

48
2.ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIOS SOBRE LA GERMINACION Y PLANTACION
DE DOS ESPECIES UTILES EN LA RECUPERACION
DE SUELOS: Buddleia cordata Y Nicotiana glauca

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
CARLOS LUIS ELIZALDE LOPEZ



DIRECTOR: ING. AGRON. FRANCISCO CAMACHO MORFIN



MEXICO, D. F.,

1995

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Baule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"Estudios sobre la germinación y plantación de dos especies útiles
en la recuperación de suelos: Buddleia cordata y Nicotiana glauca"

realizado por Carlos Luis Elizalde López

con número de cuenta 8225677-3 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Ingeniero Agrónomo Francisco Camacho Morfin
Director de Tesis
Propietario M.enC. María Sol Robledo Y Monterrubio
Propietario M.enC. Joaquín Cifuentes Blanco
Propietario M.enC. Marco Antonio Montes Flores
Suplente FACULTAD DE CIENCIAS
Suplente Ing. Agr. Guadalupe Morales Vidal

[Handwritten signatures and notes]
Guadalupe Morales Vidal
Suplente
Ing. Agr. Guadalupe Morales Vidal

Comité Departamental de Biología
FACULTAD DE CIENCIAS
CONSEJO GENERAL
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

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

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

Es mi deseo hacer un especial reconocimiento al Ingeniero Francisco Camacho Morfín, quien trabajó infatigablemente con quien esto suscribe, para alcanzar este objetivo, a pesar de mis múltiples retrasos e incontables salidas en falso. Mis más humildes y sinceras gracias.

De igual forma expreso mis agradecimientos a la Biól. Beatriz Eugenia Ortega Ramos, quien tuvo a bien el mejoramiento de la tipografía computarizada del documento, y el entusiasmo que solía comunicarme. Del mismo modo, a la M. en C. Cecilia Nieto de Pascual Pola quien me brindo la oportunidad de introducirme al vasto campo forestal.

Así mismo me es particularmente grato hacer extensivo mi agradecimiento a los miembros del jurado, quienes colaboraron en la revisión técnica del manuscrito enriqueciendo con su amplia experiencia este estudio:

al M. en C. Joaquin Cifuentes Blanco, por su confianza, aprecio y formación científica;

a la Ing. Agrón. Guadalupe Morales Vidal, por compartir conmigo sus conocimientos en agronomía;

al M. en C. Marco Antonio Montes Flores, por sus valiosos comentarios en el campo de la fisiología vegetal; y

a la M. en C. Maria Sol Robledo y Monterrubio, por sus interesantes explicaciones acerca de los cánones científicos de la experimentación; quien además, me distingue con el honor de su inapreciable y generosa amistad.

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

C.L.E.L.
Coyoacan, D.F.

DEDICATORIA

**Al Lic. Carlos Elizalde Garnica y
a la profa. Guillermina López Cedillo**

Por siempre juntos...

**A mis hermanos siempre presentes:
Verónica, Adriana, y Ricardo**

**A esa tierna y atormentada alma,
cuyo paso por mi vida dejó una Estela
imborrable; cual si de Reyes se tratase,
cambió mi destino. Donde quiera que estes.**

Gracias a Dios,
que acabamos...

**ESTUDIOS SOBRE LA GERMINACION Y PLANTACION DE DOS ESPECIES UTILES
EN LA RECUPERACION DE SUELOS:
Buddleia cordata Y Nicotiana glauca**

I N D I C E

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCION.....	2
2.1 Marco internacional.....	2
2.2 Ambito Nacional.....	3
2.3 Importancia del estudio.....	5
3. OBJETIVOS.....	7
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
4. ANTECEDENTES.....	8
4.1 ASPECTOS BOTANICOS DE <u>Buddleia cordata</u>	8
4.1.1 Clasificación taxonómica.....	8
4.1.2 Nombres comunes.....	8
4.1.3 Descripción de la especie.....	8
4.1.4 Fenología.....	9
4.1.5 Distribución.....	11
4.1.6 Usos.....	11
4.1.7 Propagación.....	12
4.2 ASPECTOS BOTANICOS DE <u>Nicotiana glauca</u>	14
4.2.1 Clasificación taxonómica.....	14
4.2.2 Nombres comunes.....	14
4.2.3 Descripción de la especie.....	15
4.2.4 Fenología.....	16
4.2.5 Distribución.....	16
4.2.6 Usos.....	18
4.2.7 Propagación.....	19
4.3 GERMINACION.....	20
4.3.1 Definición.....	20
4.3.2 Efecto de la temperatura sobre la germinación.....	21
4.3.3 Efecto de la luz sobre la germinación.....	21
4.3.4 Efecto de las características de la luz sobre la germinación.....	22
4.3.5 Efecto de la profundidad de siembra sobre la germinación.....	23

5. MATERIALES Y METODOS.....	25
5.1 MATERIAL BIOLÓGICO.....	25
5.2 CANTIDAD DE SEMILLAS POR UNIDAD DE PESO Y DE VOLUMEN.....	25
5.3 EXPERIMENTOS EN LABORATORIO.....	26
5.3.1 Tratamientos.....	26
5.3.2 Unidad experimental.....	27
5.3.3 Preparación de soluciones de fitoreguladores.....	27
5.3.4 Diseño experimental.....	28
5.3.5 Evaluaciones.....	28
5.3.6 Análisis estadístico.....	28
5.4 EXPERIMENTO EN INVERNADERO.....	30
5.4.1 Método de siembra.....	30
5.4.2 Ensayos de agujas para siembra	30
5.4.3 Tratamientos.....	31
5.4.4 Unidad experimental.....	31
5.4.5 Diseño experimental.....	33
5.4.6 Incubación.....	33
5.4.7 Evaluaciones.....	33
5.5 PLANTACION EN CAMPO.....	34
6. RESULTADOS.....	36
6.1 Número de semillas en relación con las unidades de peso y volumen.....	36
6.2 Importancia de la luz, los fitoreguladores y su interacción en la germinación de las semillas de tepozán a varias temperaturas.....	36
6.3 Fotosensibilidad y termosensibilidad germinativa en <i>B. cordata</i>	37
6.4 Importancia de la luz, los fitoreguladores y interacción en la germinación de las semillas de tabaquillo a varias temperaturas.....	39
6.5 Fotosensibilidad y termosensibilidad germinativa en <i>N. glauca</i>	39
6.6 Evaluación de las agujas para realizar la siembra.....	41
6.7 Emergencia de tepozan y tabaquillo en suelo en relación con la cantidad de semillas sembradas.....	42
6.8 Establecimiento de Tepozán y Tabaquillo en terrazas.....	46
7. DISCUSION.....	48
8. CONCLUSIONES.....	53
9. LITERATURA CONSULTADA.....	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Relación del número de semillas por unidad de peso y volumen en tepozán (<u>Buddleia cordata</u>) y en Tabaquillo (<u>Nicotiana glauca</u>).....	36
Cuadro 2. Significancia observada de las relaciones de varianzas (F) en el efecto de la luz y la giberelina sobre la germinación de semillas de <u>Buddleia cordata</u> de dos colecciones.....	37
Cuadro 3. Germinación de semillas de dos colecciones de <u>Buddleia cordata</u> a 20°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).....	37
Cuadro 4. Germinación de semillas de dos colecciones de <u>Buddleia cordata</u> a 25°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).....	38
Cuadro 5. Germinación de semillas de <u>Buddleia cordata</u> procedentes de Coyoacán, D. F. a 30°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).....	38
Cuadro 6. Germinación de semillas de <u>Buddleia cordata</u> procedentes de Cuautitlán, Méx a 30°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).....	39
Cuadro 7. Significancia observada de las relaciones de varianzas (F) en el efecto de la luz y la giberelina sobre la germinación de semillas de <u>Nicotiana glauca</u>	40
Cuadro 8. Germinación de semillas de <u>Nicotiana glauca</u> procedentes de Naucalpan, Méx a 20°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).....	40
Cuadro 9. Germinación de semillas de <u>Nicotiana glauca</u> procedentes de Naucalpan, Méx a 25°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).....	41

Cuadro 10. Germinación de semillas de <u>Nicotiana glauca</u> procedentes de Naucalpan, Méx a 30°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).....	41
Cuadro 11. Semillas de <u>Buddleia cordata</u> y de <u>Nicotiana glauca</u> depositadas sobre papel filtro al tomarlas con agujas humedecidas en los 2 mm de sus puntas.....	42
Cuadro 12. Significancia de las relaciones de varianzas (F) en el número de plantas por celda y el número de celdas llenas en lotes de <u>Buddleia cordata</u> y <u>Nicotiana glauca</u>.....	42
Cuadro 13. Porcentaje de celdas con planta a los 12 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.....	43
Cuadro 14. Porcentaje de celdas con planta a los 20 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.....	44
Cuadro 15. Porcentaje de celdas con planta a los 36 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.....	44
Cuadro 16. Número de plantas por celda a los 36 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.....	45
Cuadro 17. Desviación típica del número de plantas por celda a los 36 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Buddleia cordata</i> HBK.....	10
Figura 2. Esquema de <i>Nicotiana glauca</i> Graham.....	17
Figura 3. Diagrama de flujo de la instalación de uno de los doce experimentos de laboratorio.....	29
Figura 4. Charola multiceldas. Esquema del experimento realizado en invern- dero.....	32
Figura 5. Esquema de la plantación realizada en siembra al tresbolillo.....	35

1. RESUMEN

La regeneración de los suelos erosionados de la altiplanicie mexicana, requiere emplear plantas capaces de colonizarlos, entre las que se encuentran el tepozán (*Buddleia cordata*) y el tabaquillo (*Nicotiana glauca*), arbolillos que crecen espontáneamente en gran parte del país. Sin embargo el desconocimiento que se tiene acerca de su propagación, dificulta aprovechar las cualidades de estas plantas, cuyas semillas son tan pequeñas que en un kilogramo se tienen aproximadamente 55 millones en el tepozán, y alrededor de 25 millones en el tabaquillo.

Para contribuir a la solución que plantea el problema de su propagación, se hizo una serie de experimentos que incluyeron: siembras en incubadora, un ensayo de producción en invernadero y el establecimiento de una plantación en terrazas.

Se evaluó la presencia de foto y termosensibilidad germinativa, que es común en semillas pequeñas, mediante siembras experimentales en cajas de Petri a 20, 25, 30 y 35°C, realizadas de manera que la mitad de las siembras dispusieron de luz y el resto se mantuvieron en oscuridad. Con el fin de establecer si las exigencias de luz se podían eliminar aplicando reguladores de crecimiento, se probó el empleo de giberelina (1000 ppm) y tiourea (2%).

Como rasgos en común, en ambas especies se encontró que no hubo germinación tanto al incubar a 35°C, como con la aplicación de tiourea. Así mismo, en el resto de las temperaturas evaluadas la luz favoreció la germinación, especialmente en el tabaquillo, el cual no germinó en oscuridad cuando se regó con agua. Como diferencias, se encontró que en el tepozán la mayor germinación se logró a 20 y a 25°C, en cambio en el tabaquillo se obtuvo a 25 y a 30°C, además de que la giberelina fue perjudicial para la primera especie, mientras que en el tabaquillo, favoreció la germinación ya que permitió que se realizara en oscuridad y reforzó el efecto estimulante de la luz.

El experimento en invernadero consistió de una siembra en almácigos multiceldas, depositando las semillas con una espina terminal de maquey ligeramente humedecida, se evaluó el número de aplicaciones de semillas con aguja, en combinación con cuatro lotes de semillas: dos colecciones de semillas de tepozán de diferente procedencia, uno de semillas de tabaquillo sin tratar y otro de semillas de tabaquillo previamente remojadas 24 h en una solución de giberelina 1000 ppm por 24 h. Se encontró que en la primera especie, el éxito de las siembras dependió de emplear una colección de semillas vigorosas. En el tabaquillo la giberelina produjo una germinación más veloz.

La plantación se realizó con las especies estudiadas dispuestas en terrazas formadas con materiales de acarreo. A los dos años se logró una buena supervivencia, con plantas de 2 m de altura en el tepozán y de 3 m en el tabaquillo.

2. INTRODUCCION

2.1 Marco internacional.

El estado de los recursos naturales en nuestro país se ha convertido en una preocupación constante, ya que las condiciones económicas han propiciado que los grupos mas necesitados, tanto rurales como urbanos, hagan uso de los mismos enfrentando una competencia desigual con el sector industrial, quien explota estos recursos sin tomar en consideración las consecuencias para el medio. Los actuales modelos de producción imponen un precio muy alto al desarrollo a expensas de la naturaleza, pues el crecimiento económico basado en el ejercicio de las actividades productivas requiere la explotación de las reservas naturales en la medida que el mantenimiento de dicho crecimiento lo exige, conduciendo en la práctica a un aprovechamiento irracional.

Actualmente existe la confrontación entre dos posiciones: la que sostiene la preservación a ultranza, generalmente calificada de "ambientalista", y la otra que considera a los recursos naturales como un medio para el desarrollo. Dentro de este contexto, los planteamientos que sostienen la línea del Desarrollo Sustentable lo ubican como una alternativa viable.

