y para la colecta de ejemplares se trabajó en los campos experimentales, ambos lugares pertenecientes al Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

#### Siembra.

Para obtener las muestras a evaluar de las tres especies se sembraron tres semillas cada 50 cm dando un total de 200 semillas por cada especie en surcos de 70 m de largo.

#### Muestreos.

De la siembra se realizaron cuatro muestreos al azar en las diferentes etapas de su ciclo biológico, tomando como mínimo cinco ejemplares por estadio, para la muestra representativa:

- Ocho días después de la emergencia.
- Al inicio de la floración.
- Al inicio de fructificación.
- A la dispersión de la semilla.

## Parámetros fenológicos.

Los parámetros fenológicos evaluados son los siguientes:

### a) Rendimiento biológico.

#### a.1. Componentes morfológicos.

a.1.1. Número de nudos en el tallo principal.

a.1.2. Número de ramas.

a.1.3. Número de flores.

a.1.4. Número de frutos totales.

a.1.5. Número de semillas totales.

#### a.2. Componentes fenológicos.

a.2.1. Area Foliar.

a.2.2. Velocidad de crecimiento.

### b) Rendimiento agronómico.

Biomasa, incluye el rendimiento agronómico y se refiere a la suma de la materia seca de cada uno de los órganos de la planta en cada estadio fenológico de la misma.

#### Organos aéreos:

- Peso seco de las hojas (g).
- Peso seco de la raíz (g) +
- Peso seco del tallo (g).
- Peso seco de flores (g).
- Peso seco de frutos (g).
- Peso seco de semillas (g).

(+) Debido a dificultades para extraer íntegramente el sistema radicular, esta parte sólo representa lo que pudo recuperarse.

La materia seca se obtiene secando el material vegetal a 110° C durante 72 horas (Vázquez, 1982).

#### Velocidad de Crecimiento.

Para obtener la velocidad de crecimiento se midieron las hojas y altura total de 10 ejemplares de cada una de las especies del Jardín Botánico, cada tercer día.

#### Análisis estadístico.

Para evaluar los parámetros fenológicos se empleó la prueba de Tukey que demuestra diferencias entre las medidas de las especies (Reyes, 1982).

## C A P I T U L O 5

### RESULTADOS

#### 5.1 Germinacion.

##### a) Datura innoxia Mill.

Los estudios morfológicos de las semillas de D. innoxia muestran los siguientes resultados:

Las semillas provienen de un fruto capsular dehiscente en dos valvas; poco pubescentes; de espinas alargadas forma ovoide solitario en las axilas de las hojas; inclinado hacia abajo; presenta color café claro en la madurez, generalmente con un promedio de 350 semillas; longitud promedio de 4-4.5 cm (con espinas). Las semillas se encuentran dispuestas en el fruto a lo largo de las valvas en dos hileras; testa poco corrugada de color café, presentan margen acordonado más oscuro; longitud promedio de 4.5 a 5.0 cm, de 3.5 mm de ancho y 1.0 mm de espesor; reniformes. El embrión dispuesto en curva en la semilla es de color blanco, con longitud aproximada de 3.0 mm; con cotiledones delgados y rodeado por un endospermo; el peso promedio de 100 semillas es de 0.8767 g (Fig. 1).

La viabilidad que presentaron las semillas fué de 95% y en el proceso de germinación presentaron comportamiento epígeo.

En la prueba de fotosensibilidad los mejores resultados se obtuvieron en presencia de luz con 30% de germinación y en la obscuridad 4% de germinación, durante 17 días. (cuadro No. 1).

A partir de estos resultados las pruebas preliminares se realizaron a luz constante con 27° C y humedad de 80%.

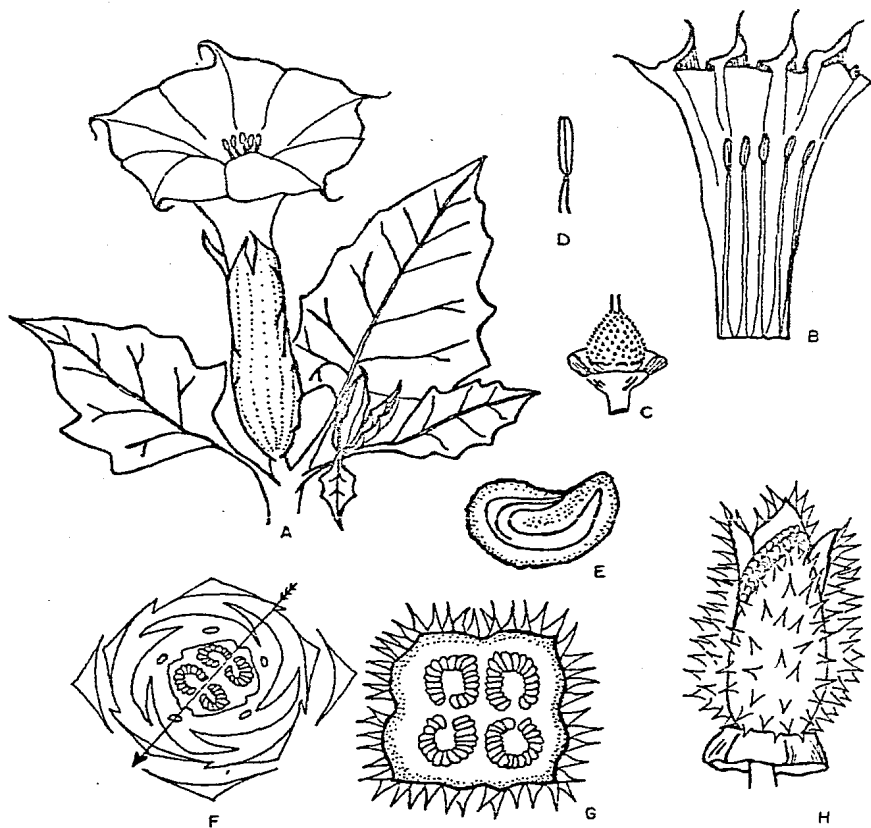


FIG. 1. *Datura innoxia* Mill. A, extremo florido del tallo; B, corte de la corola; C, pistilo; D, estambre; E, semilla en corte transversal, que muestra el embrión curvado; F, esquema floral (la flecha indica el plano de simetría); G, cápsula en corte transversal; H, cápsula abriéndose (Lit-zinger, 1981; Font Quer, 1953; corregido por autores).

En el cuadro No. 1, se muestra que los mejores resultados de germinación en las pruebas preliminares se presentaron en los tratamientos de giberelinas 200 ppm durante 24 horas, alcanzando 98%; también se observa un alto porcentaje en el tratamiento de retiro total de la cubierta teniendo 95%; y con el tratamiento de vapor directo durante 60 minutos y temperatura de 65-70° C 48% de germinación. Así también, se procedió a realizar combinaciones de estos tres mejores tratamientos, en los cuales se obtuvo que para: giberelinas 200 ppm durante 24 horas con retiro total un 92% de germinación y para retiro total, con vapor directo durante 1 hora a la misma temperatura 63%.

CUADRO No. 1. PRUEBAS PRELIMINARES DE GERMINACION EN  
Datura innoxia Mill.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS.	GERMINACION		TIEMPO DE GERMINACION (DIAS)
		No.	%	
27° C, Luz cte.	50	15	30	17
27° C, Oscuridad	50	2	4	17
27° C, Luz cte. y remojo en agua:				
6 horas	100	1	1	28
12	100	0	0	28
24	100	1	1	13
48	100	1	1	11
720	100	21	21	60
En chorro de agua corriente:				
4 horas	100	6	6	15
8	100	2	2	14
24	100	1	1	29
27° C y Luz cte. Vapor indirecto				
30 minutos	50	3	6	14
75	100	6	6	18
Vapor directo, 60 min.	50	24	48	16
Vapor indirecto más escarificación total.	50	34	68	15
Escarificación total.	100	95	95	6
Escarificación parcial:				
En área radicular	100	23	23	8
En área plumular	100	26	26	8
24° C y luz constante	100	25	25	18
4° C. Durante 60 días	100	3	3	18

CUADRO No. 1. PRUEBAS PRELIMINARES DE GERMINACION EN  
Datura innoxia Mill.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS.	GERMINACION No.	%	TIEMPO DE GERMINACION (DIAS)
27° C, Luz cte.	50	15	30	17
27° C, Oscuridad	50	2	4	17
27° C, Luz cte. y remojo en agua:				
6 horas	100	1	1	28
12	100	0	0	28
24	100	1	1	13
48	100	1	1	11
720	100	21	21	60
En chorro de agua corriente:				
4 horas	100	6	6	15
8	100	2	2	14
24	100	1	1	29
27° C y Luz cte. Vapor indirecto				
30 minutos	50	3	6	14
75	100	6	6	18
Vapor directo, 60 min.	50	24	48	16
Vapor indirecto más escarificación total.	50	34	68	15
Escarificación total.	100	95	95	6
Escarificación parcial:				
En área radicular	100	23	23	8
En área plumular	100	26	26	8
24° C y luz constante	100	25	25	18
4° C. Durante 60 días	100	3	3	18



CUADRO No. 1. PRUEBAS PRELIMINARES DE GERMINACION EN  
Datura innoxia Mill. (CONTINUACION).

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS.	GERMINACION		TIEMPO DE GERMINACION (DIAS)
		No.	%	
Remojo en geberelinas:				
24 horas:				
200 ppm	50	49	98	15
600	50	41	82	15
800	50	15	30	17
200 ppm más escarificación total.	50	46	92	15
Remojo en etanol:				
15 minutos	100	3	3	20
30	100	3	3	20

SE OBTUVO O GERMINACION CON LOS TRATAMIENTOS:

Remojo en agua a ebullición en diferentes tiempos.

Punción en la testa; retirada del embrión.

Alternancia de temperaturas.

Escarificación química.

De las pruebas preliminares se seleccionaron los mejores tratamientos para llevar a cabo los experimentos definitivos, donde se obtuvo que para giberelinas 200 ppm durante 24 horas presentan un 64.4% de germinación total durante 23 días; giberelinas 200 ppm durante 24 horas con escarificación física total con 93.8% de germinación total por 8 días y vapor directo con escarificación física total a una temperatura de 65-70° C, durante 1 hora con 78.7% de germinación por 23 días (Cuadro No. 2).

CUADRO No. 2. GERMINACION EN Datura innoxia Mill.  
EXPERIMENTO DEFINITIVO

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS	GERMINACION		RADICULAS		PLANTULAS	
		No.	%	No.	%	No.	%
27° C y luz cte.	1000	60	6	60	6	45	4.5
Giberelinas, 200 ppm, 24 horas	1000	644	64.4	664	64.4	585	58.5
Giberelinas, 200 ppm. 24 horas Escarificación total	1000	938	93.8	938	93.8	352	35.2
Vapor directo (65-70° C) mín. escarificación total	1000	787	78.7	787	78.8	656	65.6

En el apéndice se muestran los resultados de germinación acumulativa que se presentaron en los experimentos definitivos, Cuadros I, II Y III.

En tratamientos con geberelinas 200 ppm sin escarificación para D. inoxia, las primeras radículas aparecen a los 8 días después de la siembra con promedio de 0.4 cm de longitud y las primeras plántulas a los 12 días con 3.5 cm de longitud promedio, en el mismo tratamiento pero, con escarificación física total aparecen tres días después de la siembra con longitud promedio de 0.45 cm y las primeras plántulas a los 7 días con longitud de 5.05 cm en valores promedio. Y en el tratamiento de vapor directo con escarificación física total, las primeras radículas aparecen tres días después de la siembra con longitud de 0.43 cm y las primeras plántulas a los 5 días con longitud promedio de 10.6 cm.

Cabe señalar que en este último tratamiento, la raíz que se presenta en las plántulas alcanza longitudes de hasta 8.5 cm en promedio.

Durante el experimento definitivo se cuantificaron el número de radículas y plántulas obtenidas por día en cada tratamiento y el porcentaje de germinación total, mostrándose los resultados totales en el cuadro No. 2. El mayor número de radículas se presentó en el tratamiento de geberelinas 200 ppm con escarificación física total (93.8%) y el mayor número de plántulas en el tratamiento de vapor directo 1 hora con escarificación física total (65.6%).

b) Datura stramonium L.

Del estudio morfológico de estas semillas, se dan a conocer las siguientes características:

El fruto es una cápsula erecta ovoide, axilar, dehiscente en dos valvas; deriva de un ovario compuesto; rodeado por espinas largas, glabros, su tamaño entre 4-6 cm. de largo de 3 a 5 cm. de ancho, presenta color verdoso en la madurez; la disposición de las semillas es en hilera de dos a lo largo de las valvas. La cantidad promedio de semillas es de 470, el peso promedio de 100 semillas es de 0.8654 g de color negro; textura ligeramente rugosa; reniformes; de consistencia dura. El tamaño promedio de longitud es de 3.96 mm; 3.29 mm de ancho y 1.78 mm de espesor. La disposición del embrión es de forma cóncava, aproximadamente de 2.5 mm de longitud; de color blanco; con cotiledones delgados y rodeado por un endospermo (Fig. 2).

La viabilidad de las semillas que se presentó fué de 98.5%, y su comportamiento es epigeo durante el proceso de germinación. Son fotosensibles, presentándose 20% de germinación, en 45 días, por consiguiente los demás tratamientos se trabajaron a luz constante a 27° C y humedad de 80% (Cuadro No. 3).

En el cuadro No. 3, se observa los mejores resultados de germinación de las pruebas preliminares; Giberelinas 600 ppm durante 24 horas de inmersión, con 60% de germinación, siguiendo retiro total con 52% y vapor directo con temperatura de 65-70° C, por ciento de germinación. A través de estos resultados se procedió a hacer combinaciones de los mismos, donde se obtuvo: Giberelinas 600 ppm durante 24 horas con retiro total 70% y retiro total con vapor directo a 65-70° C de temperatura con 62% de germinación. De los cuales se consideró a las pruebas con el más alto porcentaje de germinación para la realización de los experimentos definitivos.

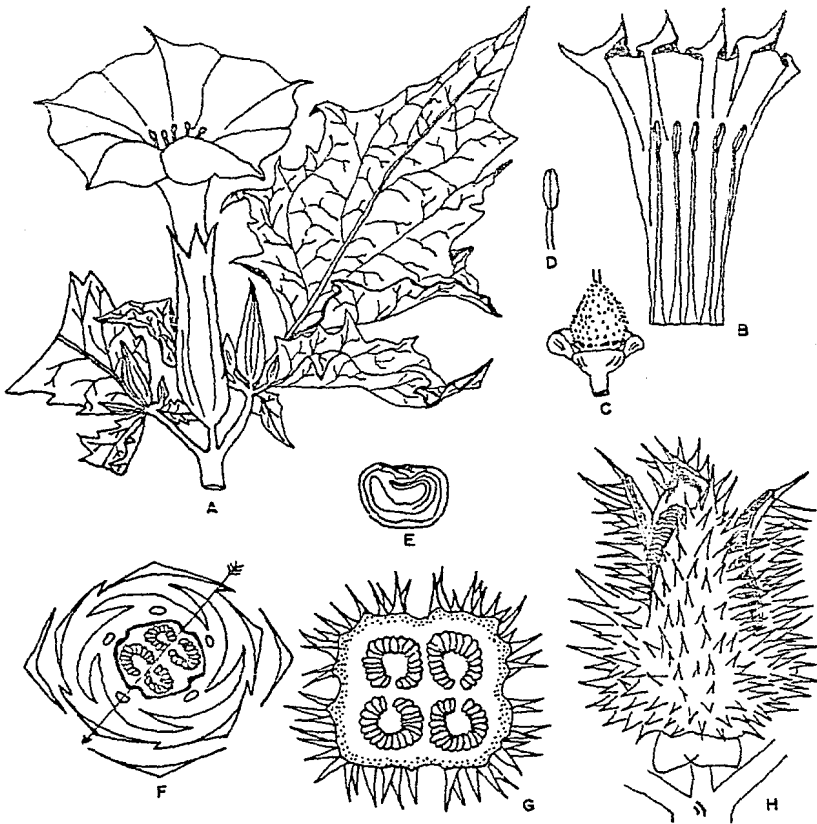


FIG. 2. *Datura stramonium* L. A, extremo del tallo florido; B, corte de la corola abierta; C, pistilo (se ha eliminado el resto de la flor); D, estambre; E, semilla en corte transversal, que muestra el embrión curvado; F, esquema floral (la flecha indica el plano de simetría); G, cápsula en corte transversal; H, cápsula abriéndose. (Terease y Evans, 1977; Wallis, 1953; corregido por autores).

CUADRO No. 3, PRUEBAS PRELIMINARES DE GERMINACION EN  
Datura stramonium L.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS	GERMINACION No.	GERMINACION %	TIEMPO DE GERMINACION (DIAS)
27° C, luz cte.	50	10	20	45
Oscuridad cte.	50	0	0	45
Escarificación parcial:				
En el área plumular.	100	45	45	8
Escarificación total.	89	26	52	3
Remojo en Agua: 720 horas.	50	22	44	60
Vapor directo con escarificación total.	50	31	62	15
Giberelinas, 24 horas:				
200 ppm	50	10	20	15
600	50	31	62	15
800	50	11	22	15
Giberelinas, 600 ppm con escarificación total.	50	35	70	15
Vapor directo 60 min.	100	45	45	15
Vapor directo 30 min. con escarificación total.	50	40	60	20

SE OBTUVO O GERMINACION EN LOS TRATAMIENTOS:

- Remojo en agua destilada en diferentes tiempos.
- Remojo a diferentes tiempos en agua de ebullición.
- Chorro de agua corriente todos los tratamientos.
- Punción en la testa, retirada del embrión.
- Escarificación química.
- Alternancia de temperaturas.
- Temperatura 22° C.
- Estratificación.

En el cuadro No. 4, se presentan los resultados de los experimentos definitivos; los cuales fueron seleccionados de los tres mejores resultados de germinación de las pruebas preliminares: Giberelinas 600 ppm durante 24 horas, con 65.5% de germinación total; giberelinas 600 ppm durante 24 horas con escarificación física total, con 95.4% de germinación total y vapor directo durante 1 hora con escarificación física total, fue 66.1% de germinación total.

CUADRO No. 4. GERMINACION EN Datura stramonium L.  
 ESPERIMENTO DEFINITIVO.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS	GERMINACION		RADICULA		PLANTULAS	
		No.	%	No.	%	No.	%
27° C y luz cte.	1000	52	5.2	52	5.2	20	2
Giberelinas 600 ppm, 24 horas.	1000	655	65.5	655	65.5	159	15.9
Giberelinas 600 ppm, 24 horas con Escarificación total.	100	954	95.4	954	95.4	362	36.2
Vapor directo (65-70° C) min. con escarificación total	1000	661	66.1	661	66.1	271	27.1

En el apéndice se muestra la germinación acumulativa de los experimentos definitivos para D. stramonium en los cuadros IV, V Y VI.

En los tres tratamientos del experimento definitivo para D. stramonium, las primeras radículas aparecen a los tres días después de la siembra con un rango de longitud promedio de 0.2 a 0.35 mm y las plántulas a los cinco días en un rango de longitud promedio de 5.14 a 5.26 cm.

En el cuadro No. 4, se muestra el número de radículas y plántulas obtenidas en los tratamientos definitivos, presentandose el mayor porcentaje de radículas en el tratamiento de giberelinas 600 ppm con escarificación total (95.4%) al igual que el mayor número de plántulas (36.2%).



c) Datura wrightii Dunal.

Los estudios efectuados sobre la morfología de las semillas de esta especie, indican lo siguiente:

La semilla proviene de un fruto capsular, globoso, dehiscente irregular; pubescente; de espinas cortas; de color café claro cuando es maduro; con diámetro de 5 cm y con promedio de 350 semillas. Las semillas se encuentran dispuestas a lo largo de las valvas el peso promedio de 100 semillas es de 0.8711 g; son de color café claro; con margen acordonado más oscuro, reniformes; de textura rugosa y consistencia blanda; aplanadas y con longitud de 0.44-0.5 cm; 0.4 cm de ancho y 0.1 cm de espesor. El embrión se dispone en línea curva a lo largo de la semilla, con longitud de 0.37 cm; es de color blanco; con cotiledones delgados, rodeados por endospermo (Fig. 3).

El porcentaje de viabilidad que presentaron las semillas de esta especie fue de 97.5%, las cuales tienen un comportamiento epigeo y son fotosensibles.

Para la prueba de fotosensibilidad se obtuvo 30% de germinación y para oscuridad 6% de germinación, durante 20 días (Cuadro No. 5).

Debido a este comportamiento de las semillas, los tratamientos que a continuación se dan se efectuaron bajo condiciones de luz constante a 27° C, con humedad de 80%.

En el cuadro No. 5, se presentan los resultados de las pruebas preliminares, donde los mejores tratamientos fueron: Giberelinas 200 ppm durante 24 horas, con 98% de germinación; retiro total de la cubierta con 98% y finalmente vapor directo durante 60 minutos a temperatura de 65-70° C, con 46% de germinación total. Considerando estos resultados se prosigió a realizar la combinación de los mismos: giberelinas 200 ppm durante



FIG. 3 *Datura wrightii* Dunal. A, extremo del tallo florido; B, corte de la corola abierta; C, pistilo (se ha eliminado el resto de la flor); D, estambre; E, semilla en corte transversal, que muestra el embrión curvado; F, esquema floral (la flecha indica el plano de simetría); G, cápsula en corte transversal; H, cápsula; I, cápsula abriéndose ( Fuentes, 1980; corregido por autores).

24 horas con escarificación física total, 90% de germinación total y vapor directo 1 hora a temperatura de 65-70° C, con escarificación física total con 74% de germinación total.

A partir de estos últimos resultados, se seleccionaron los tratamientos para los experimentos definitivos.

CUADRO No. 5. PRUEBAS PRELIMINARES DE GERMINACION EN  
Datura wrightii Dunal.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS	GERMINACION No.	GERMINACION %	TIEMPO DE GERMINACION (DIAS)
27° C y luz cte.	50	15	30	20
Oscuridad cte.	50	3	6	20
27° C, luz cte. y remono en agua:				
24 horas	100	1	1	13
48	100	1	1	11
148	100	1	1	28
720	100	20	20	60
En el chorro de agua:				
4 horas	100	7	7	15
8 horas	100	3	3	14
24 horas	100	1	1	29
27° C, luz cte. vapor directo:				
30 minutos	50	3	6	14
75 minutos	50	2	4	18

CUADRO No. 5, PRUEBAS PRELIMINARES DE GERMINACION EN  
Datura wrightii Dunal (CONTINUACION)

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS	GERMINACION No.	GERMINACION %	TIEMPO DE GERMINACION (DIAS)
Vapor directo 60 min.	50	23	46	16
Vapor directo con escarificación total.	50	32	64	15
Escarificación total.	100	98	98	6
Escarificación parcial:				
en el área radicular	100	25	25	8
en el área plumular.	100	24	24	8
24° C y luz cte.	100	24	24	18
Estratificación:				
4° C durante 60 días.	50	1	2	60
Giberelinas, 24 horas:				
200 ppm.	50	49	98	15
600	50	40	80	15
800	50	17	34	17
200 ppm con escarificación total.	50	45	90	15
Remojo en etanol:				
15 minutos	50	1	2	20
30 minutos	50	1	2	20

SE OBTUVO O GERMINACION EN LOS TRATAMIENTOS:

Remojo a diferentes tiempos en agua a ebullición.

Punción en la testa, retirada del embrión.

Alternancia de temperaturas.

Escarificación química.

De los tratamientos seleccionados para los experimentos definitivos se obtuvieron los resultados siguientes: Giberelinas 200 ppm durante 24 horas con germinación de 74.9% en un periodo de 23 días. Para giberelinas 200 ppm durante 24 horas con escarificación física total se obtuvo 91.4% de germinación total en 8 días. Y vapor directo con escarificación física total, durante 1 hora de vapor a temperatura de 65-70° C, se dió 76.7% de germinación total durante 23 días (Cuadro No. 6).

CUADRO No. 6, GERMINACION EN Datura wrightii Dunal.  
EXPERIMENTO DEFINITIVO.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE SEMILLAS	GERMINACION		RADÍCULAS		PLANTULAS	
		No.	%	No.	%	No.	5
27° C y luz cte.	1000	70	7	70	7	58	5.8
Giberelinas 200 ppm, 24 horas.	1000	749	74.9	749	74.9	645	64.5
Giberelinas 200 ppm, 24 horas con escarificación total.	1000	914	91.4	914	91.4	251	25.1
Vapor directo (65-70° C), 60 min. con escarificación total.	1000	767	76.7	767	76.7	677	67.7

Los cuadros VII, VIII Y IX del apéndice, muestran los resultados de germinación acumulativa que se presentan durante los experimentos definitivos. Para el tratamiento de giberelinas 200 ppm sin escarificación en D. wrightii, las primeras radículas aparecen a los 7 días después de la siembra, con longitud promedio de 0.4 cm y las plántulas 12 días después

con longitud de 5.7 cm. Para giberelinas 200 ppm con escarificación total las primeras radículas aparecen a los tres días con longitud promedio de 0.4 cm y las plántulas a los 7 días con longitud de 5.29 cm y por último en el tratamiento de vapor directo con escarificación total las radículas emergen tres días después de la siembra, con longitud de 0.6 cm en promedio y las plántulas 5 días después con longitud promedio de 8.5 a 9.0 cm.

Los mejores resultados de germinación total de los experimentos definitivos muestran que el mayor número de radículas se presenta en el tratamiento de giberelinas 200 ppm con escarificación física total (91.4%) y el mayor número de plántulas se presentó en el tratamiento de vapor directo con escarificación total (67.7%), como se puede apreciar en el Cuadro No. 6.

Los análisis estadísticos de la germinación se muestra en el apéndice, donde se observan los resultados de la comparación de medias múltiples, realizados por la prueba de Tukey.

En la comparación de tratamientos contra especie, D. inoxia no presentó diferencias significativas en los tratamientos de vapor directo con 65.6% y Giberelinas con 58.5% pero, se presentaron para giberelinas con escarificación con 35.2% en plántulas. En radículas, los tratamientos de vapor directo con 13.1% y giberelinas con 5.9% se consideran estadísticamente iguales, siendo diferentes al tratamiento de giberelinas con escarificación 58.6%.

En D. stramonium los tratamientos que presentan diferencia significativa en plántula fueron giberelinas con escarificación donde se obtuvo 36.2% y giberelinas con 15.9%, los cuales se consideran iguales al tratamiento de vapor directo 27.1%. En radículas existieron diferencias significativas en el tratamiento de vapor directo con 39%, de acuerdo a los tratamientos de giberelinas con escarificación 59% y giberelinas 50.6%, donde estos últimos se consideraron iguales.

D. wrightii. presentó diferencia en el tratamiento de giberelinas con escarificación 25.1%, con respecto a los tratamientos de vapor directo 67.7% y giberelinas 64.5% para plántula. Las radículas presentan diferencias en el tratamiento de giberelinas con escarificación 66.5%, con respecto a los tratamientos de vapor directo 9% y giberelinas 10.4%.

Haciendo la comparación de especies contra tratamiento, ninguna especie presentó diferencias en radícula y en plántula en el tratamiento de giberelinas con escarificación, observándose los siguientes porcentajes D. stramonium 36.2%, D. inoxia 35.2% y D. wrightii 25.1% en plántula; en radícula D. stramonium 59.2%, D. inoxia 58.6% y D. wrightii 66.3%.