Expertos en la materia como Tom Bandolin representante de la Sociedad para la Vida Silvestre (WS) y Christopher Vaughan, quien trabaja desde hace 20 años en Costa Rica en manejo de recursos naturales, coinciden en señalar que la conservación de las reservas naturales debe realizarse a través de un manejo integral, el cual debe considerar tanto a las comunidades y sus tradiciones culturales como a la naturaleza.

De igual forma, las opiniones de un nutrido y destacado grupo de investigadores nacionales, que de tiempo atrás vienen trabajando en el área, hacen razonable considerar que la conservación de los recursos y su aprovechamiento, debe efectuarse mediante algún tipo de manejo, procurando al mismo tiempo un equilibrio entre el medio y la explotación para no caer en el agotamiento de los mismos como ha sido práctica frecuente desde la conquista de México.

A este respecto en junio de 1992 se llevó a cabo la Cumbre Eco 93 de Río de Janeiro, a la que asistieron 157 países además de la comunidad Económica Europea. En la cumbre los participantes se comprometieron a respetar la biodiversidad de los ecosistemas, el uso "razonable" tanto de vegetales y animales así como del agua, los suelos y el aire. Como resultado de esta reunión de jefes de Estado, surgió el Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable denominado Agenda 21. A raíz de dicho documento - en el que los países en vías de desarrollo se manifestaron incapaces de hacer frente a la protección de sus ecosistemas - se propuso el inicio de planes emergentes encaminados a la recuperación de la biodiversidad. (La jornada, 1994).

En tales circunstancias la Organización de las Naciones Unidas, a través del Banco Mundial y con el apoyo de los países desarrollados, creó el fondo denominado Global Environmental Facilities conocido como GEF, con el objetivo de financiar programas de conservación de la biodiversidad en ecosistemas con algún estatus de protección.

Si bien, en esta perspectiva internacional, los esfuerzos orientados a la conservación de ambientes, como es el caso del Sistema Nacional de Areas Protegidas, SINAP (SEDESOL-INE 1993), contemplado en la Ley Federal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (SEDUE, 1988), son apoyados desde el exterior a través de financiamientos, no se debe descuidar el hecho de que fuera de estas áreas naturales protegidas, existen numerosos y variados ecosistemas susceptibles de aprovechamiento y que requieren no solo preservación, sino antes aun, necesitan ser recuperados, pues una gran extensión del territorio nacional se ve profundamente afectada por problemas de erosión, mientras que la superficie total de Areas Protegidas representa alrededor del 5 %.

2.2 Ambito Nacional.

En muchas regiones de nuestro país las malas prácticas de explotación agrícola, pecuaria y forestal, que se han fomentado a través del tiempo, han ocasionado la destrucción de la cubierta vegetal y la pérdida de la capa superficial de los suelos. En muchos casos el proceso es tan severo que da como resultado el afloramiento de la capa parental del suelo, que en México se denomina tepetates, lo cual propicia principalmente la creación de grandes extensiones de terreno improductivo.

La distribución de afloramiento de tepetates en la República Mexicana muestra que la mayor parte de los mismos se ubican dentro de las dos grandes sierras que conforman el país, es decir a todo lo largo de la altiplanicie; una pequeña parte al norte de la vertiente del Golfo; otra al noroeste del estado de Sonora y a lo largo de la Península de Baja California (Flores, et al. 1990).

Conservadoramente se estima que el 30 % de los suelos del país presenta fases cementadas o compactadas, las cuales generalmente presentan síntomas de erosión, lo que equivale a tener tepetates en un 30 % en todo el territorio nacional con la consecuente posibilidad de un incremento en los mismos (idem).

Sobre este particular, Mass y García (1990), señalan que los problemas por erosión hídrica en México son cada vez mas serios; así mismo, mencionan que la opinión de especialistas internacionales sobre el tema coincide en que México es uno de los países latinoamericanos con los problemas mas severos por erosión hídrica.

Una alternativa para evitar la erosión en tepetates y en general en suelos con una incipiente degradación, es la implementación de medidas preventivas o bien estrategias de recuperación mediante el establecimiento de especies vegetales que protejan al suelo de la acción de los agentes erosivos como la lluvia y el viento. Sin embargo, debido a la compactación y dureza de los tepetates, es difícil el establecimiento de la vegetación, por lo que se hace necesario identificar aquellas especies que logren sobrevivir en esas condiciones.

En este sentido, los esfuerzos que el Gobierno Federal ha emprendido han sido a través de diferentes instancias gubernamentales como es el caso de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, y sus diversos programas de mejoramiento de ecosistemas, en los cuales se ve reflejada la necesidad de contrarrestar los efectos nocivos de una infructuosa administración en materia de recursos naturales.

Así mismo organismos públicos, paraestatales y descentralizados promueven trabajos de plantaciones, por ejemplo, la Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos y Departamento del Distrito Federal, entre otras comisiones Federales y Estatales descentralizadas, además de organismos enfocados a la protección y fomento de los recursos del campo.

Según Bonilla y Carrillo (1985), se llevan a cabo plantaciones forestales en mayor o menor escala en casi todas las entidades de la República Mexicana, con diversos objetivos, y en algunos casos con resultados poco satisfactorios por falta de apoyo técnico, financiero y político, ya que generalmente se les da preferencia a las actividades agropecuarias, quedando rezagadas las acciones de protección y fomento del recurso; sin embargo en las últimas décadas se ha dado cierto impulso a estas actividades a instancias del Gobierno Federal. Es así que se han desarrollado diferentes tipos de plantaciones las cuales se manejan de acuerdo a objetivos específicos. Las hay de uso industrial, clasificadas en maderables y no maderables, cuyo objetivo primordial es la producción de materia prima para las industrias. Otro tipo de plantaciones son las forestales con fines diversos como protección del suelo, el agua, la fauna silvestre y en general, para equilibrar el entorno en las áreas que lo requieran como son las cortinas rompevientos, cercas vivas, control de cárcavas y mejoradoras o recuperadoras de suelo entre otras; todas ellas destinadas finalmente al apoyo de las actividades agropecuarias.

En este marco, las plantaciones forestales que se han venido realizando centran sus objetivos en la protección y recuperación de suelos, utilizando en su establecimiento diversas técnicas y métodos de plantación con diferentes especies en una gran variedad de suelos; en muchos de los casos se desconoce la respuesta de dichas plantaciones, en lo que se refiere al grado de supervivencia, características dasométricas desarrolladas y determinación de características propicias de crecimiento para cada especie (Pedraza y Rodríguez, 1985).

Cabe destacar que las especies para reforestación y recuperación de suelos más usadas en los últimos sexenios, han sido entre otros: pinos nativos, eucaliptos, casuarinas, y pirules (Castaños, 1994; Martínez y Chacaló, 1994).

Si bien reforestar con dichos árboles, ha dado resultados medianamente satisfactorios, no ha sido así a largo plazo. En el caso particular de la recuperación de suelos con este tipo de vegetación, los resultados son poco exitosos ya que la repoblación forestal en sitios erosionados constituye una empresa lenta y difícil si el suelo no se rehabilita antes de plantar, ya que un medio con factores abióticos limitantes compromete la supervivencia.

Por tanto en la práctica y a fin de lograr un mejor establecimiento se requiere de intercalar un estrato arbustivo (Camacho y González, 1994) que a la vez sea compatible con las condiciones microambientales generadas por la misma plantación (Castaño 1994).

2.3 Importancia del estudio.

Procurando ajustarse dentro de la perspectiva de trabajo planteada, en la presente investigación se trabajaron dos especies que han demostrado tener la capacidad para crecer o colonizar lugares erosionados, además de permitir una adecuada asociación con la vegetación existente.

Las especies Buddleia cordata H.B.K. y Nicotiana glauca Graham, son plantas que han probado ser eficientes en la estabilización de sitios alterados, cuya capacidad de supervivencia, ha quedado demostrada a través de experimentos (Garzón, 1988; Camacho y González, 1993).

El tepozán, (Buddleia cordata), es una Loganiaceae arbustiva o arbórea que habita en los valles altos del centro de México, sobre todo en sitios perturbados (Vargas, 1985). Por su producción de hojarasca y su capacidad para crecer en lugares erosionados y pedregosos (Garzón, 1988), es útil en la regeneración de suelos.

Por su parte, el tabaquillo (Nicotiana glauca), es una Solanaceae potencialmente útil en la regeneración de suelos erosionados, pues se trata de un arbusto o arbolillo siempre verde de rápido crecimiento, especialista en establecerse en terrenos recién removidos y sitios pedregosos, (Morfin, et al. 1991).

Estas plantas, son de las primeras en colonizar distintos ambientes, incluyendo aquellos sitios drásticamente modificados (Hernández, 1981), a los cuales tiene la propiedad de estabili-

zar. Lo cual permite a la postre el arribo de otras especies una vez que han sido creadas condiciones mas propicias para ello, proceso conocido como facilitación (Begon, *et al.* 1987); de tal forma que contribuyen en parte con el desarrollo natural de la sucesión vegetal del lugar, promoviendo la sucesión primaria en unos casos, o bien participando en procesos de sucesión secundaria en otros.

Una de las preocupaciones fundamentales de este estudio fue profundizar en el conocimiento del manejo y la propagación; tarea que permitió considerar varios procesos a diferentes niveles: partiendo del estudio en laboratorio de las exigencias de luz y temperatura para la germinación, siguiendo con la producción de planta en vivero, y finalmente el establecimiento de una plantación, practicando consecuentemente un seguimiento del desarrollo de la misma.

Los esfuerzos del presente trabajo tuvieron la intención de contribuir al conocimiento de estas especies forestales y promover un mejor aprovechamiento a futuro de este modesto pero útil recurso.

3. OBJETIVOS :

3.1. GENERAL:

Generar directrices para realizar la propagación de Nicotina glauca y Buddleia cordata mediante semillas.

3.2. PARTICULARES:

- Determinar el número de semillas por unidad de peso y volumen de las especies trabajadas.
- Conocer la respuesta germinativa de las especies trabajadas a la temperatura de incubación y a la disponibilidad de luz.
- Establecer la respuesta germinativa a la aplicación de reguladores de crecimiento en relación con las condiciones térmicas y lumínicas.
- Evaluar un método de producción en vivero de tepozán y tabaquillo basado en la siembra con aguja, empleando charolas multiceldas con tierra, en condiciones de invernadero.
- Observar el establecimiento de una plantación con ambas especies en una obra de recuperación de suelos.

4. ANTECEDENTES

4.1 ASPECTOS BOTANICOS DE Buddleia cordata H. B. K.

4.1.1 Clasificación Taxonómica.

De acuerdo con el sistema de clasificación de Cronquist tomado de Jones (1988), se tiene la siguiente ubicación:

División:.....Magnoliophyta
Clase :.....Magnoliopsida
Subclase:.....Asteridae
Orden :.....Gentianales
Familia :.....Loganiaceae
Género :.....Buddleia
Especie :.....cordata

4.1.2. Nombres comunes

En México varias especies del género Buddleia tienen el nombre común de Tepozán, otras denominaciones populares encontradas para Buddleia cordata fueron (INCA, 1982; Martínez, 1978; Martínez y Chacaló 1994):

Axixcuauhuitl (nombre náhuatl que significa "árbol de la orina")

Tepozán

Tepoza'

Tepozán blanco (Guanajuato).

Zompantle

4.1.3. Descripción de la especie

Los datos que se presentan a continuación se tomaron de Martínez (1978, 1979) y Vargas, (1985).

a) **Forma:** árbol o arbusto de 1 a 20 m de alto; dioico; tallos tetraangulares y densamente tomentoso-estrellados en las ramas jóvenes;

b) **Hojas:** enteras, opuestas con líneas estipulares o en ocasiones con estipulas foliosas, peciolo de 1 a 7 cm de largo, limbo lanceolado, oblongo, ovado o elíptico, de 5.5 a 30 cm de largo, con una anchura de 1.5 a 10.5 cm de ancho, ápice agudo, acuminado o largamente acuminado, margen entero, serrado, serrulado, irregularmente serrulado o en ocasiones dentado, base

redondeada, obtusa, cuneada, cordada, truncada o raramente atenuada o oblicua, venación muy prominente en el envés, textura algo coriácea, pubescencia de pelos estrellados, muy densa en el envés, de color blanco brillante, caduca con el tiempo, esparcidamente pubescente en el haz; cuando las hojas se frotran despiden un olor ligeramente alcanforado.

c) Flores: agrupadas en inflorescencias formada por grandes panículas terminales de (4) 14 a 25 (32) cm de largo, ramificadas de 2 a 4 veces y con brácteas en cada ramificación; flores pequeñas cortamente pendunculadas, blancas o amarillentas, campanuladas, cáliz tomentoso, de 1.5 a 3 mm de largo, corola de 3 a 4 mm de largo con lóbulos más largos que el tubo, oblongos y extendidos, imbricados en el botón, pubescentes interna y externamente estambres subsésiles o con filamentos cortos y fuertes ovario ovoide, estilo conspicuo, estigma claviforme, muy ligeramente bilabiado.

d) Fruto: su forma va de ovoide a elipsoide, de 2.5 a 6 mm de largo por de 1.5 a 4 mm de diámetro, con dehiscencia septicida y loculicida, con numerosas semillas.

e) Semillas: aladas, de 1 a 1.5 mm de largo por de 0.2 a 0.4 mm de ancho (Fig. 1).

4.1.4 Fenología.

El tepozán es una especie perennifolia con hojas maduras durante todo el año, cuya pérdida ocurre sincrónicamente con la producción de hojas jóvenes (Meave, *et al.* 1994). Aunque puede sufrir una reducción notable de la cantidad de hojas presentes, hacia el final de la temporada seca en suelos con baja capacidad de almacenamiento de humedad (obs. personal).

En el pedregal de San Angel, D. F., la floración se realiza en su mayor parte durante la temporada de lluvias, de junio a octubre; la fructificación comienza al final del período de lluvias, los frutos en estadios juveniles se presentan desde septiembre; a partir de octubre y hasta febrero se presentan los frutos maduros en los que va ocurriendo la dehiscencia (Meave, *et al. op. cit.*).

Hernández (1984) en muestras de suelo tomadas del Pedregal de San Angel D. F., encontró semillas viables de *Buddleia cordata* a lo largo del año, y que esta planta es uno de los principales componentes del banco permanente de semillas de la localidad. Este autor encontró las mayores cantidades de semilla germinables de tepozán en la época de secas, de diciembre a junio; en agosto detectó una fuerte disminución del número de semillas germinables en suelo. En ese mes la germinación de las semillas en muestras de suelo, en condiciones de invernadero, se presentó en forma intermitente, a partir de los 45 días para culminar hasta los 365 días.

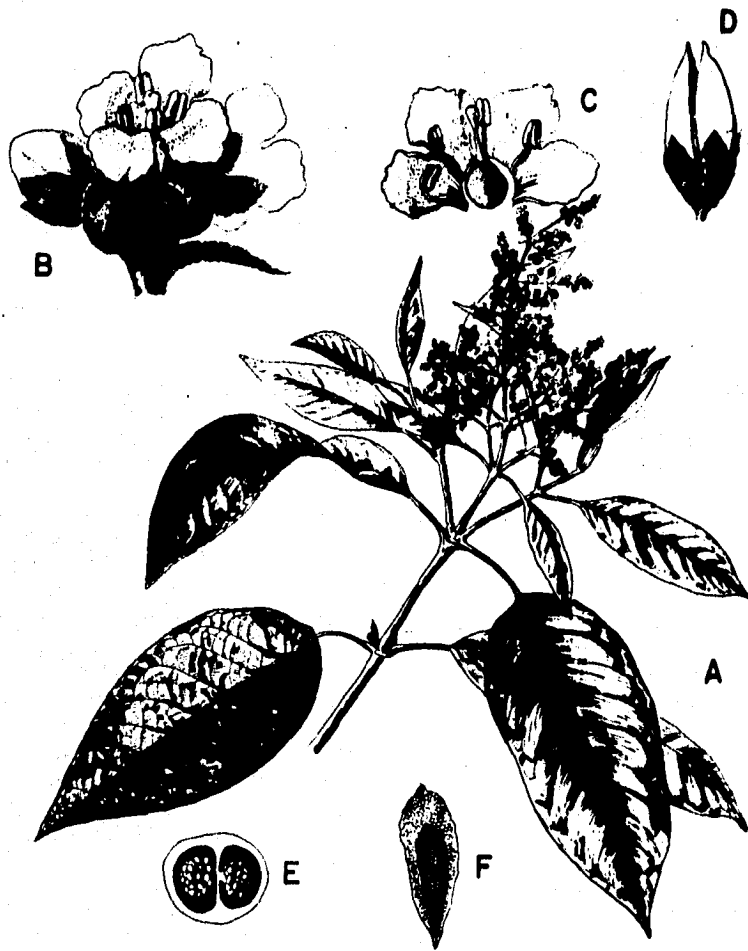


Figura 1. *Buddleia cordata* HBK. Mostrando: A. Rama con inflorescencias; en B. Flor y botón; C. Disección de la flor; D. El fruto maduro; E. Corte transverso de ovario; F. La semilla (Adaptado de Vargas, 1985).

4.1.5 Distribución:

El género Buddleia tiene distribución pantropical, existen unas 20 especies en México y 5 en el valle de México. Esta especie está dividida en dos subespecies, de las cuales sólo la típica habita en el Valle de México en diversas localidades: Cañada de Contreras, Desierto de los Leones, Xitle, Texcoco, Cerro de Santa Catarina y Pedregal de San Angel. B. cordata presenta alt. 2250-3000 m. en matorrales, pastizales y bosques, pero preferentemente en la vegetación secundaria y en lugares intensamente perturbados, incluyendo zonas urbanas. Buddleia cordata tiene amplia distribución de Chihuahua a Tamaulipas y Guatemala. (Martínez, 1979; Rzedowski y Rzedowski, 1985; Vargas, 1985; Valiente y Luna, 1994).

4.1.6 Usos:

Soberón, et al. (1994) considera que Buddleia cordata es una especie clave en el Pedregal de San Angel, pues no solo está a punto de convertirse en la especie dominante, sino por contribuir grandemente al mantenimiento de la entomofauna.

Dentro del plan de manejo de la Reserva Ecológica el Pedregal de San Angel, se tiene planeada reforestación con el tepozán (Rojo, 1994).

Buddleia cordata desde un punto de vista ecológico, representa un importante eslabón en las comunidades en que se presenta, pues constituye una de las más importantes fuentes de alimento para los insectos durante todo el año (Cano, 1994).

Luevanos, et al. (1991) encontró que el follaje de Buddleia sp. es un alimento importante del venado cola blanca y de las cabras en clima seco en la Sierra de la Mojonera, Vanegas, San Luis Potosí, México.

Martínez y Chacaló (1994) mencionan que es una especie arbórea adaptada a terrenos pedregosos, que se desarrolla en suelos pobres y perturbados; la agrupan además dentro de las especies tolerantes al bióxido de azufre, por lo que es posible usarse para arbolar calles y parques urbanos, en los que puede tolerar la poda de conformación para lograr la forma de arbusto o árbol según se requiera.

Rosales y Camacho (1986) mencionan que esta planta tiene la capacidad de colonizar áreas tepetatosas (afloramientos de tova volcánica) en Naucalpan, Edo. de México.

Respecto al empleo del tepozán en reforestación en áreas erosionadas, Camacho y González (1993) describen un experimento realizado en San Bartolo Matlalohcan, Tlaxcala, en que se evaluó el establecimiento del tepozán en afloramientos de tova volcáni-

ca; la plantación se realizó en julio de 1980 y la evaluación se realizó en 1991, encontrando que *B. cordata* tuvo una supervivencia de 88 %, con una altura promedio de 100 cm, y una cobertura de copa por individuo de 1.5 m².

En este mismo experimento, Guerra y Garzón (1992) encontraron que en el suelo de las parcelas en que se estableció el tepozán, se incrementaron los contenidos de materia orgánica (0.44 %) y de nitrógeno (0.021 %), y se tenían depositados sobre el suelo 105 gr de hojarasca, en peso seco por planta.

Martínez y Chacaló (1994) mencionan que según datos recogidos por frailes estudiosos de las costumbres de los antiguos mexicanos, la corteza, las hojas y las raíces se utilizaban para regular la digestión, contener hemorragias nasales, estimular la secreción de orina, bajar la fiebre y purificar el cuerpo. Aplicadas en emplastos servían para reducir la inflamación de los ojos y deshacer tumores (inflamaciones) y abscesos. Según Vargas (1985), sus hojas se utilizan en infusión para evitar el exceso de sudor.

En medicina popular, el Tepozán se emplea tanto en animales como en humanos (Ramírez, 1937). Se usa la raíz, cuyo cocimiento se estima como diurético, especialmente en casos de hidropesía. Un cocimiento de las hojas y raíz se emplea para lavar llagas. Tanto en hojas como en la corteza y la raíz se ha encontrado un alcaloide en la proporción de 2.03%, 1.56% y 2.83% en peso seco respectivamente; el extracto tiene un efecto marcadamente diurético (Martínez, 1978). La madera del tepozán se emplea frecuentemente como leña.

4.1.7 Propagación

Se considera que el tepozán tiene exigencias de luz para germinar, debido al pequeño tamaño de las semillas, en un Kg se han contabilizado unos 45 millones de ellas, y a que la emergencia de las semillas únicamente se presenta en siembras realizadas superficialmente (Camacho y Contreras, 1992; Rosales y Camacho, 1986; González y Camacho, 1994).

Vázquez y Orozco (1990) trabajaron con semillas de tepozán colectadas en el Pedregal de San Angel, encontrando que en obscuridad no se obtuvo germinación a temperaturas constantes de 25 C y en temperaturas fluctuantes de 15 a 35 C; cuando las siembras incubadas a 25 C dispusieron de luz, la germinación se realizó en un lapso de 3 a 5 días, siendo un poco más lenta cuando la temperatura osciló de 15 a 35 C.

Respecto a los requerimientos de luz en tiempo, estos autores encontraron, que con la exposición a la luz blanca por 12 hrs de 1 a 4 días, posteriores a la incubación en obscuridad, se lograron germinaciones superiores al 40 %; las cuales alcanzaron valores cercanos al 100 %, con el período más largo de

exposición. También con aplicaciones diarias de luz blanca, por lapsos de 5 a 120 min, se obtuvieron germinaciones con porcentajes alrededor del 75%; incluso después de que las semillas se mantuvieron 12 hrs bajo luz rojo lejano, previas a la aplicación de luz blanca.

Con cuatro días consecutivos, de exposición a la luz blanca por 12 h diarias después de haber mantenido a sus semillas en un período de oscuridad, Vázquez y Orozco (op. cit.) consiguieron elevar a más del 90 % la germinación. Así mismo, exposiciones de 1 a 120 min diarios, con este mismo tipo de luz, durante 7 días, fueron suficientes para conseguir una germinación entre el 70 y 90 %.

Es importante mencionar que estos autores, también estudiaron el efecto de la exposición a la luz obtenida de combinar longitudes de onda correspondientes al rojo (R) y al rojo lejano (RL), en proporciones de 0.1 a 1.3 R/RL; las cuales se aplicaron por 15 días previos a la incubación por 10 días en oscuridad.

De acuerdo con el análisis de las gráficas que presentan Orozco y Vázquez (op. cit.), el 50 % de germinación se obtuvo con una proporción cercana a 0.5 R/RL, en el que la intensidad del rojo era la mitad del rojo lejano; cuando la mezcla se enriqueció con rojo, la germinación se incrementó hasta cerca de un 100% con la proporción de 1.2 R/RL. Por el contrario la germinación se fue reduciendo al enriquecer la mezcla con rojo lejano, hasta alcanzar cerca del 20% con la proporción de 0.1 R/RL, lo cual significa alrededor de 10 veces más luz rojo lejano que luz roja en la mezcla.

En contradicción con el fotoblastismo estricto detectado por Orozco y Vázquez (op. cit.), González y Camacho (1994) obtuvieron porcentajes de germinación entre 40 y 35%, en semillas de tepozán colectadas en Coyoacán, D. F., sin que hubiera diferencias significativas entre el material incubado con luz y el incubado en oscuridad, ambos a una temperatura de 25 C; por otra parte encontraron que la aplicación de soluciones de giberelina (1000 ppm), tiourea (0.5%), y nitrato de potasio (0.5%) fue perjudicial a la germinación en términos generales.

En cuanto a propagación asexual, Camacho y Contreras (1992) probaron el enraizamiento de estacas de madera dura sin hojas, con un grosor de 0.5 a 2.0 cm y una longitud de 21 cm; encontraron un bajo enraizamiento de 6 a 11 %, sin que hubiera diferencias significativas debidas a la aplicación de auxinas y la protección con plástico.