En el tratamiento de giberelinas, D. wrightti y D. inoxia se consideraron iguales con los porcentajes obtenidos en plántulas de 64.5% y 58.5% respectivamente, a diferencia de D. stramonium con 50.6%. En radículas los porcentajes obtenidos indicaron diferencias significativas entre las especies, D. stramonium 15.9%, D. wrightti 10.4% y D. inoxia 5.9%.

En el tratamiento de vapor directo, D. wrightti con 67.7% y D. inoxia con 65.6% se consideraron estadísticamente iguales, presentando diferencias con D. stramonium 27.1% para plántulas. Y de igual forma se presentó en radículas con los siguientes porcentajes D. stramonium 39%, D. inoxia 13.1% y D. wrightti 9%.

## 5.2 Fenología

Para conocer la secuencia de los eventos involucrados en el desarrollo total de las plantas y establecer las relaciones entre la morfología, fisiología y las condiciones ambientales de las tres especies: D. inoxia, D. stramonium y D. wrightii; y junto con los componentes del rendimiento, se establecieron variables morfológicas vegetativas.

Durante los experimentos realizados se consideraron cuatro etapas fenológicas que representan el desarrollo vegetativo, definiéndolos de la siguiente manera:

Estadio I. Desde la expansión de la primera hoja verdadera hasta antes de la aparición de la primera flor (Estado vegetativo).

Estadio II. Desde la aparición de la primera flor hasta la diferenciación de los primeros frutos (Floración).

Estadio III. Desde el término del estadio II hasta la madurez de los primeros frutos (Fructificación).

Estadio IV. Dispersión de la semilla.

Las semillas utilizadas fueron tratadas con giberelinas y escarificación física total y los muestreos se realizaron de 2 a 4 días después de cada etapa fenológica.

### a) Datura inoxia.

Planta anual, herbácea, de altura total de 70.2 cm; tallo erecto, poco ramificado, glabro, de color verde con ramificaciones docotómicas;

hojas pecioladas, lanceoladas, asimétricas en la base, aovadas y acuminadas en el ápice, de bordes lisos, poco pubescentes, longitud promedio de 12.5 cm y ancho de 8 cm; la disposición de las flores es axilar, erectas, solitarias, son hermafroditas, de 6-12 cm de largo; el cáliz es tubular de 4-7 cm de largo, 5 dentado; la corola es blanca, acampanada, gamopétala, con cinco lóbulos terminales, radio de 10 cm; estambres 5, fusionados a la corola; pistilo sobresaliente a la corola; ovario súpero, bicarpelar. Fruto capsular ovoide, dehiscente en dos valvas.

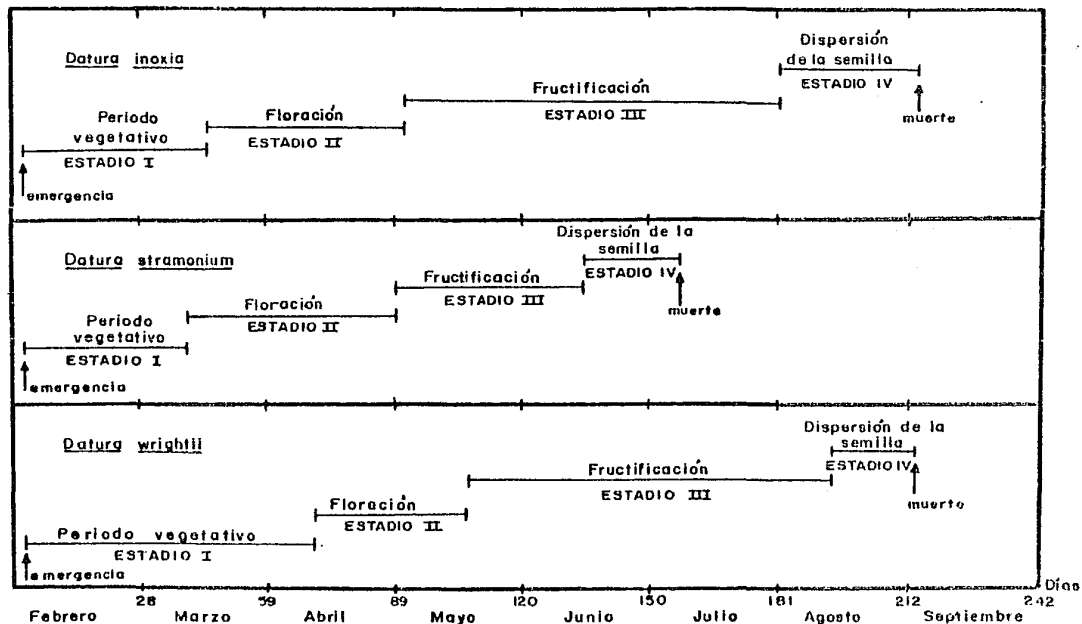
La época de floración se presentó en los meses de Marzo-Abril y de manera helicoidal (Cuadro No. 7).

La emergencia de las plántulas se presentó de 8 a 10 días después de la siembra. El período vegetativo comprendió del 15 de Febrero al 14 de Marzo, donde se presentó una altura máxima de 18.97 cm (Cuadro No. 8), con velocidad promedio de crecimiento de 0.77 cm. por día; el número de nudos que se presentó para este estadio fue uno con dos ramas (Cuadro No. 9). El rendimiento biológico obtenido del peso seco total de las estructuras vegetativas fue 0.7002 g y cuya área foliar fue de 0.06672 dm<sup>2</sup>; el peso seco de las diferentes estructuras se muestran en el cuadro No. 10).

El estadio II o período de floración, comprendió del 15 de Marzo al 30 de Abril, teniendo velocidad de crecimiento por día de 1.33 cm, alcanzando altura máxima de 70.2 cm, a partir del cual se mantuvo constante hasta la senescencia de la planta. En la cuantificación de estructuras vegetativas el número promedio de nudos fue de 7 y flores 10; obteniéndose en materia seca total un peso de 30.04 g con área foliar de 19.1858 dm<sup>2</sup> y rendimiento económico de 34.78%.

Fructificación abarcó del primero de Mayo al 27 de Julio, el número de nudos que presentó para este estadio fue de 29 en promedio, con 31

CUADRO N° 7. Etapas fenológicas de las tres especies de toloache (1986).



CUADRO No. 8

VALORES PROMEDIOS ACUMULATIVOS DE CRECIMIENTO (cm/muestreo), DE LAS  
TRES ESPECIES DE TOLOACHE EN SU CICLO DE VIDA

FECHAS/ALTURA (cm)	<u>Datura</u>			<u>Datura</u>	
	<u>innoxia</u>			<u>stramonium</u>	<u>wrightii</u>
20-FEBRERO-86	1.98			1.96	1.06
26	3.02			2.06	3.75
28	5.36			2.82	4.46
03-MARZO-86	7.7			5.6	6.05
05	9.97	I		7.91	8.97
07	12.02			10.3	11.75
10	15.54			15.4	15.24
14	18.97			20.5	24.86
18	23.57			31.8	26.52
20	35.86			35.4	31.4
24	45.6			40.9	32.0
26	51.3			44.25	32.3
31	51.8			50.84	34.7
02-ABRIL-86	53.74			54.76	34.9
04	63.3	II		58.97	34.98
07	66.6			61.03	35.0
09	68.4			64.96	41.38
16	69.6			75.06	41.66
18	70.2			83.3	42.2
23	70.2			83.4	42.74
28	70.2			92.7	44.2
30	70.2			92.9	45.8
07-MAYO-86	70.2			93.2	46.3
09	70.2			95.4	47.2
12	70.2			97.07	47.66
14	70.2			98.62	48.9
19	70.2			98.9	49.3
21	70.2			99.0	50.7
23	70.2			99.1	51.1
26	70.2			100.0	52.7
29	70.2			101.01	52.7
02-JUNIO-86	70.2	III		102.7	52.7
06	70.2			103.0	52.7
11	70.2			105.0	52.7
13	70.2			105.21	52.7
16	70.2			106.07	52.7
23	70.2			107.8	52.7
27	70.2			111.54	52.7
30	70.2			111.54	52.7
05-JULIO-86	70.2			111.54	52.7
10	70.2			MUERE	52.7
27	70.2				52.7
30	70.2	IV			52.7
30-AGOSTO-86	70.2				52.7
	MUERE				MUERE

(\*) LOS NUMEROS ROMANOS INDICAN LOS DIFERENTES ESTADIOS

CUADRO No. 9

CRECIMIENTO Y NUMERO PROMEDIO DE ESTRUCTURAS VEGETATIVAS DE LAS TRES ESPECIES DE TOLOACHE EN LOS DIFERENTES ESTADIOS DE DESARROLLO

ESPECIE	ESTADIO	ALTURA (cm/día)	NUDOS	RAMAS	FLORES	FRUTOS
<u>Datura innoxia</u>	I	0.77	1	2	-	-
	II	1.13	7	14	10	-
	III	0.0	29	58	31	21.4
	IV	0.0	40	80	64.2	3.2
<u>Datura stramonium</u>	I	0.74	1	2	-	-
	II	1.54	3.2	6.4	11	-
	III	0.27	70.8	141.6	109	28.6
	IV	0.27	99	198	100	57
<u>Datura wrightii</u>	I	0.85	1	2	-	-
	II	0.21	11	22	20	-
	III	0.06	84.6	169	88.6	33.8
	IV	0.0	186.6	374	56	47

CUADRO No. 10

PESO SECO PROMEDIO (g) DE ESTRUCTURAS VEGETATIVAS Y AREA FOLIAR (dm<sup>2</sup>)  
DE LAS TRES ESPECIES DE TOLOACHE

ESPECIE	ESTADIO	RAIZ	HOJA	TALLO	FLOR	RAMIFI CACION	FRUTO	MATERIA SECA TOTAL	% DE HOJA	AREA FOLIAR
<u>Datura</u> <u>innoxia</u>	I	0.002	0.077	0.13	-	-	-	0.09202	83.4	0.07198
	II	2.01	12.26	3.32	1.64	2.84	-	22.07	55.55	17.22702
	III	8.45	21.97	23.82	4.0	18.61	8.54	85.39	25.77	29.1141
	IV	18.2	22.78	23.82	2.98	38.2	17.5	123.48	18.44	25.0471
<u>Datura</u> <u>stramonium</u>	I	0.01538	0.03646	0.01818	-	-	-	0.07002	58.1	0.06672
	II	3.85	10.45	10.93	1.08	4.13	-	30.04	34.8	19.1858
	III	13.78	31.23	35.65	7.04	26.79	18.54	133.03	23.47	43.784
	IV	33.0	36.34	35.6	9.01	45.52	35.61	195.08	18.62	49.7162
<u>Datura</u> <u>wrightii</u>	I	0.0242	0.0446	0.01038	-	-	-	0.0564	77.4	0.04744
	II	1.26	3.22	1.75	1.16	2.06	-	9.45	34.07	4.8423
	III	4.208	12.15	12.09	3.6	68.52	10.902	111.47	10.89	33.7194
	IV	6.69	44.812	12.288	3.162	74.404	23.15	164.506	27.24	56.6442

flores y 21.4 frutos también en valores promedio; la biomasa seca total fue de 133.03 g rendimiento económico de 23.47% y área foliar de 43.784 dm<sup>2</sup>.

El período de la dispersión de la semilla comenzó el 28 de Julio y colminó el 30 de Agosto con el término del ciclo de vida, donde se consideró un número de nudos de 40, 64.2 flores y 3.2 frutos maduros, cuyo tamaño era mayor de 2.1 cm; estos datos expresados en valores promedio. La materia seca total obtenida en la planta fue de 195.08 g, con rendimiento económico de 18.62% y 49.7162 dm<sup>2</sup> de área foliar.

b) Datura stramonium

Herbácea de ciclo anual, altura promedio total de 111.54 cm. Tallo redondo, purpúreo, glabro, bastante ramificado dicotómicamente. Hojas pecioladas, aovadas, hasta de 20 cm. de largo y de 15 a 17 cm. de ancho, irregularmente dentada, ápice agudo; láminas glabras de color verde oscuro. Las flores son solitarias, axilares, de floración helicoidal, de color púrpura, tamaño de 9 cm; cáliz tubular, 5 dentado gamosépalo, de 4 cm de largo y 2 cm de diámetros; corola acampanada gamopétala, con 5 lóbulos, tamaño de 5 cm de largo y 7.5 cm de diámetro. 5 estambres de color morado fusionando a la corola. Gineceo de 7 cm. de largo; estigma de 0.32 cm de largo y 0.2 cm de ancho. Fruto capsular ovoide, espinoso.

La emergencia de las plántulas se presentó de 10 a 13 días después de la siembra. El periodo vegetativo inició el 5 de Febrero perdurando hasta el 10 de Marzo (Cuadro No. 7.), con altura promedio de 15.4 cm (cuadro No. 8), con velocidad de crecimiento por día de 0.74 cm. El número de nudos fue uno (cuadro No. 9); con rendimiento biológico total de 0.09202 g, 83.35% de rendimiento económico y 0.07198 dm<sup>2</sup> de área foliar (cuadro No. 10.).



El período de floración comenzó el 11 de Marzo para finalizar el 28 de Abril, con altura promedio de 92.7 cm. y velocidad de crecimiento 1.54 cm. por día. Las estructuras presentes en este estadio fueron en números promedio nudos 3.2 y flores 11.2; dando un rendimiento biológico total de 22.07 g, rendimiento económico de 55.5% y área foliar de 17.22702 dm<sup>2</sup>.

La fructificación se inició el 29 de Abril para culminar el 11 de Junio, con velocidad de crecimiento de 0.27 cm por día, para alcanzar al final de la etapa altura de 105.21 cm y presentando en número promedio 70.8 en nudos, 109 flores y 28.6 frutos no madurando los menores de 2.5 cm. La biomasa total proporcionada por sus estructuras vegetativas fue de 85.39 g, con 25.72% de rendimiento económico y 29.1141 dm<sup>2</sup> de área foliar.