4.2 ASPECTOS BOTANICOS DE Nicotiana glauca Graham

4.2.1 Clasificación Taxonómica.

De acuerdo con el sistema de clasificación de Cronquist tomado de Jones (1988), se tiene la siguiente ubicación:

División:Magnoliophyta
Clase :Magnoliopsida
Subclase:Asteridae
Orden :Solanales
Familia :Solanaceae
Género :Nicotiana
Especie :glauca

4.2.2. Nombres comunes

De acuerdo con la literatura consultada Nicotiana glauca recibe las siguientes denominaciones en México (Aguilar, 1982; Aguilar, 1985 y Martínez, 1979):

Alamo loco (región del río Bavispe, noreste de Sonora)
Buena moza (Querétaro)
Cornetón (Sonora)
Eucalipto gigante (Aguascalientes, Sinaloa, San Luis Potosí)
Gretaño
Hierba del gigante
Hierba del zopilote (Valle de México)
Hoja de cera (Campeche)
Levántate don Juan (La Paz, Baja California)
Maraquiana (Alamo, Sonora)
Mahihuana
Mostaza montés (Oaxaca)
Me-he-kek (lengua chontal, Oaxaca)
Palo loco
Palo virgen
Tabaco

Tabaco amarillo

Tabaco cimarrón

Tacote

Tepozán extranjero

Tronadora de España (Guanaajuato)

Trueno

Tzinyacua (lengua purépecha, Michoacán)

Virginio (Chihuahua y Durango)

Xiutecuitlanextli (lengua náhuatl)

4.2.3 Descripción de la especie:

Nicotiana glauca Graham. Se considera como una planta perenne nativa de Sudamérica (Argentina y Uruguay), se dice que básicamente es originaria del noroeste argentino (Hernández, 1981). Los datos que se presentan a continuación se tomaron de Aguilar, (1985) y Hernández, (1981).

a) Forma: arbusto poco ramificado o arbolillo de vida corta de 1.5 a 6 m de alto. Tallo glabro, glauco, verdoso o azul púrpura.

b) Hojas: enteras cordadas con formas que van de ovadas, a elípticas y lanceoladas, ápice agudo u obtuso; lámina de 3 a 25 cm de largo y de 1 a 8 cm de ancho, generalmente dos veces más larga que el peciolo. El color de las hojas es verde azulado y son glabras.

c) Flores: dispuestas en inflorescencias en panículas cortas o cimbras pentámeras o cimoso paniculadas, pedicelos de 3 a 10 mm de largo; cáliz floral de 5 a 15 mm de largo, cilíndrico, glabro o escasamente pubescente, sus 3 dientes triangulares, mucho más cortos que el tubo; corola hipocrateriforme, de 30 a 40 mm de largo por de 4 a 7 mm de ancho, generalmente amarilla, glabra o escasamente pubescente, limbo casi circular, de 3 a 7 mm de diámetro, verde en el botón, más tarde verdoso o amarillo; estambres subiguales, extendiéndose casi hasta el borde superior del tubo de la corola. Algunas variedades de N. glauca tienen flores de color amarillo naranja, marrón, morado y rojo.

El tabaquillo presenta dos tipos de flores, unas "normales" con la corola tubular recta y otras "encogidas" con el tubo de la corola arrugado; la polinización en las primeras es fundamentalmente cruzada, mientras que en las segundas puede ocurrir cerca del 50% de autopolinización; la proporción de ambos tipos

de flores en los individuos es variable en las poblaciones.

d) **Fruto:** es una cápsula de 7 a 15 mm de largo, ampliamente elipsoide, inclusa; en la maduración el pedicelo del fruto sufre un encorvamiento progresivo de manera que las cápsulas maduras quedan con las puntas dirigidas hacia arriba, en promedio cada fruto contiene 1206 semillas.

e) **Semillas:** son más largas que anchas, más o menos angulares, lateralmente comprimidas, de alrededor de 0.5 mm de largo, café, con la superficie reticulada (Fig. 2).

4.2.4 Fenología.

Según Hernández (1981), el tabaquillo es una planta perennifolia, resistente a la sequía y que puede tolerar sin daño heladas con temperaturas de -7°C .

Este autor menciona que en el Valle de México, la floración se extiende durante todo el año, presentando dos picos: uno durante los primeros meses del año, en la estación seca y el segundo durante la estación lluviosa, en agosto y septiembre. La fructificación y la producción de semillas tienen un patrón similar al de la floración.

Hernández (1984) en muestras de suelo tomadas del Pedregal de San Angel D. F., encontró que *N. glauca* es uno de los principales componentes del banco permanente de semillas de la localidad, pues encontró propágulos viables a lo largo de todo el año.

Las mayores cantidades de semilla germinables en muestras de suelo, se obtuvieron en los meses de noviembre a febrero; en muestras de suelo tomadas en agosto, la germinación se prolongó desde los 90 hasta los 270 días, a partir del inicio de la incubación en invernadero.

4.2.5 Distribución

El tabaquillo es nativo de Sudamérica, del noroeste de Argentina, se le ha considerado como una maleza ruderal que se encuentra naturalizada en muchas partes de América, Australia, África, Asia y Europa (Aguilar, 1985), en altitudes que van del nivel del mar hasta los 3600 m.s.n.m (Hernández, 1981); por su amplio rango de tolerancia a condiciones ambientales alteradas, esta representada en una variedad de hábitats, incluyendo terrenos baldíos, bordes de caminos, sitios pedregosos, y lugares con remoción del suelo (Hernández, 1981).

En México, de acuerdo con Aguilar (1985) y Hernández (1981) se encuentra en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2650 m, es común en el norte del país y tiende a ser rara en el

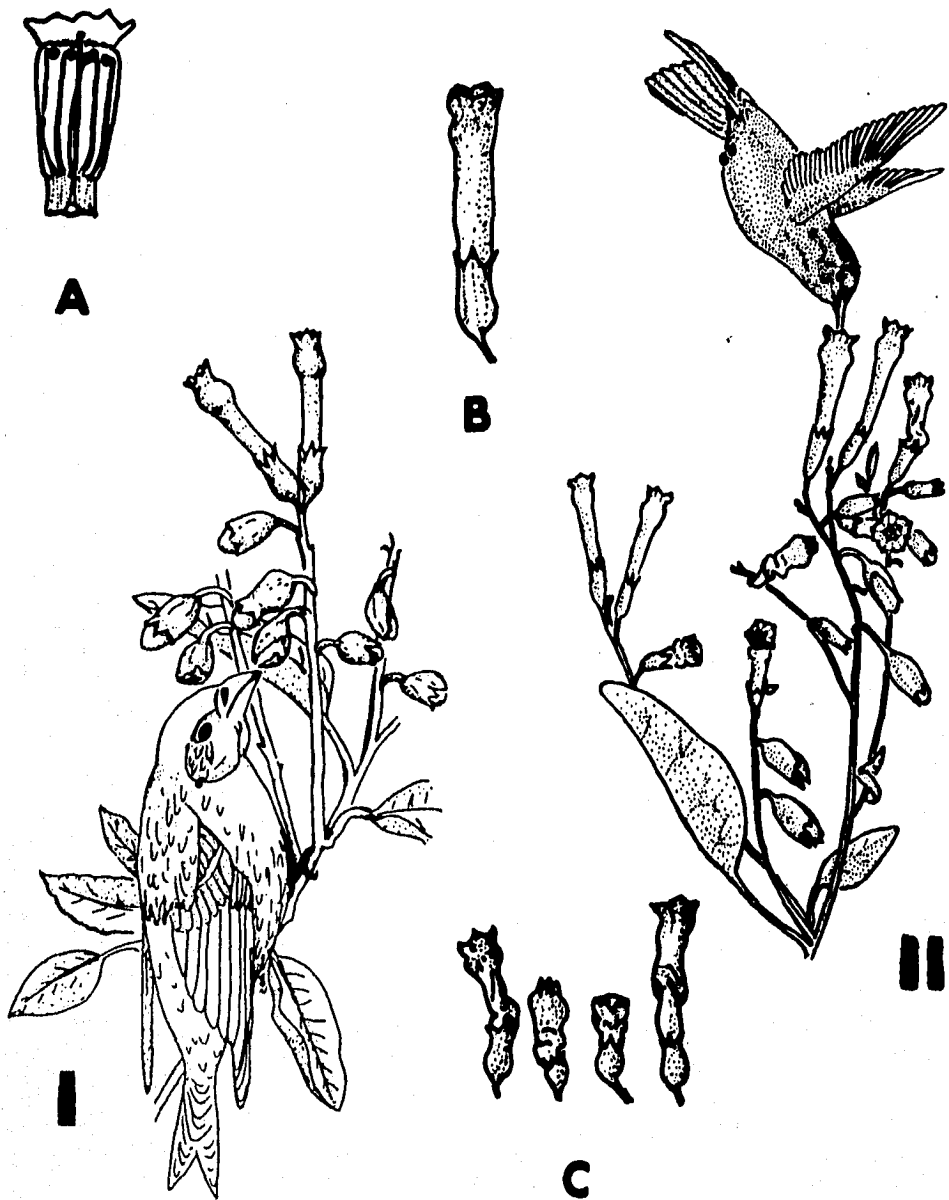


Figura. 2. Esquema de *Nicotiana glauca* Graham en el cual se muestra en I, el encurvamiento progresivo del pedicelo durante la maduración de los frutos, y al gorrión *Carpodacus mexicanus*, alimentándose de las semillas. En II, las flores deformes y el colibrí *Hylocharis leucotis* visitando las flores normales. A corte longitudinal de la corola. B Flor normal. C flores deformes (Tomado de Hernandez, 1981).

sureste, se ubica de preferencia en sitios cálidos y áridos. Se le ha localizado en los estados de: Aguascalientes, Baja California, Campeche, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

4.2.6 Usos:

El tabaquillo se ha empleado como planta ornamental, sobre todo en Europa (Brickwell, 1992), ya que la especie presenta floración durante todo el año, incluso en un clima templado como el del Valle de México (Hernández, 1981).

Como un atractivo para la fauna, Hernández (1981) encontró que las flores son visitadas por los colibríes y que hay otras aves, principalmente passeriformes, que se alimentan con las semillas, en el Pedregal de San Angel observó a Carpodacus mexicanus y Turdus migratorius.

Este autor menciona, que en su área de distribución, N. glauca es una de las principales fuentes de alimentación para los colibríes, sobre todo en los períodos invernales, en que hay poca disponibilidad de alimento; las flores que están dispuestas para ser polinizadas por estos pájaros y el néctar tiene un buen balance tanto en azúcares como en aminoácidos.

Como ejemplo, se tiene que en el Pedregal de San Angel, D. F. México, nueve especies de colibríes se alimentan durante todo el año en las flores del tabaquillo (Arizmendi, et al. 1994).

N. glauca es por lo general una planta tóxica para los mamíferos, que en general la rechazan como comestible, en consecuencia, la ingestión suele ser accidental y provoca la muerte de bovinos y ovinos (Aguilar, 1982 y Hernández, 1981).

En los pastizales del Ex-Lago de Texcoco, se pueden ver manchones y líneas a lo largo de los cercos cubiertos por Nicotiana glauca, sin que se vean afectadas por los bovinos, ovinos y equinos que se alimentan con el zacate salado. Esto es importante por que una queja frecuente de los reforestadores es que el ganado regularmente come y pisotea los brinzales plantados, lo que al parecer no ocurre con el tabaquillo, por lo cual se le podría emplear para proteger plantaciones (Camacho, 1994. Comunicación Personal).

De acuerdo con Aguilar (1982), en N. glauca se ha detectado varios alcaloides: narcotina, narceína, solanina, piperina, delfinina, colchicina, ampomorfina, lobelina, gelsemina, nicotina, y anabasina. De los cuales la anabasina es el que se encuentra en mayor proporción en un porcentaje de 0.62 % en peso seco y, al parecer, es el responsable principal del envenenamiento (Aguilar, 1982). No obstante, se reporta que la planta se ha

empleado en infusiones como sustituto del café (Martínez, 1992).

En la medicina popular el tabaquillo se emplea en forma externa contra las afecciones reumáticas (Aguilar, 1982).

Marzocca (1979) menciona al tabaquillo como maleza que invade suelos alterados por la acción del hombre y que se le encuentra en vías y terraplenes, sobre todo en lugares con una reciente remoción del suelo.

Según Camacho (1993, Comunicación personal) en el Valle de México, *Nicotina glauca* se establece rápidamente después de una perturbación y forma masas en las que es la especie dominante. Después de un periodo de 3 a 5 años los arbustos mueren y son desplazados por otras plantas. Así mismo, menciona que la especie tiende a estabilizar en forma natural bancos de materiales (arena y tepetate), orillas de caminos y excavaciones; esto es factible verlo en los lomerios de Naucalpan, Edo. Méx., y en especial en torno a los ductos del sistema Cutzamala. También se le encuentra colonizando declives prácticamente verticales en la cumbre del cerro de la Estrella, así como en orillas de potreros, canales y bordos en los salitrosos suelos del Ex-Lago de Texcoco.

4.2.7 Propagación

Camacho, et al. (1992) mencionan que el tabaquillo tiene semillas muy pequeñas, que por lo tanto requieren de una siembra superficial en el suelo previamente regado a saturación, sugiere que la distribución de las semillas en almácigos o envases se haga con un salero.

Hernández (1984), observó que en muestras de suelo tomadas del Pedregal de San Angel D. F., de colecciones efectuadas en el mes de agosto, la germinación tardó en realizarse de 90 hasta 270 días, en invernadero.

Hernández (1981) encontró que en 35 días de observación, se alcanzó un 83% de germinación en semillas obtenidas de frutos provenientes de flores normales, y menos del 1% en las provenientes de flores deformes o autopolinizadas. El autor recomienda estudiar la fisiología de la germinación de esta especie.

Ramírez (1994), a 25 °C obtuvo germinaciones inferiores al 20%, sin que hubiera diferencia significativa debido al efecto de la luz. Por otra parte, observó que la germinación del tabaquillo alcanzó un 40%, al aplicar nitrato de potasio al 0.5% a semillas incubadas con luz, en obscuridad, esta sustancia no tuvo un efecto estimulante. Así mismo, encontró que con la aplicación de 1000 ppm de giberelina, se obtuvieron porcentajes entre 59 y 69%, sin que se requiriera luz para que ocurriera la germinación.

4.3 GERMINACION

4.3.1 Definición

La germinación es el proceso mediante el cual el embrión de la semilla, adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento, y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta (Camacho, 1994 a). Para que esto se realice son necesarias las siguientes condiciones:

a) **Viabilidad:** cualidad de una semilla de estar viva en un momento dado, lo cual a pesar de ser una condición necesaria para la germinación, no implica que pueda realizarse. Conviene mencionar aquí que en muchas especies la viabilidad se puede conservar aunque las semillas tengan bajos contenidos de humedad (menos de 10% del peso fresco), mientras que en algunas otras como los encinos y muchas especies de sitios calido húmedos, la viabilidad se pierde cuando las semillas se secan a menos del 20 % (Vázquez y Toledo, 1989; Vázquez, 1992).

b) **Quiescencia:** implica que la semilla no haya germinado anteriormente, el termino se define como el estado en que se encuentra una semilla cuyo embrión no inicia su crecimiento, debido a que el medio ambiente se lo impide básicamente por falta de agua y por bajas temperaturas (Vázquez y Toledo, 1989). En muchas especies la dispersión de las semillas, se realiza cuando estas se encuentran en quiescencia debido al secado que ocurre en la maduración, en otras en las que la pérdida de la humedad no es tan drástica, la falta de germinación durante la dispersión, se debe a bajas temperaturas. Por el contrario, existen en la naturaleza algunas plantas como los mangles, cuyas semillas denominadas vivíparas, no pasan por una etapa de quiescencia, sino que germinan antes de liberarse de la planta madre y se dispersan como plántulas capaces de fotosintetizar (Vázquez, 1992).

c) **Ambiente adecuado para el proceso:** Para que la germinación pueda realizarse, se requiere de suficiente humedad para que las semillas se embeban, una composición gaseosa similar a la de las primeras capas de la biosfera y una temperatura entre 10 y 30 °C que permita el crecimiento vegetal (Camacho, 1994 a y b). Cumplidas estas condiciones una semilla quiescente o en quiescencia, puede germinar en un intervalo amplio de condiciones ambientales.

d) **Ausencia de latencia:** con esto se quiere decir que no existe un mecanismo fisiológico que impida la germinación en condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal. Como latencia o dormición se define al estado en que se encuentra una semilla viable, que no germina aunque disponga de humedad para embeberse, así como de una mezcla de gases similar a la de las primeras capas de la biosfera, y temperatura entre 10 y 30 °C.

Requerimientos especiales de luz, temperatura y composición gaseosa, son manifestaciones de bloqueos fisiológicos de la germinación (Camacho, 1994 a).

4.3.2 Efecto de la temperatura sobre la germinación

En un medio artificial es frecuente la utilización de temperaturas constantes para obtener la germinación de las semillas, en cambio en uno natural se presenta una variación de la temperatura tanto diaria como estacional. En términos generales y en el intervalo de 6°C a 35°C, las temperaturas constantes son menos favorables para la germinación que las oscilantes, siempre y cuando la variación no supere los 15°C. Se sabe que el efecto de la temperatura depende más de su promedio que de sus valores extremos (Grime, 1982; Hartmann y Kester, 1987).

En las semillas de todas las plantas, la curva de respuesta de la germinación a la temperatura, describe una campana tanto para la capacidad como para el tiempo de germinación. En estas curvas, se pueden reconocer tres puntos llamados cardinales: la mínima y la máxima temperaturas a las que es posible la germinación, y en la parte central de la campana el óptimo el cual depende de la especie trabajada (Springfield, 1972).

Para la capacidad germinativa la campana se abre hacia abajo, con el óptimo ubicado en la parte más alta de la curva. En cambio, el tiempo de germinación más corto se localiza en la parte baja de la campana. Estos puntos se encuentran desfasados ya que la temperatura afecta más al tiempo que a la capacidad germinativa (Camacho 1994 b).

4.3.3 Efecto de la luz sobre la germinación

Aunque las semillas quiescentes pueden germinar fácilmente tanto iluminadas como en obscuridad, la luz puede tener un efecto definitivo en las latentes; una exigencia de luz para inducir la germinación indica latencia (Camacho, 1994 a).

Se ha clasificado a las semillas de acuerdo con su reacción a la luz en (Camacho, 1994 a y Orozco, 1989):

a) **Fotoblásticas positivas:** las que requieren de luz para germinar, constituyen el 70 % de las especies. Como ejemplo se tiene a las semillas de Lactuca sativa y Nicotiana tabacum.

b) **Fotoblásticas negativas:** en las que su germinación es inhibida por la luz y son el 25 % de las especies. Como ejemplos se tienen a las semillas de Acanthostachis spp, Phacelia tanacetifolia, Nemophila insignis y Nigella spp.

c) **Indiferentes:** hay un grupo de especies en que la reacción

germinativa es insensible a la luz, conformado únicamente por un 5 %. Como ejemplo de semillas insensibles a la luz están las de Zea mays.

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

4.3.4. Efectos de las características de la luz sobre la germinación.

La clasificación anterior no es exacta, pues en la formación de estos grupos no han sido consideradas, muchas especies tropicales, como las semillas de los árboles de la selva madura cuya germinación es seguramente indiferente a la luz; además de que se han encontrado un gran número de variaciones en estos patrones básicos porque a ciertas temperaturas la reacción de las semillas a la luz cambia y la germinación de las llamadas fotoblásticas positivas puede ser inhibida por la luz y la de las llamadas fotoblásticas negativas puede ser estimulada por la luz. El efecto de este elemento resulta de la combinación de los siguientes factores (Camacho, 1994 a; Orozco, 1989):

a) Longitud de onda: se ha encontrado que la luz blanca y la de color rojo (de 600 a 700 nm) tienden a inducir la germinación, mientras que la violeta (menos de 480 nm) y sobre todo la infrarroja (de 700 nm en adelante) tienen un efecto inhibitorio sobre la germinación aún en las semillas quiescentes, éste último tipo de luz prevalece bajo una sombra densa de follaje vivo (Fenner, 1985; Besnier, 1988). La luz de color verde tiende a presentar un efecto parecido al de la obscuridad: no inhibe la germinación de las semillas quiescentes, pero tampoco la induce en semillas durmientes.

b) Intensidad: en exposiciones cortas menores de 60 min una mayor intensidad agudiza el efecto de la longitud de onda, en exposiciones largas independientemente del color la luz, altas intensidades (28 m w cm⁻²) tienden a inhibir la germinación; con luz infrarroja se puede inducir o profundizar la latencia

c) Duración: aunque muy ligado a lo anterior, hay especies en que la germinación es favorecida por días cortos, menores de 12 hr como en Betula pubescens y otras por días largos, mayores de 12 hr como en Lepidium spp. Esta reacción al fotoperíodo también es alterada por la temperatura y la intensidad de la

luz, por ejemplo en *Tsuga canadensis* es de día corto de 17 a 20°C y de día largo a 27°C; las semillas de tabaco pueden germinar después de una exposición de 0.01 seg. a luz intensa mientras que con luz de baja intensidad requieren de una exposición de 15 minutos de duración.

Una exposición prolongada a la luz de alta intensidad puede inhibir la germinación, a este respecto las semillas de *Amaranthus fimbriatus* germinan en bajo porcentaje en la obscuridad y cuando son expuestas de 1 a 3 horas alcanzan el 100% ; pero si la exposición a la luz se prolonga más de 6 horas el porcentaje de germinación decrece hasta alcanzar un valor cercano a cero.

4.3.5 Efecto de la profundidad de siembra sobre la germinación

Mientras más se entierren las semillas menos expuestas estarán a la desecación, pero más difícil les será emerger a las plántulas del suelo (Hartmann y Kester, 1987).

En las especies en que la plántula saca a la semilla a la superficie, el óptimo se encuentra sepultando a las semillas de unas 2 a 3 veces su diámetro; en ellas generalmente no importa la manera en que la semilla se acomode en el suelo. En plantas como los encinos, duraznos y nogales, que tienen una semilla relativamente grande y la plántula deja la semilla en el sustrato; es mejor hacer una siembra semi-superficial, colocando a la semilla inclinada en el suelo con su punta enterrada, con ello se logra una buena conformación de las plántulas (Camacho, 1994 b).

La germinación a profundidades excesivas implica un alargamiento excesivo del tallo para alcanzar la superficie del terreno, lo cual produce, tanto un retraso en la emergencia como un agotamiento de las reservas nutritivas, reduce el vigor de las plántulas; la tolerancia a la profundidad de siembra esta dada genéticamente por la capacidad de alargamiento de la plúmula (Besnier, 1989).

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

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

En cuanto al establecimiento de plántulas, provenientes de semillas germinadas en la superficie del suelo, la dificultad a que se enfrentan es la penetración de la radícula en el sustrato; a falta de anclaje el tallo de la plántula se levanta y si la raíz no se encuentra con una grieta o punto débil continúa el crecimiento mientras no se desequie por la falta de humedad y se tengan reservas nutritivas. La presencia de mucilago, pelos o apéndices favorecen el anclaje, artificialmente se puede mejorar recubriendo las semillas con bentonita, cal apagada o acolchado con paja o una malla de nylon. También se ha usado mezclar las semillas con polímeros superabsorbentes de agua (Besnier, 1989).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Material biológico.

Las semillas utilizadas de Buddleia cordata se colectaron de dos sitios: un lote se obtuvo en diciembre de 1993, de arbustos silvestres ubicados en el vivero Coyoacán, D. F.; el otro provino del Jardín de Introducción de Arbustivas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, en Cuautitlán Izcalli, Estado de México, de una recolección efectuada en enero de 1994.

Las semillas de Nicotiana glauca se obtuvieron en julio de 1992, de arbustos silvestres ubicados en el Parque Nacional de los Remedios en Naucalpan, Edo. de Méx.

En ambas especies cuando los frutos estaban maduros y en plena dehiscencia, se procedió a sacudirlos dentro de bolsas de papel sin cortarlos, con el fin de que liberaran las semillas.

El material así obtenido, se tamizó con una criba para eliminar pedazos de ramas, frutos e insectos, posteriormente las semillas se almacenaron en frascos de vidrio a temperatura ambiente. Parte de las semillas de tepozán colectadas en Coyoacán, se obtuvieron de ramas que estaban en el suelo, las cuales fueron podadas por personal que efectuó trabajos de jardinería en el área del vivero de Coyoacán.

5.2. Cantidad de semillas por unidad de peso y de volumen .

La masa y el espacio ocupados por un número dado de semillas, generalmente cien, son datos necesarios en el calculo de necesidades de propágulos para siembra (Besnier, 1988; Moreno, 1984) y en estudios de ecología (Grime, 1982). Considerando lo anterior, en el presente trabajo se procedió a obtener estos indicadores del tamaño de las semillas en las especies trabajadas.

La relación existente entre el peso y la cantidad de semillas se estableció utilizando una serie de 10 muestras de 100 semillas cada una, las cuales se pesaron en balanza analítica; posteriormente se promediaron los datos obtenidos y por proporciones se determinó la cantidad de semillas contenidas en un kilogramo (Moreno, 1984).

La relación entre el volumen y el número de semillas, se obtuvo tomando 10 muestras de 1.0 ml de semillas, para lo cual se uso una probeta. Cada muestra se pesó en balanza analítica, con el peso promedio y el número de semillas por unidad de peso, se obtuvo por proporciones el número de semillas por unidad de volumen.

5.3. Experimentos en laboratorio.

Con las colecciones de semillas disponibles se procedió a estudiar la respuesta germinativa a las siguientes variables experimentales:

a) **Especie:** se trabajó a dos niveles, uno conformado por las semillas de tabaquillo y otro por las de tepozán, en la cual se disponía además de dos colecciones.

b) **Luz:** con el fin de evaluar la presencia de fotoblastismo se efectuaron siembras en luz y siembras en oscuridad.

c) **Fitorreguladores:** se evaluó la posibilidad de eliminar el fotoblastismo positivo mediante la aplicación de giberelina y tiourea, por el método de riego al medio de siembra (Camacho 1994).

d) **Temperatura:** para cada colección de semillas se evaluó el efecto de cuatro temperaturas constantes (20, 25, 30 y 35°C) sobre el fotoblastismo germinativo y la respuesta de éste a los fitorreguladores.

En el trabajo realizado en laboratorio se evaluó, el efecto combinado de la luz y los reguladores de crecimiento en cada colección de semillas y en cada temperatura por lo tanto se tuvieron 12 experimentos físicamente independientes obtenidos de combinar 3 colecciones con 4 temperaturas.

Se procedió a realizar experimentos separados, ya que por una parte las temperaturas se obtuvieron usando distintas incubadoras, por otra parte no fue posible colocar simultáneamente dentro de cada una de éstas el material correspondiente a las tres colecciones de semillas utilizadas.

5.3.1. Tratamientos.

Para cada especie así como para cada lote, se evaluaron seis tratamientos obtenidos de combinar los siguientes factores:

a) **Disponibilidad de luz:** con dos niveles, siembras iluminadas y siembras en oscuridad,

b) **Fitorreguladores:** con tres niveles, riego inicial de las siembras con soluciones de giberelina a 1000 ppm, tiourea al 0.5%, y agua (que funcionó como testigo).