Los frutos maduros comenzaron a dispersar la semilla a partir del 12 de Junio para terminar el ciclo de vida el 5 de Julio, siendo este acelerado por el ataque de la plaga del escarabajo Lemma tribitata. La altura total alcanzada para esta especie fue de 111.54 cm con velocidad de crecimiento de 0.27 cm por día. En este estadio se obtuvo como número total de partes vegetativas 99 nudos, 100 flores y 3.2 frutos en números promedio. El peso seco de la materia total fue de 123.48 g, con un rendimiento económico de 18.44% y 25.0471 dm<sup>2</sup> de área foliar.

c) Datura wrightii

Planta herbácea, anual, de altura promedio de 52.7 cm. Tallo corto pubescente, sumamente ramificado dicotómicamente y de abundante follaje expandido. Hojas pecionaladas (de 1.4 cm), lanceoladas, asimétricas en la base, acuminadas en el ápice, de bordes lisos, sumamente pubescentes, de longitud promedio de 15 cm, y ancho 7.5 cm, de color verde claro. Las

flores se disponen de forma axilar, erectas, solitarias, hermafroditas, de 17 cm. de largo; El cáliz es tubular de 8 cm de largo, de 1.2 cm de ancho, 5 dentado, al florecer presenta ruptura lateral para la salida de la corola; corola blanca acampanada, gamopétala, 5 lobulada, con diámetro de 7 cm; estambres 5, de color blanco, fusionados a la corola, largo de 14.5 cm, pubescente; anteras amarillas de 1.06 cm de largo y 0.2 cm de ancho. Pistilo sobresaliente a la corola de 10.7 cm; ovario súpero bicarpelar, de 0.42 cm de largo y estigma de 0.4 cm de largo. Fruto capsular globoso de espinas cortas, con cáliz permanente y desintegración en la madurez.

La emergencia de la plántula se presentó de 8 a 10 días después de la siembra (Cuadro No. 7 ). El periodo vegetativo se presentó del 5 de Febrero para terminar con el inicio de la floración el 9 de Marzo. La velocidad de crecimiento fue de 0.85 cm por día alcanzando una altura de 41.38 cm. (Cuadro No. 8 ). El número de nudos promedio fue de uno para este estadio. La biomasa fue de 0.0564 g, 77.32% de rendimiento económico y 0.04744 dm<sup>2</sup> de área foliar (Cuadro No. 10 ).

El inicio de floración se presentó el 10 de Abril y terminó el 14 de Mayo. La altura que se presentó fue 48.9 cm, con velocidad de crecimiento de 0.21 cm por día. Los valores promedio de estructuras vegetativas fueron de 11 nudos y 20 flores, con peso seco total de estructuras de 9.45 g, 34.07% en rendimiento económico y 4.8423 dm<sup>2</sup> de área foliar.

El 15 de Mayo se inició la fructificación para finalizar el 10 de Julio, manifestándose una altura constante a partir del 18 de Mayo de 52.7 cm. hasta finalizar el ciclo de vida el 30 de Agosto. El aumento de las estructuras vegetativas se continuó, presentando en este estadio con valores promedio de 169 nudos, 88.6 flores y 33.8 frutos. La biomasa total proporcionada fue de 111.47 g, dando un rendimiento económico de 10.89% y 33.7194 dm<sup>2</sup> de área foliar.

La maduración de frutos tiene lugar con la dispersión de la semilla el 11 de Julio para terminar con la presencia de la senescencia el 30 de Agosto. El número promedio total de estructuras alcanzadas en este estadio fueron 186 nudos, 56 flores y 47 frutos maduros. La biomasa total de la planta fue de 164.506 g, con 27.4% de rendimiento económico y 56.6442 dm<sup>2</sup> de área foliar.

## C A P I T U L O 6

### DISCUSION

#### 6.1 Germinación

De acuerdo a los estudios morfológicos del fruto; D. inoxia y D. stramonium los presentan semejantes: inician la dehiscencia por el ápice, conservándose unido el fruto a la planta; a diferencia de D. wrightii que al iniciar la dehiscencia se desintegra y se desprende el fruto de la planta. Las tres especies se caracterizan por presentar una capa de mucílago rodeando el endospermo de su semilla, lo cual, posiblemente sea la causa del período de latencia que se presenta.

Los datos de densidad de las semillas son importantes desde el punto de vista técnico y comercial, las semillas de D. stramonium fueron las más pequeñas y por lo tanto, de menos peso total en el fruto y en la planta.

La viabilidad que se presentó para las tres especies fue en un rango de 95 a 98.5%, lo cual indica que la mayor parte de las semillas pueden brotar y desarrollarse para formar plantas capaces de establecerse por sí mismas, una vez rota la latencia; presentaron un comportamiento de fotosensibilidad favorable, ya que germinan vigorosamente al mantener la temperatura a 27° C y la humedad al 80% constantes (Cuadros No. 1, 3, 5).

Las pruebas preliminares realizadas para cada especie mostraron que las semillas de D. wrightii y D. inoxia germinaron en mayor porcentaje cuando se lleva a cabo la escarificación física parcial o total; permitiendo la permeabilidad a los gases y al agua, en donde esta última hizo un

lavado a la capa de mucílago y de esta forma estimuló a la giberelina contenida en el embrión. La desventaja que se presentó en este tratamiento es el daño que se le ocasiona a un porcentaje considerable de embriones.

Otra prueba que resulta muy eficaz para romper la latencia de las semillas de las tres especies fue el tratamiento de vapor directo, lo cual permite remover inhibidores y organismos patógenos de las cubiertas, el ablandamiento de las mismas y la posterior penetración de gases y agua. En D. stramonium el porcentaje de germinación se redujo posiblemente por la dureza de la testa, lo cual también se refleja en una aplicación de giberelinas en mayor concentración (600 ppm), a diferencia de las otras especies cuya concentración fue menor (200 ppm) por presentar testas más blandas.

De estos resultados, se partió para tratar de establecer un porcentaje mayor de germinación mediante una combinación de tratamientos; de los cuales el tratamiento más efectivo resultó ser el de giberelinas con escarificación física total y en segundo orden el de vapor directo con escarificación física total a 65 - 70° C. durante una hora. Cabe mencionar que para D. wrightii y D. inoxia en las otras pruebas preliminares (Cuadro No. 1 y 5) presentaron muy bajo porcentaje de germinación a diferencia de D. stramonium, en donde se obtuvo cero de germinación (Cuadro No. 3).

Las tres especies presentaron semejanzas en el proceso de germinación en las pruebas preliminares, de ahí que las pruebas definitivas hayan sido las mismas para las tres especies.

El comportamiento similar de germinación que se presentó para D. wrightii y D. inoxia en los tratamientos preliminares se mantuvo para los tratamientos definitivos, obteniéndose: Giberelinas 200 ppm durante 24 horas con 74.9% y 64.4% respectivamente; giberelinas 200 ppm durante 24 horas con escarificación física total 91.4% y 93.8% y finalmente; para vapor directo una hora con escarificación física total 76.7% y 78.7% (Cuadros No. 2 y 6).

D. stramonium presentó en los experimentos definitivos porcentajes de germinación similares a las otras dos especies en el tratamiento de giberelinas 600 ppm durante 24 horas con 65.52% y giberelinas 600 ppm durante 24 horas con escarificación física total 94.5%. En el tratamiento de vapor directo durante una hora con escarificación física total se presentó un porcentaje menor 66.11% (Cuadro No. 4).

En los tratamientos definitivos de giberelinas 200 ppm y vapor directo con escarificación para D. wrightii y D. inoxia el porcentaje de plántulas fue mayor que el porcentaje de radículas; en el tratamiento de giberelinas con escarificación se presentó de manera inversa, este se debió posiblemente a la contaminación por hongos que afectan de manera directa a las radículas impidiendo su desarrollo.

Es conveniente señalar que, el desarrollo radicular que presentaron las plántulas en el tratamiento de vapor directo con escarificación física total es sumamente grande, llegaron a alcanzar hasta 8 cm de longitud debido posiblemente a que las altas temperaturas actuaron como estimulantes del metabolismo y a la consecuente eliminación de patógenos.

En D. stramonium se presenta un mayor porcentaje de radículas que de plántulas en los tres tratamientos definitivos, siendo el mayor porcentaje en el tratamiento de giberelinas con escarificación física total (Cuadro No. 4), y con tiempo de germinación menor, diez días después de la siembra. Esta especie tiende a ser muy susceptible al ataque por hongos lo cual verificó mayor porcentaje de radículas que de plántulas.

Con respecto a los resultados estadísticos se hicieron comparaciones múltiples de medias, aplicando la prueba de Tuckey, que define la diferencia que existe entre cada una de ellas; se hicieron dos comparaciones: especies contra tratamiento y tratamientos contra especie.

En la comparación de especies contra tratamientos, se obtuvo que D. wrightii y D. inoxia se consideran iguales en germinación de plántulas en los tres tratamientos. En radículas se presentaron diferencias en el tratamiento de giberelinas con escarificación al presentar un porcentaje mayor de germinación (apéndice).

D. stramonium en el tratamiento de giberelinas con un porcentaje mayor de plántulas presentó diferencias con D. wrightii y en radículas es menor el porcentaje que las otras especies. En el tratamiento de vapor directo con escarificación se presentaron diferencias tanto en plántulas como en radículas con D. inoxia al ser menor el porcentaje de D. stramonium.

En la comparación estadística de los tratamientos contra especie. D. inoxia y D. wrightii en plántulas presentaron diferencias en el tratamiento de vapor directo con escarificación con respecto a los otros tratamientos, ya que presentó un más alto porcentaje de germinación. Para radículas, el único tratamiento que presentó diferencias fué giberelinas con escarificación a mayor porcentaje de germinación que los otros tratamientos.

D. stramonium presentó diferencias en el porcentaje de plántulas para los tratamientos de giberelinas con escarificación y giberelinas sin escarificación, siendo mayor el porcentaje en el primer caso. En el porcentaje de radículas los tres tratamientos se consideraron iguales.

Por lo tanto el mejor tratamiento que se presentó para las tres especies es giberelinas con escarificación física total, sin embargo, se recomienda el vapor directo con escarificación física total, ya que resultó ser un tratamiento económico y eficaz, aunque el porcentaje no es igual pero, tiene un alto rango de conformidad; a diferencia del uso de giberelinas que resulta ser un producto de importación y por lo tanto de alto costo.

Al comparar los resultados obtenidos experimentalmente con resultados anteriores a este trabajo para D. stramonium se reportó que la germinación de las semillas es promovida por medio de la escarificación física total, obteniéndose 55.0% de germinación en 30 días, este porcentaje se logró mejorar con los experimentos realizados.

Consideramos importante mencionar algunos aspectos sobre el origen del tratamiento de vapor directo; hace unos tres años, se descubrió en forma accidental: había terminado un experimento de germinación con semillas de papa, en el cual casi no se observó germinación; se ordenó al trabajador desechar el material, sin embargo, por alguna razón, pasaron los días y no se había lavado las cajas de Petri; cuando el trabajador lo hizo, para su asombro vió que al tirar las semillas, la mayoría de ellas estaban germinadas; cuando se lo comentó a Don Eugenio Olivar Candia, técnico del laboratorio de semillas de Fitotecnia de la UACH, pensó que seguramente se debió a que el fregadero donde lavaban las cajas, iba a dar la manguera de hule que venía del destilador de agua, y expulsaba constantemente el vapor sobre las cajas amontonadas en el fregadero. Cuando comenzamos las pruebas preliminares de germinación con los toloaches Don Eugenio al enterarse de nuestros pobres resultados; nos siguió que usáramos el vapor de agua como tratamiento para romper la latencia en los toloaches, con resultados por demás favorables, los cuales están contenidos en el presente trabajo. Consideramos precisamente a este tratamiento como el más factible de ser aplicado, tanto a nivel experimental con semillas que presenten latencia en otras especies, como a nivel comercial para el establecimiento de plantaciones comerciales.

## 6.2 Fenología

Debido a la poca o casi nula información que se tiene en México sobre el estudio de estas especies de toloache en cuanto a los aspectos morfológicos y fisiológicos en diferentes condiciones ambientales, se estudiaron durante su ciclo de vida en condiciones ambientales de Chapingo, en los



meses de Febrero a Septiembre de 1986, registrándose un rango de temperaturas máximas que iban de 23.4° C. en el mes de Julio a 26.8° C en el mes de Abril; y temperaturas mínimas que iban de -3.2° C. en Marzo a 9.2° C. en Junio (Gráfica No. 1).

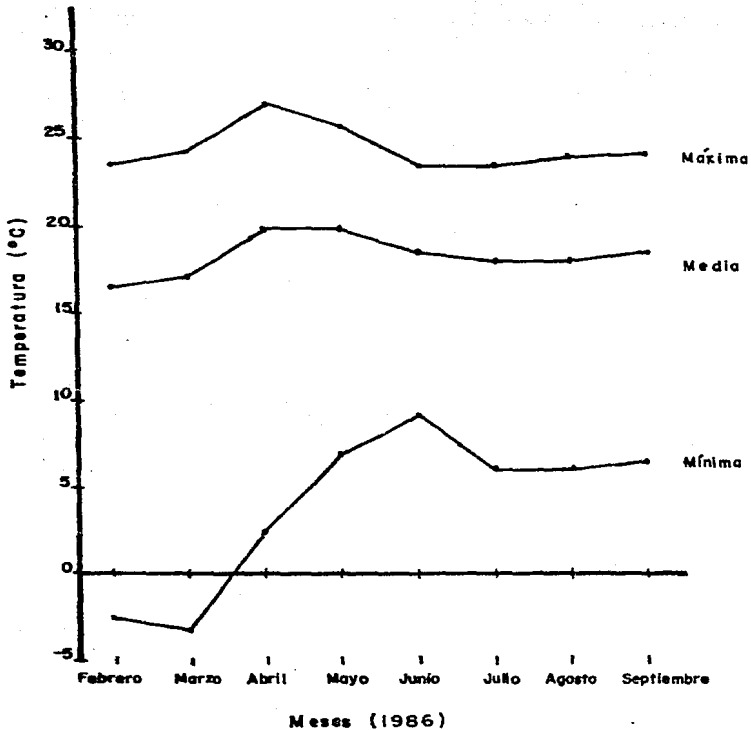
En el crecimiento de las plantas las diferencias se presentaron a partir del estadio II (floración); D. wrightii es la de menor talla, sus ramas tienden a expandirse a pocos centímetros del suelo. D. inoxia y D. stramonium presentaron diferencias a partir del estadio III (fructificación); caracterizándose D. stramonium por ser la que presenta mayor altura al final del ciclo.