Al combinar dos niveles de iluminación, por tres niveles de aplicación de fitorreguladores, se tienen seis combinaciones o tratamientos factoriales, los cuales evaluaron a temperaturas constantes de 20, 25, 30 y 35°C, mediante experimentos físicamente independientes. Las incubadoras empleadas para obtener estas

condiciones, disponían de iluminación fluorescente que permaneció encendida durante 12 horas diarias.

5.3.2. Unidad Experimental.

Las siembras se hicieron en cajas de Petri de 9.0 cm de diámetro, las cuales tenían papel filtro de poro mediano como sustrato, material que se acepta internacionalmente en pruebas de germinación (Moreno, 1984). Antes de ser utilizadas, las cajas de Petri con su sustrato, se esterilizaron en seco a 80 C por una hora.

En cada caja se colocaron 100 semillas, acomodadas dentro de lo posible, de manera que no se tocaran entre sí, para evitar la propagación de infecciones secundarias (Moreno, 1984).

El desarrollo de los experimentos, requirió que la mitad del número de las cajas de Petri que los conformaron, permanecieran en obscuridad; lo cual se logró envolviéndolas individualmente en papel aluminio.

Para el material que debía permanecer en obscuridad, se procedió a efectuar el riego, se colocaron las semillas e inmediatamente se envolvió la caja con papel aluminio.

Cada experimento estuvo integrado por 24 cajas, ocho de las cuales recibieron uno de los niveles evaluados de fitorreguladores, de éstas, cuatro se incubaron a oscuras y cuatro con luz.

5.3.3. Preparación de las soluciones de fitorreguladores.

La aplicación de los reguladores de crecimiento, se hizo en el riego inicial sobre el papel filtro en las cajas de Petri, antes de colocar las semillas en éstas. Cuando se requirió hacer otros riegos, se empleó únicamente agua (Camacho, 1994). En resumen los niveles evaluados para la variable experimental fitorreguladores fueron:

a) Solución de tiourea al 0.5 % : se preparó mezclando agua con el reactivo químicamente puro de los laboratorios Backer.

b) Solución de giberelina a 1000 ppm: se preparó usando el producto comercial, Activol de ICI, el cual contiene un 10 % de ácido giberélico (AG3), en una presentación de tableta efervescente con un gramo de ingrediente activo, la que disuelta y aforada a un litro de agua produce una solución de 1000 ppm.

c) Agua: se empleó como testigo para comparar el efecto de los niveles anteriores.

5.3.4. Diseño experimental.

Cada colección de semillas (Tepozán procedente de Coyoacán, Tepozán de Cuautitlán y Tabaquillo) se incubó en cuatro temperaturas: 20, 25, 30, y 35°C, en cada temperatura se evaluó el riego con fitorreguladores (giberelina, tiourea y agua como testigo); en combinación con la incubación bajo condiciones de luz y oscuridad.

Se efectuaron cuatro repeticiones para cada tratamiento, por lo que cada uno de los 12 experimentos constó de 24 cajas. Se trabajaron 96 cajas por colección de semillas (4 temperaturas x 2 niveles de iluminación x 3 niveles de fitorreguladores x 4 repeticiones). Considerando que se usaron tres lotes de semillas: dos colecciones de tepozán y una de tabaquillo para hacer los 12 experimentos, se requirieron 96 cajas por 3 lotes, lo que da un total de 288 cajas (Fig. 3).

Las cajas de Petri se depositaron en dos germinadoras SEED-BURO modelo 1500, cada una con dos cámaras, ajustadas a temperaturas constantes de 20, 25, 30 y 35°C respectivamente, y una humedad relativa del 70 %.

En cada incubadora las cajas de Petri del experimento correspondiente, se distribuyeron en las charolas de la incubadora con un diseño completamente al azar. Para evitar las variaciones debidas a la distancia a la fuente de luz sólo se empleó la parte de las charolas más cercana a las lámparas.

De esta forma se dispuso de una cámara de incubación para cada temperatura, lo que indica que el supuesto de errores aleatorios, se podía cumplir dentro de cada cámara, pero no entre cámaras. El cumplimiento de dicha suposición es necesario para poder realizar un análisis de varianza válido (Snedecor y Cochran, 1969).

5.3.5. Evaluaciones.

Trascurridos 13 días después de la siembra, se procedió a contar la cantidad de semillas germinadas, las cuales deberían haber producido plántulas de una longitud de entre 1 a 5 mm por lo tanto las cajas que permanecieron en oscuridad sólo se les quitó el papel aluminio hasta su evaluación a los 13 días.

5.3.6. Análisis estadístico.

Con los porcentajes de germinación obtenidos en las evaluaciones se realizó un análisis de varianza para cada temperatura y cada lote de semillas. Las diferencias entre los promedios de los 6 tratamientos factoriales, se establecieron

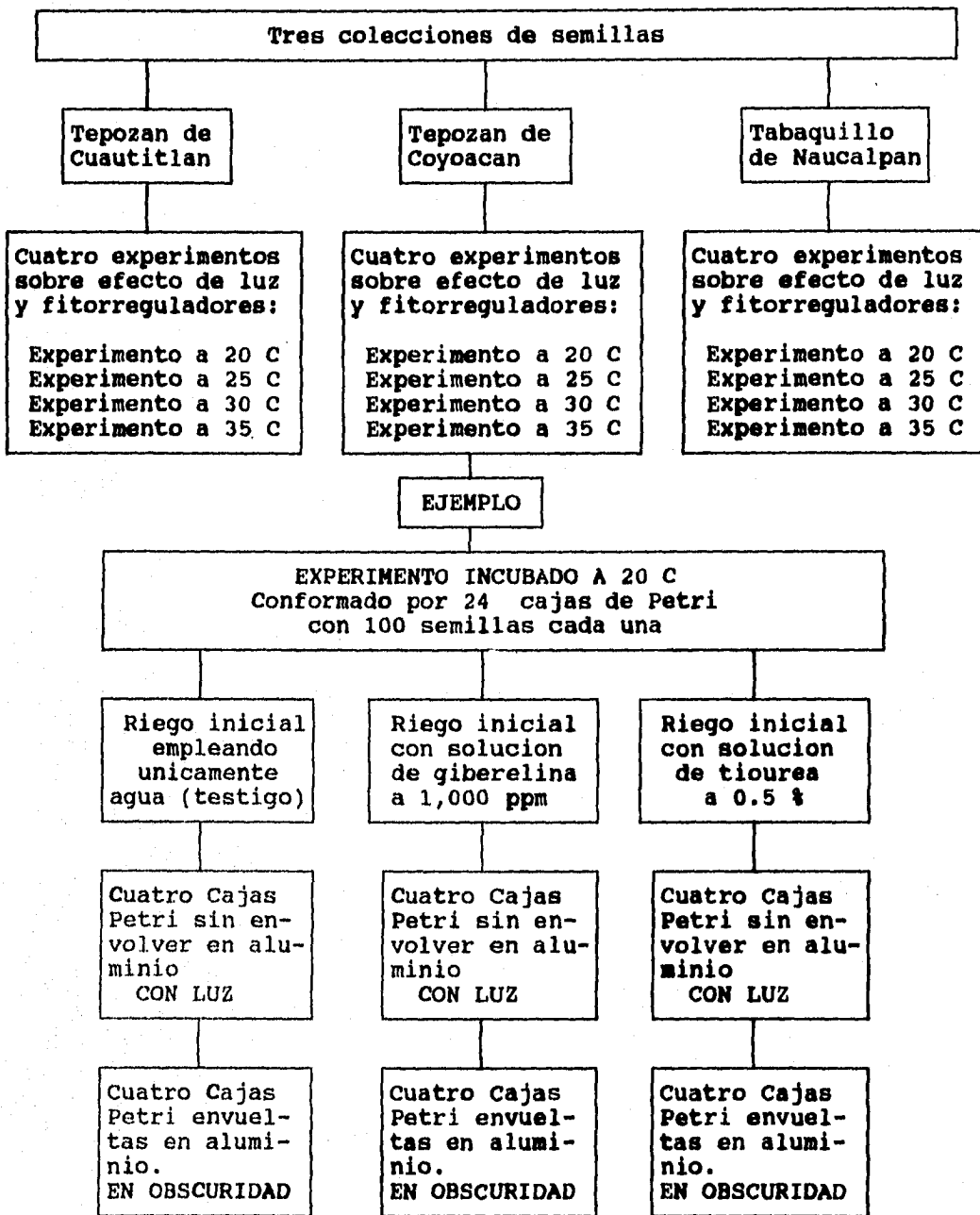


Figura 3. Diagrama de flujo de la instalación de uno de 12 los experimentos de laboratorio realizados en el presente trabajo (Se instalaron experimentos similares a 25, 30 y 35 C, para dos colecciones de semillas de tepozan y una de tabaquillo).

empleando la prueba de Tukey de acuerdo con la significancia de la interacción luz con los reguladores de crecimiento (Reyes, 1978).

5.4. Experimento en invernadero.

Para la siembra en invernadero se usaron multiceldas de plástico delgado y rígido de color negro, cada una de las cuales estaba formada por una lámina o placa de 9 hileras de 15 celdas cada una, lo que hace un total de 135 celdas. Cada celda tenía la forma de un cono truncado sin fondo, con un diámetro mayor de 2.9 cm, uno menor de 1.4 cm y 6 cm de altura. La capacidad de cada celda fue de 23 ml.

Por debajo de las multiceldas y sirviéndoles de base, se colocaron individualmente charolas de plástico de 70 X 50 X 2 cm, las cuales se llenaron con agua a la profundidad de 2 cm, con el fin de proporcionar constantemente humedad por subirriación a la tierra de monte usada para llenar las celdas.

5.4.1. Método de siembra.

En esta parte se estudió la emergencia en relación con la colección de semillas usada y la cantidad de semillas depositada por celda. Para colocar las semillas se usó una técnica descrita por Liegel y Venator (1987), para la distribución de semillas pequeñas en envases o celdas, el cual consiste en:

a) Instrumento de siembra: se usa una aguja metálica o de madera.

b) Toma de las semillas: se humedecen 2 mm de la punta de la aguja en agua, y se procede a clavarla en un montón de semillas, de manera que algunas de ellas queden adheridas.

c) Aplicación de las semillas en la tierra: la punta de la aguja con las semillas, se entierra ligeramente en el sustrato inclinándola a 45 grados respecto a la superficie de éste, se procede de manera que las semillas se queden en la superficie. A esta operación se le denominó "aplicación de semillas".

5.4.2. Ensayos de agujas para siembra.

Se evaluó depositar las semillas con agujas metálicas de disección tanto cromadas como oxidadas, así como con espinas terminales de maguey (*Agave atrovirens*). Con lo anterior se buscó determinar el material más fácil de manejar y que produjera los resultados más constantes, en lo referente al número de semillas depositadas.

La técnica de Liegel y Venator (1987), se ensayó tomando 31 muestras por especie con cada aguja evaluada. Las semillas se fueron depositando sobre papel filtro húmedo como sustrato de prueba y se procedió a contarlas en cada una de las 31 aplicaciones realizadas. Posteriormente para cada aguja, se determinaron los valores correspondientes máximo y mínimo número de semillas por aplicación, así como los valores referentes al primero, segundo y tercer cuartil.

5.4.3. Tratamientos.

Los tratamientos a evaluar tuvieron un arreglo factorial, pues provinieron de combinar 1 y 2 aplicaciones de semillas empleando la espina de maguey, con las siguientes 4 colecciones de semillas:

a) Tepozán 1: Semillas de Buddleia cordata colectadas en diciembre de 1993 en el vivero Coyoacán, D. F.

b) Tepozán 2: Semillas de Buddleia cordata colectadas en enero de 1994 en el Jardín de Introducción de Arbustivas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Estado de México.

c) Tabaquillo 1: Semillas de Nicotiana glauca obtenidas en julio de 1992 de arbustos silvestres ubicados en el Parque Nacional de los Remedios en Naucalpan, Edo. de Méx.

d) Tabaquillo 2: Semillas de Nicotiana glauca del lote anterior, a las que previamente a la siembra se les sometió a remojo por 24 hrs, en una solución de giberelina a 1000 p.p.m., seguido por 24 hrs desecado al aire. Se evaluó este método de aplicación de fitorreguladores, porque la aplicación directa al medio de siembra no es recomendable en siembras realizadas en suelo (Camacho, 1994).

En este caso el número de tratamientos evaluado, proviene de multiplicar dos niveles de aplicación de semillas (depositación sobre el sustrato), con cuatro colecciones, lo que da ocho combinaciones o tratamientos factoriales.

5.4.4. Unidad Experimental.

Para cada tratamiento se dispuso de una hilera de 15 celdas como unidad experimental, lo cual se decidió con el fin de usar cada unidad de multiceldas como un bloque o repetición, en el que era factible acomodar los 8 tratamientos a evaluar, quedando al final una hilera sin utilizar (Fig. 4).