El ciclo de vida de las tres especies es de aproximadamente 182 días, donde D. wrightii presentó el ciclo de vida más largo con 210 días. La emergencia de las plantas se presentó de 8 a 13 días después de la siembra. D. stramonium fue la más lenta debido posiblemente a la dureza de su testa además presentó precosidad en la floración (20 días después de la emergencia), creemos que es capaz de soportar con mayor facilidad los cambios ambientales sin intervenir en el desarrollo vegetativo. D. wrightii y D. inoxia presentaron semillas morfológicamente similares, diferenciándose en el fruto que además de ser más esférico en D. wrightii se desintegra en la madurez (dispersión de la semilla); y la floración para ambas se inicia 35 días después de la emergencia.

La fructuación para las tres especies se presentó de 40 a 45 días después del inicio de la floración; la etapa más larga se dió para D. inoxia que abarcó del primero de Mayo al 27 de Julio y la más corta para D. stramonium del 29 de Abril al 11 de Junio.

Referente a la dispersión de las semillas se presentó primero para D. stramonium, a los 40 días después de iniciada la fructificación a partir del cual decrece rápidamente su ciclo de vida (30 días después), siendo

GRAFICA N° 1



Temperaturas máximas, medias y mínimas promedio registradas durante el periodo de experimentación en la Universidad Autónoma Chapingo en el año de 1986.

acelerado por la presencia del escarabajo Lemma trititata que depredó principalmente la lámina foliar.

En D. wrightii y D. inoxia, el ciclo de vida duró más tiempo que en D. stramonium (40 días más), también fueron menos depredados posiblemente a que el aroma que despiden no es tan llamativo como en D. stramonium, también puede deberse a una mayor concentración de alcaloides.

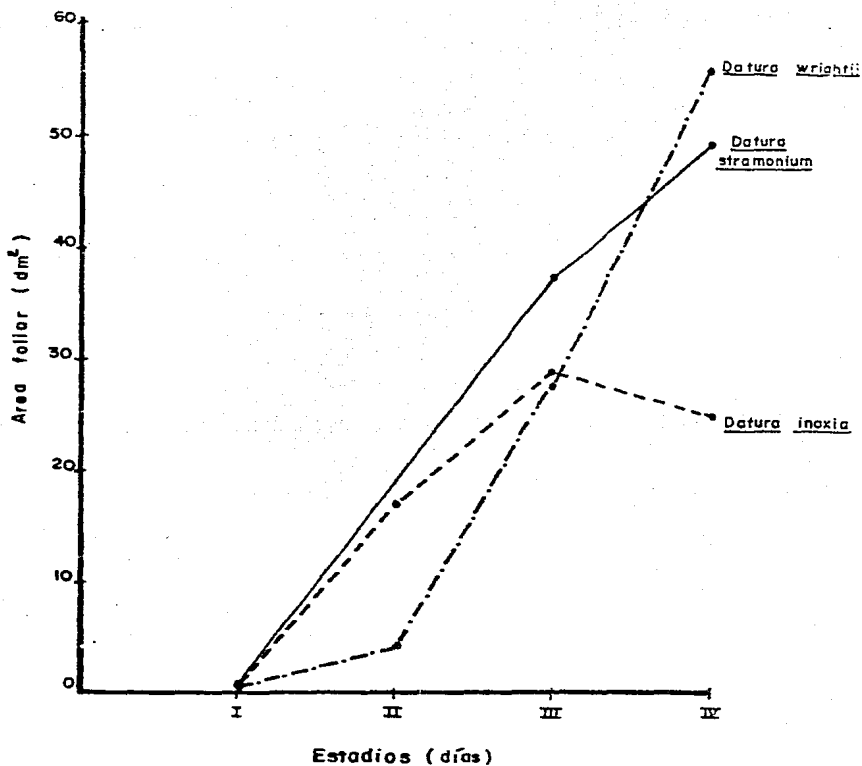
A partir del estadio II, comienzan a crecer las ramas primarias y secundarias en forma dicotómica para las tres especies, aumentando rápidamente hasta llegar a su máximo número en el estadio IV; donde D. wrightii presentó el mayor número 374 y D. inoxia el menor 80 en valores promedios, por lo cual se consideran diferentes las tres especies. El mayor número de flores se presentó en el estadio III para D. stramonium que registró 109 y D. wrightii 88.6; D. inoxia al inicio del estadio IV registró su máximo número de flores 64.2; considerándose estadísticamente iguales las tres especies en el número de flores y frutos. La proliferación de yemas florales se efectuó de una en una en D. wrightii a diferencia de las otras especies, en donde se presentó en más de dos.

A consecuencia de la floración la especie que presentó el mayor número de frutos fue D. stramonium cuyos frutos menores de 2.5 cm de longitud no alcanzaron la madurez debido a la rápida senescencia de la planta por depredación foliar.

En D. inoxia frutos menores de 2.1 cm de longitud no alcanzan la madurez a diferencia de D. wrightii que maduran todos sus frutos antes del término de su ciclo de vida.

El área foliar durante el desarrollo vegetativo fue aumentando conforme mayor fue el número de ramas, generándose la mayor producción de hojas en D. wrightii. En el estadio II, se observó el aumento de producción promedio del área foliar en D. inoxia y D. stramonium en los meses de

GRAFICA N° 2



Area foliar en los diferentes estadios de desarrollo en las tres especies de toloache.

Marzo y Abril. D. inoxia alcanza su máximo valor promedio de área foliar en el estadio III, ocurriendo posteriormente una rápida disminución lo que coincide con la senescencia de la misma, en los meses de Junio-Julio.

D. stramonium presentó la máxima producción de área foliar en el estadio III, que se ve disminuida en el estadio IV en el mes de Junio.

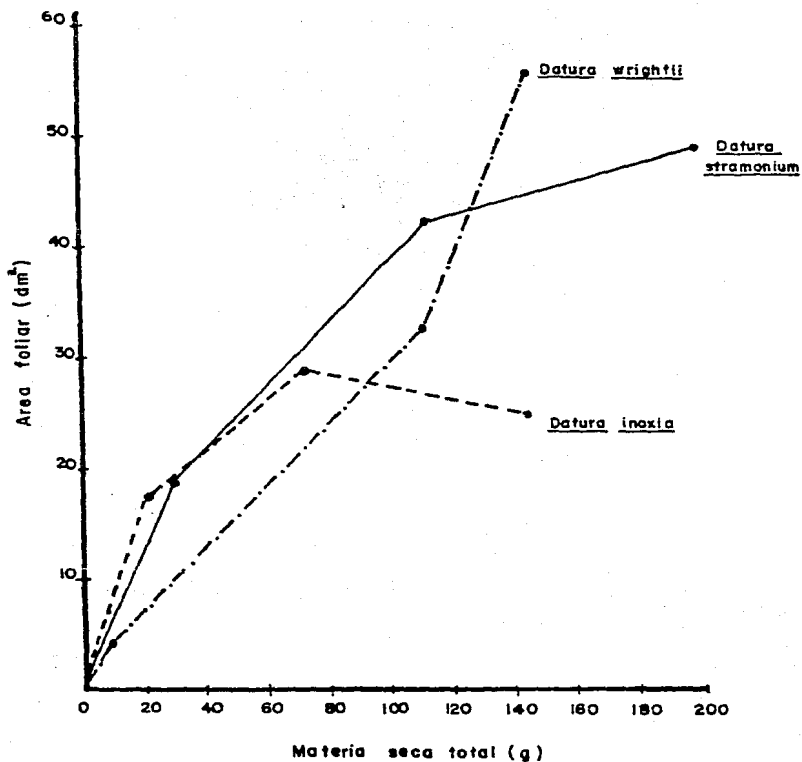
La producción del área foliar para D. wrightii en el estadio II se presentó un valor promedio menor a las otras dos especies debido posiblemente a que el tamaño de hojas es menor. A partir de este estadio tiende a aumentar el número y tamaño de hojas hasta llegar el estadio IV, donde conserva su lámina foliar hasta el término de su ciclo de vida a finales de Agosto (Gráfica No. 2).

El peso seco de hojas aumenta considerablemente para las tres especies a partir del estadio III, consecuencia de la nueva producción de hojas en los puntos de crecimiento de las ramas y renovación de las mismas. Aportando mayor peso de materia seca total D. stramonium y D. inoxia; ambas tienden a perder masivamente el follaje al inicio del estadio IV, debido posiblemente a que los nutrientes que la planta absorbe son enviados principalmente a los frutos para su posterior maduración de semillas y así perpetuar la especie. Haciendo el cálculo de acuerdo al peso seco de hoja obtenido por planta para D. inoxia se dió 0.9085 t / ha; D. stramonium 0.5695 t / ha; y D. wrightii 1.1203 t / ha (Gráfica No. 3).

En trabajos anteriores se han realizado análisis cariotípicos, donde reportan que Datura es un género diploide en el que no se encuentran variaciones en el número cromosómico  $2n = 24$ . En base al tamaño grande de los cromosomas y los índices de simetría, Datura, puede ser considerado como un género primitivo.

D. stramonium se reporta con cromosomas metacéntricos de 1.55-3.19

GRAFICA N° 3



Area foliar en relación al peso total de materia seca en los diferentes estadios de desarrollo para las tres especies de toloache.

Mm. de longitud, presentando 4 pares de cromosomas con satélites.

D. wrightii, cromosomas metacéntricos de longitud de 1.55-2.68 Mm y D. inoxia cromosomas metacéntricos con longitud de 1.24-2.1 Mm. Ambas poseen 3 pares de cromosomas con satélite y un par de cromosomas con constricciones secundarias en ambos brazos (Viveros, 1985).

Las características del fruto de D. inoxia se mencionó con tamaño de 6.5 cm. de longitud en comparación al obtenido que fue de 4.5 cm. de longitud. Para D. stramonium reportan longitud de 7 cm a diferencia del reporte experimental, donde se presentó con 6 cm. de largo con espinas; el menor tamaño observado seguramente tiene relación con el clima templado del Valle de México, es decir, a menores alturas se obtendrán tamaños de fruto como los reportados con anterioridad.

## C A P I T U L O 7

### CONCLUSIONES

Las principales conclusiones sobre las contribuciones al conocimiento biológico de estos tres toloaches, se puede resumir de la siguiente manera:

#### 7.1 Germinación

1. Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron con la aplicación de giberelinas y escarificación total: D. wrightii 91.45% D. inoxia 93.8% y; D. stramonium 95.4%.
2. La aplicación directa de vapor de agua en las semillas de las tres especies, más escarificación total, fue el tratamiento que previno la contaminación por hongos durante los experimentos de manera más eficiente y con porcentajes de germinación: D. wrightii 76.7%; D. inoxia 78.7% y; D. stramonium 66.1%.

#### 7.2 Fenología

1. D. wrightii presenta el ciclo de vida más largo (febrero-agosto) y mayor peso seco de hoja, obteniendo 1.1203 t /ha.
2. D. stramonium es la que aporta mayor peso seco total de biomasa pero, menor peso de hoja al obtener 0.5695 t /ha y sufre mayor depredación de su lámina foliar por plagas (Lemma tribitata).
3. D. inoxia presenta pérdida de follaje apartir de la floración, cuando inicia el crecimiento del fruto.



Como conclusión de tipo general podemos agregar que los toloaches crecen y se reproducen en las condiciones ambientales de Chapingo, aunque en cultivo no logran alcanzar tallas iguales a las silvestres.

## B I B L I O G R A F I A

1. Acosta de la luz, L. 1979. Cultivo de la Datura candida Pers. Revista Cubana de Farmacia. 13: 1 17-20.
2. Aguilar, A. y Zolla, C. 1984. Plantas tóxicas de México. IMSS. México. Pp 109.
3. Amen, D. R. 1986. A model of seed dormancy, the Botanical Review. 34(I). The New York Botanical Garden. Bronx, N.Y.
4. Anderson, W.K., Smith R. y McWilliam, J. 1978. A systems a proach to the adaptation of sunflower to new environments. I. Phenology and development. Field crops research. 7: 141-152.
5. Azzi, G. 1971. Ecología Agraria. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. Pp 424.
6. Billings, G. 1968. Las plantas y el ecosistema. Serie Fundamentos de la Botánica. Editorial Herrero, S.A. México. Pp 168.
7. Bosso, B. y Serafini, C. 1981. El experto agricultor. AGT-editor, S.A., México. Pp 172.
8. Bailey, L. H. 1977. Manual of cultivated plants. McMillan Publishing. Co. Inc. New York, USA. Pp 1030.
9. Barton, L. V. 1961. Seed preservation and longevity. Interscience Publishers, Inc. New York.

10. Bhat, B.K. y Dhar, A.K. 1973 Germination studies in Atropa belladonna Linn. In advancing Frontiers in cytogenetics. Hindustan Publishing Co. Delhi, India.
11. Black, M. the role of endogenous hormones in germination and dormancy. Israel Journal of Botany. Vol. 29. The Weizmann Science Press of Israel, Jerusalem.
12. 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 Chapingo, Chapingo, México.
13. Barton, G.W. 1969. Breaking dormancy in seed of pear miller, Pennisetum typhoides. Crop. Science. 9: 659-664.
14. Brown, R.E. 1969. Notas fenológicas. Comisión Nacional de Fruticultura. México. Pt 1-3, 6-20.
15. Côme, D. 1981. Problems of embryonal dormancy as exemplified by apple embryonal. Israel Journal of Botany. Vol 29. The Weizmann Science Press of Israel, Jerusalem.
16. Copeland, L. 1976. Principles of seed Science and technology. Burgess Publishing Company. Mineapolis, USA.
17. Cronquist, A. 1980. Introducción a la Botánica. CECSA, 2da. edición. México. Pp 848.
18. Cronquist, A. 1986. Botánica básica. CECSA. 6ta. edición. México. Pp 587.

19. Crocker, W. y Barton, L. V. 1957. Physiology of seed, Chronic Botanica. Waltham, Mass. USA.
20. Delouche, C.I. 1964. Seed dormancy. A general discussion. Seed Technology Laboratory. Mississippi, USA.
21. Denisen, E. y Nichols, H. 1983, Manual de Horticultura. CECSA 5ta. edición. México. Pp 103.
22. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1979. Semillas. CECSA. México. Pp 1005.
23. Diaz, J.L. 1976. Índice y Sinonimias de las Plantas Medicinales de México. Monografías Científicas I. IMEPLAM, México. Pp 758.
24. Ellicott, W. et al. 1980. Botánica. 5ta. edición. LIMUSA. México. Pp 765.
25. Estrada, L. E. 1984. Avances en las investigaciones sobre plantas medicinales en la Universidad Autónoma Chapingo y Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México, México. IX Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 412; Pp 257.
26. Estrada, L.E. 1984. Exploración Etnobotánica de las Plantas Medicinales de México. Semana de investigación. Resúmenes. UACH, México. Pp. 45-46.
27. Estrada, L. E. 1979. Prevención y curación de los cálculos biliares por la yerba del sapo (Eryngium heterophyllum Engelm.) en el hamster dorado (Mesocricetus auratus). Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

28. Schultes, R. E. 1982. Plantas alucinógenas. Prensa Médica Mexicana, S.A. México. Pp 161.
29. Evenary, M. 1975. Physiology of seed dormancy, afterripening and germination. Proc. Int. Seed Test. Ass. 30:40.
30. FAO. 1961. Agricultural and Horticultural seeds. Their production, control and distribution. FAO, Agricultural studies 55. Rome, Italy.
31. Font Quer, P. 1953. Diccionario de Botánica. Labor. Barcelona, España. Pp 461-462.
32. Font Quer, P. 1979. Plantas Medicinales. Dioscórides Renovado. Labor. México. Pp 1584.
33. Febles, G. y Padilla, C. 1971. Efectos de la temperatura sobre la germinación de la semilla de la hierba guinea (Panicum maximum Jacq.) Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 5; 77-87.
34. Febles, G. y Padilla, C. 1975. Factores que afectan la germinación. I. Factores ocurrentes antes de la siembra. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 9: 77.
35. Fuentes, V. R. 1980. Tres nuevas especies de Datura L.; de interés para la industria Farmacéutica Cubana. Revista Cubana de Farmacia. 14 ; 2 197-202.
36. Fuentes, E. y Granda, M. M. 1984. Aspectos Fenológicos del género Datura. Revista Cubana de Farmacia. 18 : 2 46-55.

37. Fuller, H. Ritchie, D. 1984. Botánica general. CECSA. 11va. edición, México. Pp 272.
38. Galston, A.C. 1966. Absciscic. Acid. Dormancy and germination.
39. García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. 2da. edición. México Pp 246.
40. Gardner, V.E. 1943. Studies in the nature of clonal variety. III. Permanency of strain and other differences in the Montmerency Cherry. Mich., Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. 186: 1-20.
41. Gómez, F. M. 1982. Latencia, germinación, inhibición y estimulación. Asociación Colombiana de Productores de Semillas. "Acosemillas".
42. Hartman, H.T. y Kester, D. E. 1981. Propagación de Plantas. CECSA. México. Pp 809.
43. Harry, J. y Fuller, et al. 1983. Botánica. Interamericana 5ta. edición. México. Pp 512.
44. Hill, A. 1965. Botánica Económica, Omega, España. Pp 616.
45. Gouny, E. 1956. Observations sur les realltions entre l'composition mineral de l'plante et rendemente. I.R.H.O., Paris.
46. Hinojosa, C. 1979. Fenología. Chapingo, México; UCh. Departamento de irrigación. Boletín técnico : 3. Pp 61.

47. Holman, R. M. 1982. Botánica General. UTHEA, México. Pp 632.
48. Hsiao, A. I. 1979. the effect of sodium hypochlorite and gibberelic acid on seed dormancy and germination wild oats ( Avena factuca). Can. J. Bot. 57: 1729 - 1734.
49. IMEPLAM. 1979. Actualidad de las plantas medicinales. Medicina Tradicional. 10:53-61.
50. IMEPLAM. 1980. Productos Farmacéuticos de plantas medicinales. Medicina Tradicional. 3 : 10 5-17.
51. IMEPLAM. 1986. Banco de Información en Xochitepec, Morelos.
52. 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.
53. Jones, L. R. y Stoddart, L. J. 1980. Biochemistry of seed dormancy and germination. North Holland Publishing Co. Amsterdam, Países Bajos.
54. 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.
55. Krugman, S.L. et al. 1974. Seed biology. In seed of Woody plant in the United States Agriculture Handbook. No 450.
56. Lawrence, G.A. 1963. Taxonomy of vascular plants. McMillan Co. New York, USA.

57. Lester, R.N. y Hanikes, J.G. 1979. The biology and taxonomy of the Solanaceae. Published for the Linnean Society of London by Academic Press. Inc. England. Pp 838.
58. Lewis, H. Memory P.F. y Elvin-Lewis. 1977. Medical Botany Plants Affecting Man's health. Awiley-Interscience Publication, Jhon Willey & sons. New York. Pp 515.
59. Litzinger, W.J. 1981. Ceramic evidence for prehistoric Datura use in North America. Journal of Ethnopharmacology 4: 57-74.
60. Martínez, M. 1939. Plantas Medicinales en México. Botas. 2da. edición. México. Pp 628.
61. Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de las plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. Pp 1120.
62. Mayer, A.M. y Poljakoff-Mayber, A. 1975. The germination of seeds. Perga Press. Greal Britain.
63. Meyer, B.S. y Anderson, D.B. 1946. Plant Physiology. D. Van Nostrand Co. Inc. New York, USA.
64. Menghini, A. y Venanzi, G. 1980. The effect of seeds of various medicinal plants. Annalidella Facolta di Agraria, Perugia 32 (2). University di Perugia, Perugia, Italy.
65. Miller, P.D. 1981. Fisiología Vegetal. UTHERA. México. Pp 453.
66. Morgan, P. 1980. Sunthetic. Growth Regulators: Potencial for development. Bot. Gaz. 141 (4) : 337-346.



67. Moreno, M.E. 1976. Manual para análisis de semillas. PRONASESAG. México.
68. Morton, F.J. 1977. Major medicinal plants botany, culture and uses. D.SC.,Fl. Charles C. Thomas Published. USA. Pp 431.
69. Niembro, R.A. 1980. Estructura y clasificación de semillas de especies forestales mexicanas . Depto. Bosques. UACH, Chapingo, México.
70. 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.
71. Organización Mundial de la Salud (OMS). 1978. Promoción y desarrollo de la medicina tradicional. Informes técnicos 622, Pp 345.
72. Pereida, V.F. 1941. O género Datura Em Belo Horizonte. (tesis de Licenciatura). Brazil.
73. Perry, D.A. 1981. Methodoly and application of vigour test. Handbook of vogour test metodos. The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
74. Pollock, M.B. y Kearns, T.V. 1961. Afterripening, rest, period and dormancy. Seeds The year book of Agriculture. USDA. USA.
75. Porter, C.L. 1967. Taxonomy of Flowering Plants. Ed. W.H. Freeman and Company. USA, Pp 346.
76. Reyes, C.P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. Trillas, México. Pp 345.

77. Robles, S.R. 1982. Terminología genética y fitogenética. Trillas, México. Pp 675.
78. Rojas, G.M. 1972. Fisiología Vegetal aplicada. McGraw. Hill, México. Pp 311.
79. Roig, J.T. 1980. Expediciones Botánicas de las estaciones, experimental de plantas medicinales. Rev. Cub. Farm. 14: 1 73-72.
80. Ruminska, A., Suchorka, K. y Wegharz, Z. 1979. Effect of giberellic acid on. Seed germination of some vegetable and medicinal plants. Acta Horticulturae No. 73. University of Agriculture. Warsaw, Poland.
81. Rzedowski, J. 1979. Flora fanerógama del Valle de México. CECSA, México. Pp 348.
82. Roys, R.L. 1931. The Ethnobotany of the Maya The Tulane No. 2. University of Luisiana. Middle Americana Research Series Publication. Pp 412.
83. Schultes, R.E.; Hofman A. 1979. Plantas de los DIoses. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. Pp 192.
84. Sinnot, E.W. y Wilson, K.S. 1983. Botánica. Principios y Problemas. 10a. edición, CECSA. México. Pp 584.
85. Stelferud, A. (Ed). 1961. Seeds. The year book of agriculture. USDA. USA.
86. Smith, R.L. 1979. Seed dormancy in Panicum maximum Jacq. Trop. Agric. (Trinidad). Vol. 56. No. 3.
87. Solórzano, V.E. 1980. Fenología y comportamiento de los componentes

- del rendimiento bajo condiciones ambientales contrastantes de 10 genotipos de haba (Vicia faba L.). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Pp 147.
88. Solórzano, M.C. 1980. Obtención de plantas de papa (Solanum tuberosum L.) vars. "Greta" y "López", libres de virus a partir del cultivo de ápices de tallo (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo, México.
  89. Stewart, J.A. 1979 Enciclopedia de las hierbas y de las plantas medicinales. De Vecchi, Barcelona, España, Pp 648.
  90. Taylor, C.E. 1952. Vegetative growth in relation to crop yield; Nature. 169: 339-400.
  91. Taylorson, R.B. y Hendricks, S.B. 1980/81. A nesthetic release of seed dormancy an overview. Israel Journal of Botany. Vol 29. The Weizzmann Science Press of Israel, Jerusalem.
  92. Terease, E. y Evans, C. 1977. Farmacognocia CECSA. México. Pp 1434.
  93. Toole, E.H. et al. 1956. Phisiology of seed germination. Ann. Rev. Plant Physiol. 7: 299.
  94. Vazquez, A.J. 1982. Fenología, rendimiento y componentes del frijol, trigo y caña de azúcar, como cultivos intercalados. (tesis de licenciatura) Universidad Autónoma Chapingo, México.
  95. Viveros, C. 1985. Cariotipos de cinco especies de Datura. (tesis de licenciatura) UNAM. México.
  96. Wallis, T.E. 1953. Practical Pharmacognosy. Sixth edition, Ed. J. & A. Churchill, LONDON. Pp 566.

97. Wiggins, I.L. 1980. Flora of Baja California. Stranford University Press. USA. Pp 1025.
98. Zolla, C. 1980. Traditional medicine in Latin America, with partical reference to México. Journal of Ethnopharmacology. 2: 37-41.
99. Zárate, A.M. 1984. Germinación de dos especies medicinales (Cuachalalate y Chaparro amargoso). (tesis de Licenciatura). UACH, México.

A P E N D I C E

APENDICE

CUADRO I: Resultados acumulativos del experimento de Gibberelinas 200 ppm sin escarificación para D. Inoxia Mill.

Fecha de siembra: 3 de octubre R: Radícula. P: Plántulas H: Hongos

Experimento	6-oct.			8-oct.			10-oct.			13-oct.			15-oct.			17-oct.			20-oct.			22-oct.			24-oct.		
	R	P	H	R	P	H	R	P	H	R	P	H	R	P	H	R	P	H	R	P	H	R	P	H	R	P	H
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	17	3	0	24	38	0	14	54	0	0	70	0	0	70	0
B	0	0	0	1	0	0	6	0	0	17	4	0	20	13	0	18	24	0	13	31	0	9	35	0	4	56	0
C	0	0	0	0	0	0	2	0	0	15	2	0	8	9	0	2	13	0	5	17	0	7	11	0	2	60	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	21	4	0	27	14	0	16	36	0	14	38	0	8	59	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	23	8	0	26	21	0	20	43	0	11	45	0	8	55	0
F	0	0	0	0	0	0	3	0	0	9	4	0	21	4	0	26	19	0	17	45	0	8	53	0	11	59	0
G	0	0	0	0	0	0	4	0	0	18	3	0	36	9	0	18	29	0	9	43	0	6	43	0	3	50	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	28	2	0	29	17	0	14	40	0	16	44	0	7	65	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	23	3	0	27	11	0	18	29	0	13	34	0	10	55	0
J	0	0	0	0	0	0	3	0	0	23	2	0	34	10	0	29	26	0	10	47	0	13	49	0	7	56	0

CUADRO II: Resultados acumulativos del experimento de Gibberelinas 200 ppm con escarificación física para D. Inoxia Mill.