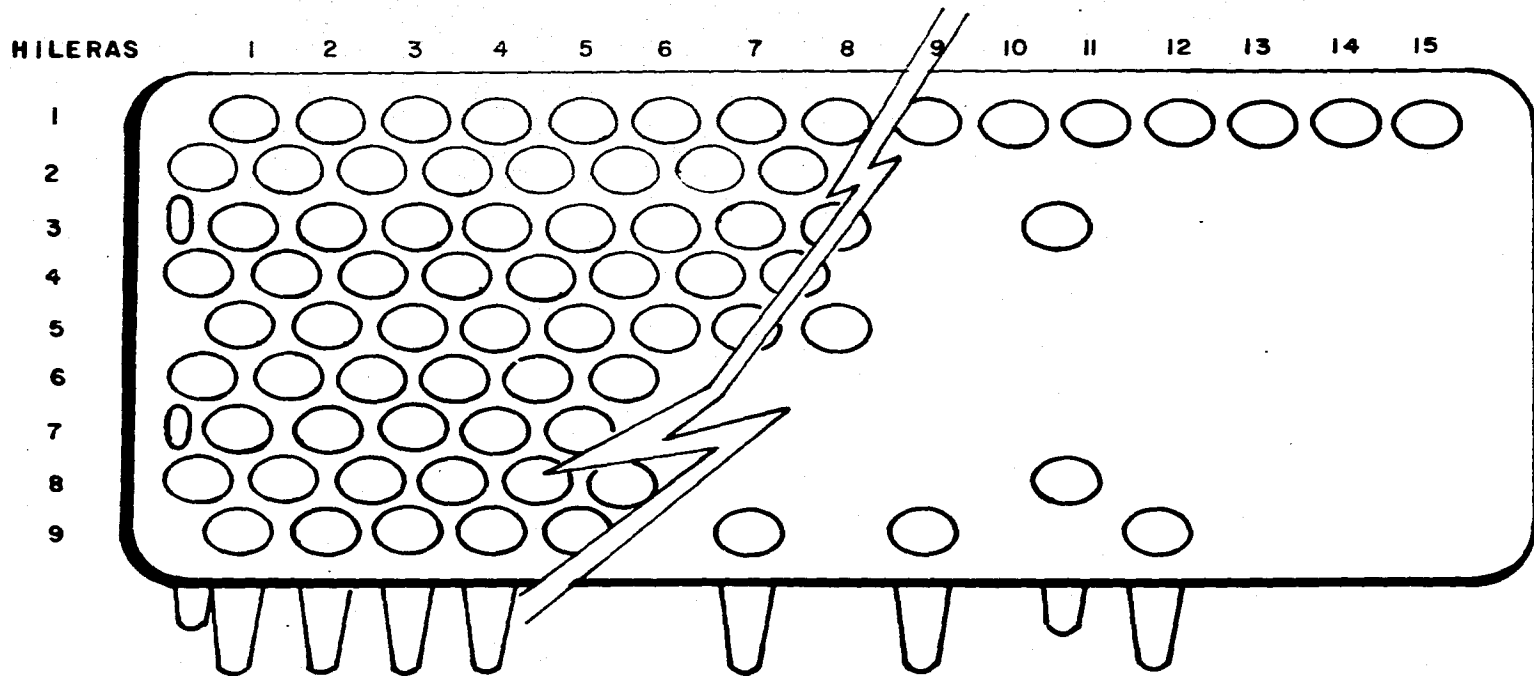


FIG.4 CHAROLA MULTICELDAS. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO REALIZADO EN INVERNADERO

5.4.5. Diseño experimental.

Se utilizaron cuatro multiceldas, en cada uno de los cuales se distribuyó aleatoriamente una repetición de cada tratamiento, misma que se estableció en una hilera de 15 celdas; por lo tanto se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, cuyas cualidades mas evidentes fueron (Reyes, 1978):

a) **Manejo homogéneo de dentro de las repeticiones:** Es fácil manejar en forma similar todos los tratamientos dentro de cada multiceldas, las diferencias involuntarias y fortuitas en el manejo de distintos multiceldas, se eliminan en el análisis estadístico, por lo que no alteran las diferencias debidas al efecto de los tratamientos.

b) **Solidez del experimento:** El análisis estadístico resultaba válido y sencillo, aún con la pérdida de las siembras en un multiceldas.

5.4.6. Incubación .

Los multiceldas con sus charolas para subirrigación, se colocaron dentro de un invernadero sobre una mesa de malla cubierta con papel con soportes encalados, éstos últimos tenían la función de evitar ataques de moluscos (caracoles (*Helix spp*) y babosas (*Limax spp*)).

Durante los 36 días que duró el experimento, se mantuvo una subirrigación permanente, manteniendo llenas de agua las charolas sobre las que estaban colocados los multiceldas. Para evitar posibles confusiones, se mantuvo un deshierbe constante.

A lo largo del período mencionado, la temperatura tuvo un promedio de 24.6 °C, se alcanzó una máxima extrema de 42 °C, y una mínima extrema de 11 °C. La temperatura máxima promedio fue de 35.7 °C y mínima promedio de 13.6 °C.

5.4.7. Evaluaciones.

Se definió como una celda llena o con éxito, a la que tuviera cuando menos una planta de la especie sembrada, por lo tanto una celda vacía era la que carecía de plantas. Con base en este criterio se determinó:

a) **Porcentaje de éxito:** las celdas con planta se contaron a los 12, 20 y 36 días a partir de la siembra, el porcentaje se calculó con base en el total de celdas sembradas por tratamiento.

b) Plantas presentes por celda en la última evaluación: a los 36 días de la siembra, se contaron los individuos presentes en cada celda y se obtuvo una media por unidad experimental, lo cual no se realizó en las evaluaciones anteriores, para evitar dañar las pequeñas y frágiles plántulas.

5.5. Plantación en campo

El Parque Nacional de los Remedios, Naucalpan, Estado de México, se ubica sobre laderas sumamente erosionadas que en su mayor parte presentan afloramientos de tepetates, duripanes de origen volcánico (Flores, et al. 1990). Los encargados del parque en el lapso de 1992 a 1994, pretendieron solucionar el problema de la carencia de suelo, depositando en las laderas materiales de excavaciones, que en otros sitios representarían un desperdicio y material de asolve para los sistemas de desagüe.

Con ayuda del personal de campo del municipio de Naucalpan, se construyó una terraza de unos 60 m de longitud, con materiales obtenidos de excavaciones para la extracción de materiales cementantes y arena, básicamente tepetate molido y suelo superficial. La terraza tuvo una altura de 3 a 4 m y un ancho de 5-6 m. La construcción consistió en colocar el material sobre el tepetate de la ladera y acomodarlo manualmente.

Las plantas utilizadas en este experimento se obtuvieron en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, D.F. Las semillas de ambas especies, se colectaron en el mes de febrero de 1992. Las de tabaquillo se tomaron de arbustos silvestres existentes en el citado Parque de los Remedios, en tanto que las semillas de tepozán se colectaron de arbustos silvestres ubicados en el Vivero de Coyoacán. El día 13 de marzo de 1992 estas semillas se sembraron en multiceldas, y posteriormente, el día 8 de junio del mismo año, se trasplantaron a envases de 8 cm de diámetro por 12 cm de alto.

La plantación se efectuó el 22 de septiembre de 1992, en el talud de la terraza distribuyendo las plantas a distancias de un metro entre ellas, bajo un arreglo que agrónomicamente se conoce como tres bolillo, el que consiste en colocar las plantas en triángulos equiláteros contiguos y dispuestos en hilera.

Se sembraron parcelas compuestas de 10 individuos, alternando una parcela de tepozán con otra de tabaquillo. En total se establecieron 12 unidades así conformadas. (Fig. 5)

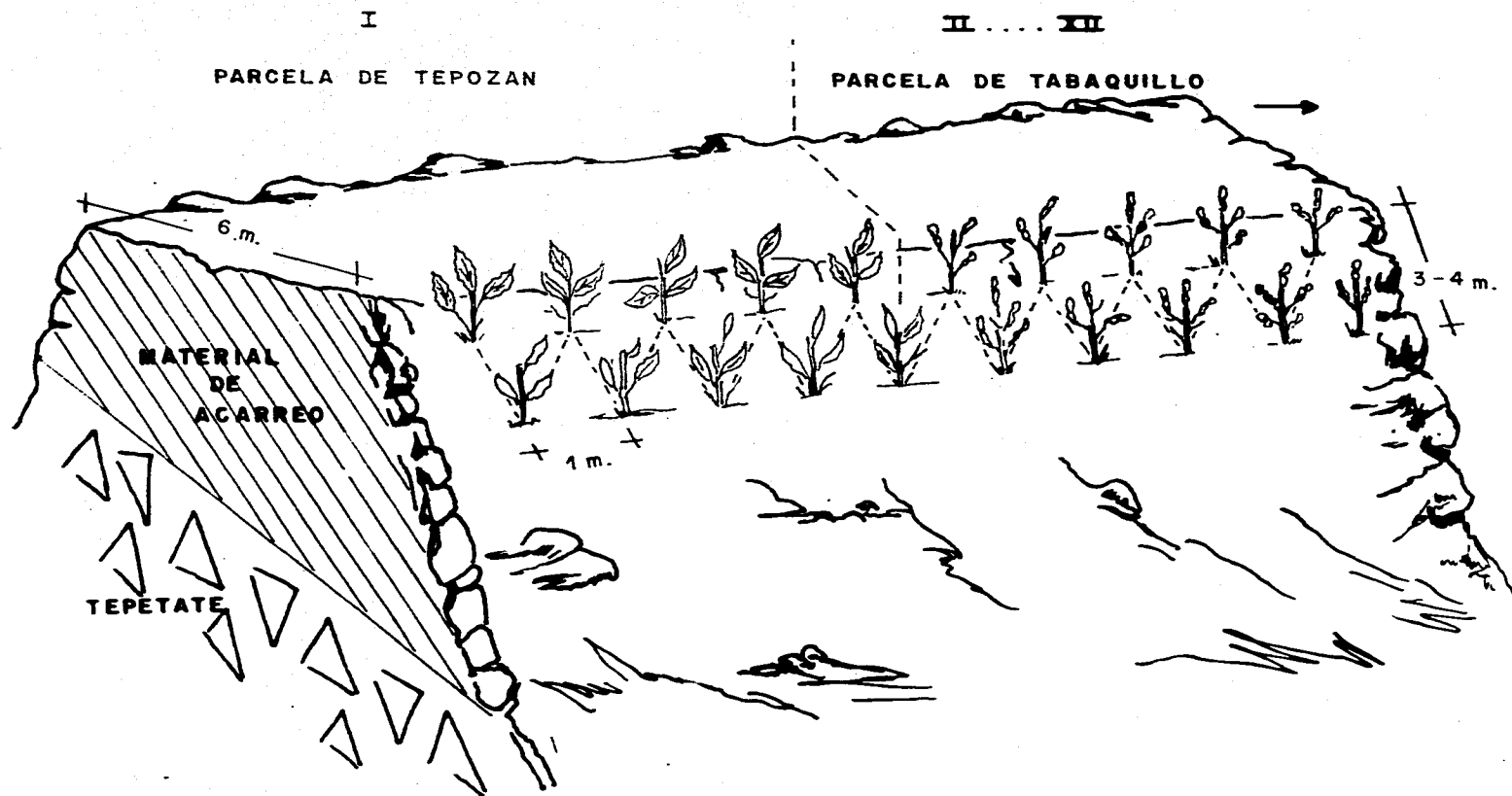


FIG. 5 ESQUEMA DE LA PLANTACION REALIZADA EN SIEMBRA AL TRESBOLILLO

I, II, ... XII = NUMERO DE PARCELAS

6. RESULTADOS

6.1. Número de semillas en relación con las unidades de peso y volumen

En ambas especies las semillas son ligeras y pequeñas, en el tepozán se obtuvo aproximadamente 60 millones de semillas por kg, mientras en el tabaquillo se obtuvieron 25 millones en el mismo peso.

A pesar de estas diferencias en peso, las cantidades de semillas por volumen fueron mas cercanas en ambas especies, pues se tuvieron alrededor de 13 mil semillas por mililitro.

Cuadro 1. Relación del numero de semillas por unidad de peso y volumen en tepozán (*Buddleia cordata*) y en Tabaquillo (*Nicotiana glauca*).

Colección	Semillas/kilogramo	Semillas/mililitro
Tepozán Coyoacán	66, 667, 000	18, 767
Tepozán Cuautitlán	52, 632, 000	12, 732
Tabaquillo	25, 000, 000	10, 815

6.2. Importancia de la luz, los fitorreguladores y su interacción en la germinación de las semillas de tepozán (*Buddleia cordata*) a varias temperaturas.

Debido a que no se obtuvo germinación tanto al incubar las semillas del tepozán a 35°C, como al aplicarles tiourea al 0.5%, estos datos se eliminaron del procesamiento estadístico de los datos.

Los análisis de varianza factoriales practicados a los porcentajes de germinación restantes (Cuadro 2), indicaron que hubo diferencias significativas en ambos lotes a nivel de la interacción en la mayoría de los casos, la excepción fue el lote de Coyoacán a 30°C.