Fecha de siembra: 3 de octubre R: Radícula P: Plántula

	6-octubre		8-octubre		10-octubre		15-octubre	
	R	P	R	P	R	P	R	P
A	11	0	74	0	62	20	58	38
B	9	0	82	0	58	11	67	31
C	14	0	81	0	58	9	58	31
D	15	0	77	0	66	10	47	49
E	7	0	75	0	47	28	41	51
F	7	0	87	0	46	35	36	53
G	28	0	90	0	72	4	88	7
H	11	0	80	0	65	7	59	32
I	17	0	85	0	91	9	78	18
J	16	0	96	0	64	29	52	42

CUADRO III: Resultados acumulativos del experimento de vapor directo con escarificación física para D. innoxia Mill

Fecha de siembra: 3 de octubre

R: Radícula

P: Plántula

	OCT/6		OCT/8		OCT/10		OCT/13		OCT/15		OCT/17		OCT/20		OCT/22		OCT/24	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
A	2	0	35	0	33	26	11	61	13	69	13	70	11	75	11	75	11	75
B	6	0	33	0	33	27	4	64	8	66	9	66	8	69	8	69	12	69
C	11	0	32	1	32	19	18	44	20	45	17	48	17	48	17	48	17	59
D	12	0	28	6	33	26	2	60	8	61	7	62	7	66	7	66	7	66
E	6	0	23	0	32	16	15	47	19	47	22	50	18	54	18	54	22	56
F	10	0	25	0	26	16	6	47	13	50	14	51	16	53	16	53	18	63
G	9	0	35	0	24	24	3	52	12	53	11	54	11	56	11	56	12	61
H	13	0	37	0	40	20	8	63	10	69	12	70	10	72	10	72	10	72
I	7	0	21	0	23	21	5	46	13	46	14	49	13	58	12	65	12	72
J	2	0	27	1	30	20	4	57	11	57	15	58	10	63	10	63	10	63

CUADRO IV: Resultados acumulativos del experimento de Giberelinas 600 ppm sin escarificación para D. stramonium L

Fecha de siembra: 3 de octubre

R: Radícula

P: Plántula

	OCT/6		OCT/8		OCT/10		OCT/13		OCT/15		OCT/17		OCT/20		OCT/22	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
A	12	0	21	3	31	5	31	9	33	11	40	12	41	14	41	18
B	13	0	20	4	25	5	32	8	36	10	41	11	41	13	45	16
C	21	0	23	2	27	6	35	9	43	12	47	12	49	14	51	14
D	15	0	25	1	29	4	32	7	35	9	42	9	47	10	47	20
E	16	0	23	1	33	3	35	5	40	7	45	8	49	10	55	13
F	10	0	19	3	27	4	31	7	42	9	47	11	49	13	53	15
G	10	0	21	4	29	6	33	7	40	9	45	12	49	13	54	15
H	8	0	20	3	27	5	33	8	42	9	47	13	51	14	51	18
I	11	0	22	1	29	3	36	5	42	7	48	8	51	10	55	14
J	9	0	18	3	27	4	35	6	45	8	48	10	54	12	54	16

CUADRO V: Resultados acumulativos del experimento de Gibberelinas 600 ppm con escarificación física para D. stramonium L.

Fecha de siembra: 3 de octubre

R: Radícula

P: Plántula

	OCT/6		OCT/8		OCT/10		OCT/13	
	R	P	R	P	R	P	R	P
A	72	0	60	18	29	41	55	41
B	62	0	77	3	45	12	86	12
C	64	0	50	28	72	28	78	28
D	60	0	55	23	22	23	63	30
E	66	0	62	24	12	26	66	26
F	69	0	64	35	16	42	58	42
G	62	0	63	23	12	45	50	45
H	69	0	60	20	4	30	62	30
I	66	0	60	36	16	57	43	57
J	52	0	61	19	5	51	42	51

CUADRO VI: Resultados acumulativos del experimento de vapor directo con escarificación física para D. stramonium L.

Fecha de siembra: 3 de octubre

R: Radícula

P: Plántula

	OCT/6		OCT/8		OCT/10		OCT/13		OCT/15		OCT/17		OCT/20		OCT/22	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
A	14	0	27	0	18	7	18	9	27	10	28	11	29	13	58	15
B	22	0	29	2	15	17	15	23	35	23	35	23	38	24	45	24
C	18	0	23	3	21	11	21	17	43	17	43	18	42	19	53	19
D	15	0	32	5	25	26	25	37	21	37	23	37	22	39	24	39
E	14	0	32	0	18	9	18	12	45	12	45	13	44	14	49	14
F	9	0	38	1	23	21	23	30	29	32	28	34	27	35	31	35
G	9	0	24	3	20	28	20	26	24	26	22	28	27	28	38	28
H	3	0	21	1	19	4	29	4	63	8	50	22	50	24	35	24
I	13	0	50	2	22	33	22	37	44	37	44	37	47	44	24	44
J	16	0	32	4	26	17	25	28	27	28	28	28	29	29	33	29



CUADRO VII: Resultados de germinación acumulativa del tratamiento de Giberelinas- - 200 ppm sin escarificación para D. wrightii Dunal.

Fecha de siembra: 3 de octubre

R: Radícula

P: Plántula

	OCT/6		OCT/8		OCT/10		OCT/13		OCT/15		OCT/17		OCT/20		OCT/22		OCT/24	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
A	0	0	0	0	0	0	5	0	19	4	25	6	11	27	14	27	8	51
B	0	0	0	0	0	0	19	0	36	9	49	19	8	62	6	67	23	74
C	0	0	0	0	3	0	7	0	31	6	48	14	6	66	2	71	10	75
D	0	0	0	0	0	0	8	0	25	5	38	10	9	50	7	54	2	62
E	0	0	0	0	1	0	9	0	22	3	29	8	9	34	8	39	7	58
F	0	0	0	0	0	0	8	0	35	5	37	11	14	42	4	52	12	59
G	0	0	0	0	3	0	17	0	20	10	15	17	8	20	12	35	8	71
H	0	0	0	0	0	0	6	0	25	5	35	7	16	39	10	47	17	55
I	0	0	0	0	1	0	1	0	15	0	45	2	10	46	9	53	10	63
J	0	0	0	0	1	0	11	0	54	6	68	9	0	77	2	77	5	77

CUADRO VIII: Resultados de germinación acumulativos del tratamiento de Giberelinas 200 ppm con escarificación física para D. wrightii Dunal

Fecha de siembra: 3 de octubre

R: Radícula

P: Plántula

	OCT/6		OCT/8		OCT/10		OCT/13		OCT/15	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
A	24	0	77	0	64	12	70	26	70	26
B	8	0	81	0	76	40	49	41	49	41
C	12	0	66	0	58	12	43	46	43	46
D	28	0	93	0	81	14	77	27	77	27
E	24	0	95	0	66	15	69	22	69	22
F	27	0	83	0	87	13	78	15	78	15
G	26	0	77	0	91	6	67	6	67	6
H	19	0	73	0	93	6	80	6	80	6
I	10	0	78	0	89	9	63	34	63	34
J	16	0	73	0	84	13	66	28	66	28

CUADRO IX: Resultados de la germinación acumulativa para el tratamiento de vapor - directo con escarificación física para D. wrightii Dunal.

Fecha de siembra: 3 de octubre

R: Radícula

P: Plántula

A	10	0	49	2	21	41	15	54	14	56	15	58	14	59	14	59	16	59
B	9	0	33	4	29	30	14	51	11	55	12	55	11	59	11	59	13	61
C	14	0	32	6	37	30	17	56	16	58	16	58	17	58	17	58	20	59
D	12	0	51	2	24	42	8	74	5	74	5	74	5	74	5	74	5	79
E	6	0	52	1	37	33	17	60	15	62	17	63	15	65	15	65	15	68
F	10	0	35	6	22	39	9	57	9	59	7	62	7	62	7	62	11	63
G	9	0	54	6	23	52	12	70	9	73	12	73	10	76	9	77	9	78
H	6	0	33	1	34	28	6	61	11	66	13	67	13	67	13	67	13	67
I	12	0	58	10	18	59	6	76	7	76	7	76	7	76	7	76	7	77
J	10	0	34	7	34	37	14	66	13	66	13	66	13	66	13	66	13	66

OCT/6	OCT/8	OCT/10	OCT/13	OCT/15	OCT/17	OCT/20	OCT/22	OCT/24
R	P	R	P	R	P	R	P	R
R	P	R	P	R	P	R	P	R

ANALISIS ESTADISTICO DE LA GERMINACION DE LOS RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS DEFINITIVOS PARA LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS.

W = Valor de significancia, obtenida por la prueba de Tukey.  
 $\bar{X}$  = Media.  
 $\alpha$  = 0.05

D. innoxia Mill.

Comparación de tratamientos Vs especie. Plántula.

$\bar{X}_1$  = 65.6 vapor c/escarificación  
 $\bar{X}_2$  = 58.5 gibelinas  
 $\bar{X}_3$  = 35.2 gibelinas c/escarificación

W= 10.801

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 65.6 - 58.5 = 7.1$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 65.6 - 35.2 = 33.4$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 58.5 - 35.2 = 23.2$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	≠
$\bar{X}_2$	=	=	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	≠

Radícula

$\bar{X}_1$  = 58.6 Giberelinas con escarificación

$\bar{X}_2$  = 13.1 Vapor con escarificación

W = 10.63

$\bar{X}_3$  = 5.9 Giberelinas

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 58.6 - 13.1 = 45.6$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 58.6 - 5.9 = 52.7$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 13.1 - 5.9 = 7.2$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

D. stramonium L.

Comparación de tratamientos Vs. especie.

Plántula

$\bar{X}_1$  = 36.2 giberelinas con escarificación.  
 $\bar{X}_2$  = 27.1 vapor con escarificación.  
 $\bar{X}_3$  = 15.9 giberelinas sin escarificación.  
W = 11.405

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 36.2 - 27.1 = 9.1$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 36.2 - 15.9 = 20.3$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 27.1 - 15.9 = 11.2$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	≠
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

Radícula.

$\bar{X}_1$  = 59.2 giberelinas con escarificación.  
 $\bar{X}_2$  = 50.6 giberelinas sin escarificación.  
 $\bar{X}_3$  = 39.0 vapor con escarificación.

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 59.2 - 50.6 = 8.6$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 59.2 - 39.0 = 20.2$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 50.6 - 39.0 = 11.6$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	≠
$\bar{X}_2$	=	=	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	=

D. wrightii. Dunal.

Comparación de tratamientos Vs. especie.

Plántula.

$\bar{X}_1$  = 67.7 vapor con escarificación.  
 $\bar{X}_2$  = 64.5 giberelinas sin escarificación  
 $\bar{X}_3$  = 25.1 giberelinas con escarificación

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 67.7 - 64.5 = 3.2$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 67.7 - 25.1 = 42.6$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 64.5 - 25.1 = 39.4$

W = 12.04

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	≠
$\bar{X}_2$	=	=	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	=

Radícula.

$\bar{X}_1$  = 66.3 giberelinas con escarificación.

$\bar{X}_2$  = 10.4 giberelinas con escarificación.

$\bar{X}_3$  = 9.0 vapor con escarificación

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 66.3 - 10.4 = 55.9$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 66.3 - 9.0 = 57.3$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 10.4 - 9.0 = 1.4$

W = 9.931

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

Comparación de especies Vs. tratamiento.

Giberelina con escarificación.

Plántula.

$\bar{X}_1$  = 36.2 D. stramonium.

$\bar{X}_2$  = 35.2 D. inoxia.

$\bar{X}_3$  = 25.1 D. wrightii

W = 15.438

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 36.2 - 35.2 = 1.0$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 36.2 - 25.1 = 11.1$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 35.2 - 25.2 = 10.1$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

Radícula.

$\bar{X}_1$  = 66.3 D. wrightii.

$\bar{X}_2$  = 59.2 D. stramonium.

$\bar{X}_3$  = 59.6 D. inoxia.

W = 15.09

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 66.3 - 59.2 = 7.1$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 66.3 - 58.6 = 7.7$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 59.2 - 58.6 = 0.6$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

Gibberelinas sin escarificación.

Plántula.

$$\bar{X}_1 = 64.5 \text{ D. } \underline{\text{wrightii.}}$$

$$\bar{X}_2 = 58.5 \text{ D. } \underline{\text{inoxia.}}$$

$$\bar{X}_3 = 50.6 \text{ D. } \underline{\text{stramonium.}}$$

$$W = 7.99$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 64.5 - 58.5 = 6.0$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 64.5 - 50.6 = 13.9$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 58.5 - 50.6 = 7.9$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	≠
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

Rádicula.

$$\bar{X}_1 = 15.9 \text{ D. } \underline{\text{stramonium.}}$$

$$\bar{X}_2 = 10.4 \text{ D. } \underline{\text{wrightii.}}$$

$$\bar{X}_3 = 5.9 \text{ D. } \underline{\text{inoxia.}}$$

$$W = 3.809$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 15.9 - 10.4 = 5.5$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 15.9 - 5.9 = 10.0$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 10.4 - 5.9 = 4.5$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	=

⊗

Vapor con escarificación.

Plántula.

$$\bar{X}_1 = 67.7 \text{ D. } \underline{\text{wrightii.}}$$

$$\bar{X}_2 = 65.6 \text{ D. } \underline{\text{inoxide.}}$$

$$\bar{X}_3 = 27.1 \text{ D. } \underline{\text{stramonium.}}$$

$$W = 8.989$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 67.7 - 65.6 = 2.1$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 67.7 - 27.1 = 40.6$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 65.6 - 27.1 = 38.5$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	≠
$\bar{X}_2$	=	=	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	=

Radícula.

$\bar{X}_1 = 39.0$  D. stramonium.

$\bar{X}_2 = 13.1$  D. innoxia.

$\bar{X}_3 = 9.0$  D. wrightii.

$w = 10.179$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 39.0 - 13.1 = 25.9$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 39.0 - 9.0 = 32.0$

$\bar{X} - \bar{x} = 13.1 - 9.0 = 4.1$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	+	+
$\bar{X}_2$	+	-	-
$\bar{X}_3$	+	-	-

ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS RESULTADOS FENOLOGICOS DE LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS (D. INOXIA MILL.; D. WRIGHTII DUNAL. Y D. STRAMONIUM L.)

W = valor de significancia obtenida por la prueba de Tukey.

$\bar{X}$  = media

a = 0.05

Altura promedio por muestreo (cada 3er día).

Estadio I

$\bar{X}_1$  = 1.66 D. stramonium

$\bar{X}_2$  = 0.68 D. inoxia

$\bar{X}_3$  = 0.59 D. wrightii

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 1.66 - 0.68 = 0.9857$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 1.66 - 0.59 = 1.0706$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 0.68 - 0.59 = 0.0849$

W = 2.142

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	-	-
$\bar{X}_2$	-	-	-
$\bar{X}_3$	-	-	-

Estadio II

$\bar{X}_1$  = 2.37 D. wrightii

$\bar{X}_2$  = 2.19 D. inoxia

$\bar{X}_3$  = 1.07 D. stramonium

W = 0.875

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 2.37 - 2.19 = 0.9778$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 2.37 - 1.07 = 1.2945$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 2.19 - 1.07 = 0.1167$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	-	-
$\bar{X}_3$	≠	-	-



Estadio III.

$\bar{X}_1 = 3.21$  D. stramonium  
 $\bar{X}_2 = 2.8634$  D. inoxia  
 $\bar{X}_3 = 2.3027$  D. wrightii

$W = 0.335$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 3.21 - 2.8634 = 0.347$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 3.21 - 2.3027 = 0.9077$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 2.8634 - 2.3027 = 0.5607$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	=

Estadio IV.

$\bar{X}_1 = 5.6231$  D. stramonium  
 $\bar{X}_2 = 3.574$  D. inoxia  
 $\bar{X}_3 = 2.224$  D. wrightii  
 $W = 1.211$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 5.6231 - 3.574 = 2.0491$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 5.6231 - 2.224 = 3.3991$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 3.574 - 2.224 = 1.35$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	=

No. de Nudos.

Estadio I.

$\bar{X}_1 = 1$  D. stramonium  
 $\bar{X}_2 = 1$  D. inoxia  
 $\bar{X}_3 = 1$  D. wrightii  
 $W = 0$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 1 - 1 = 0$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 1 - 1 = 0$   
 $\bar{X}_3 - \bar{X}_3 = 1 - 1 = 0$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

No. de Nudos

Estadio II

$\bar{X}_1$  = 11 D. wrightii  
 $\bar{X}_2$  = 7 D. inoxia  
 $\bar{X}_3$  = 3.2 D. stramonium  
 W = 2.219

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 11 - 7 = 4$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 11 - 3.2 = 7.8$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 7 - 3.2 = 3.8$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	-	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	-

No. de Nudos

Estadio III

$\bar{X}_1$  = 84.6 D. wrightii  
 $\bar{X}_2$  = 70.8 D. stramonium  
 $\bar{X}_3$  = 29.0 D. inoxia  
 W = 40.81

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 84.6 - 70.8 = 13.8$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 84.6 - 29 = 55.6$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 70.8 - 29 = 41.8$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	-	≠
$\bar{X}_2$	-	-	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	-

No. de Nudos

Estadio IV.

$\bar{X}_1$  = 186.6 D. wrightii  
 $\bar{X}_2$  = 99.0 D. stramonium  
 $\bar{X}_3$  = 40.0 D. inoxia  
 W = 70.54

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 186.6 - 99 = 87.6$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 186.6 - 40 = 146.6$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 99 - 40 = 59$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	-	-
$\bar{X}_3$	≠	-	-

No. de Ramas.

Estado I.

$\bar{X}_1$  = D. stramonium

$\bar{X}_2$  = D. inoxia

$\bar{X}_3$  = D. wrightii

W = 0

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 2 - 2 = 0$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 2 - 2 = 0$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 2 - 2 = 0$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	-	-
$\bar{X}_2$	-	-	-
$\bar{X}_3$	-	-	-

No. de Ramas

Estado II

$\bar{X}_1$  = 22 D. wrightii

$\bar{X}_2$  = 14 D. inoxia

$\bar{X}_3$  = 6.4 D. stramonium

W = 2.344

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 22 - 14 = 8$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 22 - 6.4 = 15.6$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 14 - 6.4 = 7.6$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	-	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	-

No. de Ramas

Estado III

$\bar{X}_1$  = 169.2 D. wrightii

$\bar{X}_2$  = 156 D. stramonium

$\bar{X}_3$  = 58 D. inoxia

W = 74.28

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 169.2 - 156 = 13.2$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 169.2 - 58 = 111.2$

$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 156 - 58 = 98$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	-	≠
$\bar{X}_2$	-	-	≠
$\bar{X}_3$	≠	≠	-

No. de Ramas

Estadio IV.

$\bar{X}_1$	=	374	D.	<u>wrightii</u>
$\bar{X}_2$	=	198	D.	<u>stramonium</u>
$\bar{X}_3$	=	80	D.	<u>inoxia</u>
W	=	139.19		
$\bar{X}_1$	-	$\bar{X}_2$	=	374 - 198 = 176
$\bar{X}_1$	-	$\bar{X}_3$	=	374 - 80 = 294
$\bar{X}_2$	-	$\bar{X}_3$	=	198 - 80 = 118

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

No. de Flores

Estadio II

$\bar{X}_1$	=	20	D.	<u>wrightii</u>
$\bar{X}_2$	=	11.2	D.	<u>stramonium</u>
$\bar{X}_3$	=	10	D.	<u>inoxia</u>
W	=	6.7		
$\bar{X}_1$	-	$\bar{X}_2$	=	20 - 11.2 = 8.8
$\bar{X}_1$	-	$\bar{X}_3$	=	20 - 10 = 10
$\bar{X}_2$	-	$\bar{X}_3$	=	11.2 - 10 = 1.2

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

No. de Flores

Estadio III

$\bar{X}_1$	=	109.2	D.	<u>stramonium</u>
$\bar{X}_2$	=	88.6	D.	<u>wrightii</u>
$\bar{X}_3$	=	31	D.	<u>inoxia</u>
W	=	86.21		
$\bar{X}_1$	-	$\bar{X}_2$	=	109.2 - 88.6 = 20.4
$\bar{X}_2$	-	$\bar{X}_3$	=	109.2 - 31 = 78.2
$\bar{X}_3$	-	$\bar{X}_3$	=	88.6 - 31 = 57.6

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

No. de Flores

Estadío IV.

$$\bar{X}_1 = 100 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 64.2 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$\bar{X}_3 = 56 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$W = 46.69$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 100 - 64.2 = 35.8$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 100 - 56 = 44$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 100 - 56 = 8.2$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	-	-
$\bar{X}_2$	-	-	-
$\bar{X}_3$	-	-	-

No. de Frutos

Estadío III

$$\bar{X}_1 = 33.8 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$\bar{X}_2 = 28.6 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_3 = 21.4 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$W = 33.81$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 33.8 - 28.6 = 5.2$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 33.8 - 21.4 = 12.4$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 28.6 - 21.4 = 7.2$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	-	-
$\bar{X}_2$	-	-	-
$\bar{X}_3$	-	-	-

No. de Frutos

Estadío IV

$$\bar{X}_1 = 56.8 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 47 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$\bar{X}_3 = 32 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$W = 81.39$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 56.8 - 47 = 9.8$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 56.8 - 32 = 24.8$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 47 - 32 = 15$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	-	-	-
$\bar{X}_2$	-	-	-
$\bar{X}_3$	-	-	-

Peso Seco de Tallo

Estado I

$$\bar{X}_1 = 0.01818 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 0.01332 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$\bar{X}_3 = 0.01038 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$W = 0.00814$$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 0.01818 - 0.01332 = 0.00486$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 0.01818 - 0.01038 = 0.0078$	=	=	=
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 0.01332 - 0.01038 = 0.00294$	$\bar{X}_2$	=	=
	$\bar{X}_3$	=	=

Peso Seco de Tallo

Estado II

$$\bar{X}_1 = 10.93 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 3.32 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$\bar{X}_3 = 1.75 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$W = 5.6404$$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 10.93 - 3.32 = 7.61$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 10.93 - 1.75 = 9.18$	=	≠	≠
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 3.32 - 1.75 = 1.57$	$\bar{X}_2$	=	=
	$\bar{X}_3$	≠	=

Peso Seco Estado III

de Tallo y Estado IV.

$$\bar{X}_1 = 35.6 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 23.8 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$\bar{X}_3 = 12.28 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$W = 8.88$$

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 35.6 - 23.8 = 11.8$	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 35.6 - 12.28 = 23.31$	=	≠	≠
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 23.8 - 12.28 = 11.51$	$\bar{X}_2$	=	≠
	$\bar{X}_3$	≠	=

Peso Seco de Hoja

Estadio I

$\bar{X}_1 = 0.0767$  D. inoxia  
 $\bar{X}_2 = 0.0437$  D. wrightii  
 $\bar{X}_3 = 0.03646$  D. stramonium  
W = 0.0487

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 0.0767 - 0.0437 = 0.033$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 0.0767 - 0.03646 = 0.0399$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 0.0437 - 0.03646 = 0.00724$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

Peso Seco de Hoja

Estadía II.

$\bar{X}_1 = 10.45$  D. stramonium  
 $\bar{X}_2 = 12.26$  D. inoxia  
 $\bar{X}_3 = 3.22$  D. wrightii  
W = 8.429

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 12.26 - 10.45 = 1.81$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 12.26 - 3.22 = 9.04$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 10.45 - 3.22 = 7.23$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	≠
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

Peso Seco de Hoja

Estadio III

$\bar{X}_1 = 31.23$  D. stramonium  
 $\bar{X}_2 = 21.97$  D. inoxia  
 $\bar{X}_3 = 12.15$  D. wrightii  
W = 22.0

$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 31.23 - 21.97 = 9.26$   
 $\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 31.23 - 12.15 = 19.08$   
 $\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 21.97 - 12.15 = 9.82$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

Peso Seco de Hoja

Estado IV

$$\bar{X}_1 = 44.81 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$\bar{X}_2 = 36.34 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_3 = 22.78 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$W = 9.216$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 44.81 - 36.34 = 8.47$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 44.81 - 22.78 = 22.03$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 36.34 - 22.78 = 13.75$$

$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
-	-	≠
-	-	≠
≠	≠	=

Peso Seco de Flores

Estado II

$$\bar{X}_1 = 1.64 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$\bar{X}_2 = 1.16 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$\bar{X}_3 = 1.08 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$W = 0.9397$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 1.64 - 1.16 = 0.48$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 1.64 - 1.08 = 0.56$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 1.16 - 1.08 = 0.08$$

$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
-	-	-
-	-	-
-	-	-

Peso Seco de Flores

Estado III

$$\bar{X}_1 = 7.04 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 4.0 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$\bar{X}_3 = 3.6 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$W = 6.26$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 7.04 - 4 = 3.04$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 7.04 - 3.6 = 3.44$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 4.0 - 3.6 = 0.4$$

$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$X_1$	-	-
$X_2$	-	-
$X_3$	-	-



Peso Seco de Flores

Estadfo IV

$$\bar{X}_1 = 9.01 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 3.16 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$\bar{X}_3 = 2.92 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$W = 3.41$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 9.01 - 3.16 = 5.84$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 9.01 - 2.92 = 6.09$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 3.16 - 2.92 = 0.24$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	≠	≠
$\bar{X}_2$	≠	=	=
$\bar{X}_3$	≠	=	=

Peso Seco de Frutos

Estadfo III

$$\bar{X}_1 = 18.54 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 10.9 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$\bar{X}_3 = 8.54 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$W = 11.77$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 18.54 - 10.9 = 7.63$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 18.54 - 8.54 = 10.0$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 10.9 - 8.54 = 2.36$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

Peso Seco de Frutos

Estadfo IV

$$\bar{X}_1 = 35.61 \quad \text{D. } \underline{\text{stramonium}}$$

$$\bar{X}_2 = 23.15 \quad \text{D. } \underline{\text{wrightii}}$$

$$\bar{X}_3 = 17.5 \quad \text{D. } \underline{\text{inoxia}}$$

$$W = 32.6$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 35.61 - 23.15 = 12.46$$

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_3 = 35.61 - 17.5 = 18.11$$

$$\bar{X}_2 - \bar{X}_3 = 23.15 - 17.5 = 5.65$$

	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$
$\bar{X}_1$	=	=	=
$\bar{X}_2$	=	=	=
$\bar{X}_3$	=	=	=

20

28

Biology

#### AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. FRANCISCO JAVIER FLORES VERDUGO, director del presente trabajo, por su colaboración, asesoría e interés durante todas las etapas de su realización.

A la BIOL. PESQ. RAQUEL BRISEÑO DUEÑAS, por su ayuda en el trabajo de campo y laboratorio así como sus atinadas críticas y valiosas sugerencias al presente estudio.

Al Dr. FERNANDO A. GONZALEZ FARIAS, por su colaboración en el trabajo de campo, en la obtención de datos y asesoría en el trabajo de laboratorio.

Al M. en C. ARTURO NUÑEZ PASTEN, al BIOL. PESQ. GONZALO MORALES ACOSTA, al BIOL. MAURICIO BLANCO C. y al Sr. MANUEL CORRAL G., por su entusiasta ayuda durante los muestreos.

A los BIÓLOGOS ISAIAS H. SALGADO UGARTE y JOSE LUIS GÓMEZ MARQUEZ, por la revisión, crítica y sugerencias al presente trabajo.

Al Dr. FELIPE VAZQUEZ y al G. HECTOR ALEXANDER V., quienes proporcionaron todas las facilidades para la cuantificación de los nutrientes.

Al CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, por el apoyo económico otorgado para la realización de esta Tesis.

A las BIÓLOGAS FLOR DELIA ESTRADA NAVARRETE, MONICA GONZALEZ ORTEGA y GUADALUPE RUTH GODINEZ GRACIAN, por su valiosa ayuda en la elaboración de figuras.

A la COMUNIDAD DE LIBERTAD No. 58, a todas y cada una de las personas que de alguna forma me brindaron su apoyo y colaboración para la total realización de esta investigación.