Una interacción significativa indica que todas las medias deben compararse entre sí y no por factores, no obstante que éstos puedan ser significativos.

Cuadro 2. Significancia observada de las relaciones de varianzas (F) en el efecto de la luz y la giberelina sobre la germinación de semillas de Buddleia cordata de dos colecciones.

Procedencia Temperatura (°C)	Coyoacán, D. F.			Cuautitlán, Méx.		
	20	25	30	20	25	30
Luz	**	**	**	**	**	ns
Giberelina	**	**	**	**	**	**
Interacción	**	**	ns	**	**	*

ns: No significativo, *: Significativo al 0.05, **: Significativo al 0.01

6.3. Fotosensibilidad y termosensibilidad germinativa de las semillas de tepozán (Buddleia cordata) y respuesta a reguladores de crecimiento.

Tanto a 20 °C como a 25 °C, las semillas de tepozán regadas con agua en ambos lotes, tuvieron porcentajes de germinación por encima del 80% en condiciones de luz. La incubación en obscuridad así como la aplicación de giberelina, produjeron una reducción significativa de estos porcentajes.

En obscuridad se obtuvo entre 12 y 35 % de germinación cuando se regó con agua; en tanto que la aplicación de giberelina produjo germinaciones menores al 15 %.

Con luz la aplicación de la hormona permitió una germinación entre el 35 y el 60 % a 20°C, mientras que a 25°C no se alcanzó ni el 10 % (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Germinación de semillas de dos colecciones de Buddleia cordata a 20°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).

Procedencia Iluminación	Coyoacán, D. F.		Cuautitlán, Méx.	
	Agua	Giberelina	Agua	Giberelina
Luz	89 a	38 b	92 a	58 b
Obscuridad	33 b	13 b	12 bc	9 c

En cada procedencia, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Cuadro 4. Germinación de semillas de dos colecciones de *Buddleia cordata* a 25°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).

Procedencia Iluminación	Coyoacán, D. F.		Cuautitlán, Méx.	
	Agua	Giberelina	Agua	Giberelina
Luz	87 a	5 b	84 a	7 c
Oscuridad	28 b	7 b	28 b	7 c

En cada procedencia, las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

En el lote de Coyoacán incubado a 30°C, la interacción no fue significativa, lo que permite obtener medias de cada factor y compararlas entre sí. De esta forma se encontró un patrón similar al descrito anteriormente, la mejor germinación se presentó con luz y al regar con agua, la peor se obtuvo en oscuridad y al aplicar giberelina (Cuadro 5).

La germinación obtenida al regar con agua y en presencia de luz en el lote de Coyoacán a 30°C, fue cercana a la mitad de lo obtenido al incubar a 20°C y a 25°C.

Cuadro 5. Germinación de semillas de *Buddleia cordata* procedentes de Coyoacán, D. F. a 30°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).

Iluminación	Riego inicial con:		
	Agua	Giberelina	Promedio
Luz	40	12	26 a
Oscuridad	6	0	3 b
Promedio	23 a	6 b	

Independientemente, en la última columna y en la última hilera las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

El lote de Cuautitlán a 30°C, tuvo un comportamiento distinto del lote de Coyoacán, la germinación al regar con agua alcanzó entre 45 y 65 %, sin que la luz tuviera un efecto significativo. Aquí la aplicación de giberelina, como en otras temperaturas, también produjo una reducción estadísticamente importante de la germinación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Germinación de semillas de *Buddleia cordata* procedentes de Cuautitlán, Méx a 30°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).

Iluminación	Riego inicial con:	
	Agua	Giberelina
Luz	61 a	8 b
Oscuridad	50 a	12 b

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

El patrón del comportamiento germinativo en respuesta a la temperatura, de las semillas del tepozán regadas con agua y que dispusieron de luz, fue similar para ambos lotes; a 20 y a 25°C los porcentajes fueron cercanos al 90%, con una temperatura mayor (30°C), la germinación disminuyó, aproximadamente a la mitad. Al incubar a 35°C no se tuvo germinación.

En oscuridad con siembras regadas con agua tuvieron un patrón distinto, a temperaturas de 20 y de 25°C los porcentajes fueron cercanos al 25%; al aumentar la temperatura a 30°C el comportamiento de los lotes en este caso no fue consistente, uno el de Cuautitlán, tuvo una germinación 8 veces mayor al otro.

6.4. Importancia de la luz, los fitorreguladores y su interacción en la germinación de las semillas tabaquillo (*Nicotiana glauca*) a varias temperaturas.

En el tabaquillo tampoco se obtuvo germinación, al incubar a 35°C, así como al aplicarles tiourea al 0.5%, por lo que estos datos se eliminaron del procesamiento estadístico de los datos.

Los análisis de varianza factoriales practicados a los porcentajes de germinación restantes, indicaron una interacción significativa a 20°C; En el resto de las temperaturas, esto no ocurrió, por lo que es necesario determinar los promedios por factor y compararlos entre sí (Cuadro 7).

6.5. Fotosensibilidad y termosensibilidad germinativa de las semillas de tabaquillo (*Nicotiana glauca*) y respuesta a reguladores de crecimiento.

Tanto a 20°C como a 25°C y a 30°C, para que la germinación de las semillas de tabaquillo se pudiera realizar, fue necesaria la aplicación de luz y/o giberelina (Cuadros 8, 9 y 10).

Con la incubación a 20°C las agrupaciones de medias obtenidas, indican que la aplicación de giberelina sustituye la necesidad de aplicar luz (Cuadro 8).

Al incubar las semillas de tabaquillo a temperaturas de 25 y de 30°C, se encontró un efecto sinérgico de la luz y el regulador de crecimiento, pues si bien éste permitió la germinación en obscuridad, los mejores resultados se obtuvieron cuando se dispuso de luz (Cuadros 9 y 10).

En cuanto al patrón de respuesta de la germinación del tabaquillo a la temperatura de incubación en las semillas que recibieron luz o giberelina, los menores porcentajes se obtuvieron a 20°C, de 19 a 31% ; en cambio a mayor temperatura, es decir a 25 y 30°C, los porcentajes fueron generalmente superiores al 30 %.

Cuadro 7. Significancia observada de las relaciones de varianzas (F) en el efecto de la luz y la giberelina sobre la germinación de semillas de Nicotiana glauca.

Temperatura (C)	20	25	30
Luz	**	**	**
Giberelina	ns	ns	**
Interacción	**	ns	ns

ns: No significativo, *: Significativo al 0.05, **: Significativo al 0.01

Cuadro 8. Germinación de semillas de Nicotiana glauca procedentes de Naucalpan, Méx a 20°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).

Iluminación	Riego inicial con:	
	Agua	Giberelina
Luz	31 a	19 a
Obscuridad	0 b	20 a

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Cuadro 9. Germinación de semillas de *Nicotiana glauca* procedentes de Naucalpan, Méx a 25°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).

Iluminación	Riego inicial con:		Promedio
	Agua	Giberelina	
Luz	45	48	46 a
Obscuridad	0	29	15 b
Promedio	23 a	39 b	

Independientemente, en la última columna y en la última hilera las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Cuadro 10. Germinación de semillas de *Nicotiana glauca* procedentes de Naucalpan, Méx a 30°C, en relación con la disponibilidad de luz y el riego inicial con giberelina (1000 p.p.m.).

Iluminación	Riego inicial con:		Promedio
	Agua	Giberelina	
Luz	38	59	47 a
Obscuridad	0	39	20 b
Promedio	19 a	47 b	

Independientemente, en la última columna y en la última hilera las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

6.6. Evaluación de las agujas para realizar la siembra

En condiciones de laboratorio, la cantidad de semillas de tepozán y de tabaquillo aplicadas cada vez que se les tomó con una aguja, tuvo tendencias centrales cercanas en todos los casos, entre 5 y 7 semillas; sin embargo hubo una variación considerable pues el máximo fue cuando menos 4 veces mayor que el mínimo (Cuadro 11).

Como el comportamiento de los materiales empleados fue similar, se decidió emplear el de más fácil manejo, que fue la espina de maguey, misma que permitió depositar con facilidad las semillas en la tierra.

Cuadro 11. Semillas de Buddleia cordata y de Nicotiana glauca depositadas sobre papel filtro al tomarlas con agujas humedecidas en los 2 mm de sus puntas.

Material Empleado	Cuartiles:				
	Mínimo	Primero	Segundo	Tercero	Máximo
Aguja de disección cromada					
Tepozán	2	3	5	6	9
Tabaquillo	2	3	5	7	10
Aguja de disección oxidada					
Tepozán	3	5	7	8	12
Tabaquillo	3	6	6	7	13
Espina terminal de Maguey (<u>Agave atrovirens</u>)					
Tepozán	2	3	5	7	9
Tabaquillo	3	5	6	7	10

6.7. Emergencia de tepozán y tabaquillo en suelo en relación con la cantidad de semillas sembradas.

Los análisis de varianza realizados al número de plantas por celda y al número de celdas llenas, indicaron que con excepción de los datos obtenidos a los 12 días, se tuvieron interacciones significativas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Significancia de las relaciones de varianzas (F) en el número de plantas por celda y el número de celdas llenas en lotes de Buddleia cordata y Nicotiana glauca.

Variable	Celdas llenas			Plantas por celda
	12	20	36	
Días desde la siembra				36
Lotes	**	**	**	**
Aplicaciones	**	**	**	**
Interacción	ns	**	**	**

ns - No significativo
 * - Significativo al 0.05
 ** - Significativo al 0.01

En cuanto al número de celdas con plantas a los 12 días, el lote de Cuautitlán se manifestó mas vigoroso que el de Coyoacán, ya que se tuvo un éxito cercano al 90% en la siembra en multiceldas, mientras que el lote de Coyoacán tuvo menos del 30 % de celdas con plantas.

En el tabaquillo se obtuvo también cerca de un 90 % de celdas llenas a los 12 días, cuando se aplicó giberelina a las semillas antes de la siembra, sin tratamiento el éxito obtenido fue inferior al 20 %. (Cuadro 13).

Cuadro 13. Porcentaje de celdas con planta a los 12 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.

Lotes	Aplicaciones de semillas con aguja		
	1	2	Promedio
<u>Buddleia cordata</u> de Cuautitlán	92	95	93 a
<u>Buddleia cordata</u> de Coyoacán	7	23	15 b
<u>Nicotiana glauca.</u> de Naucalpan	13	18	16 b
Idem. tratada con giberelina (1000 ppm)	92	100	96 a
Promedio	51 b	59 a	

Independientemente, en la última columna y en la última hilera las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Las celdas con plantas a los 20 y a los 36 días después de la siembra fue similar, en la mayoría de las combinaciones entre colección y número de aplicaciones, esto es, porcentajes de éxito superiores al 90 % (Cuadros 14 y 15); la excepción fueron las semillas de tepozán de Coyoacán, con una aplicación, que tuvieron un éxito menor al 70 %.

Cuadro 14. Porcentaje de celdas con planta a los 20 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.

Lotes	Aplicaciones de semillas con aguja	
	1	2
<u>Buddleia cordata</u> de Cuautitlán	100 a	100 a
<u>Buddleia cordata</u> de Coyoacán	60 b	93 a
<u>Nicotiana glauca.</u> de Naucalpan	100 a	98 a
Idem. tratada con giberelina (1000 ppm)	100 a	98 a

Independientemente, en la última columna y en la última hilera las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Cuadro 15. Porcentaje de celdas con planta a los 36 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.

Lotes	Aplicaciones de semillas con aguja	
	1	2
<u>Buddleia cordata</u> de Cuautitlán	100 a	100 a
<u>Buddleia cordata</u> de Coyoacán	63 b	93 a
<u>Nicotiana glauca.</u> de Naucalpan	95 a	97 a
Idem. tratada con giberelina (1000 ppm)	100 a	98 a

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

El número de plantas por celda en el lote de semillas de tepozán de Cuautitlán, fue de alrededor de 7 plantas por celda con una aplicación y aproximadamente el doble con dos. Con el lote de Coyoacán se obtuvo menos de la tercera parte de los individuos alcanzados por el otro lote.

En el tabaquillo, no hubo diferencias significativas en el número de plantas por celda, entre el testigo y las semillas tratadas con giberelina se tuvo entre 5 y 9 plantas por celda, independientemente del número de aplicaciones realizadas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Número de plantas por celda a los 36 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.

Lotes	Aplicaciones de semillas con aguja	
	1	2
<u>Buddleia cordata</u> de Cuautitlán	7 d	16 a
<u>Buddleia cordata</u> de Coyoacán	2 d	3 cd
<u>Nicotiana glauca.</u> de Naucalpan	5 bcd	8 b
Idem. tratada con giberelina (1000 ppm)	6 bc	9 b

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Los resultados más uniformes en cuanto al número de plantas por celda, fueron los del lote de Coyoacán con una variación comprendida entre 1 y 2 plantas, en contraste con el lote de Cuautitlán, en el que esta variación fue cercana al doble. En el tabaquillo las variaciones fueron similares en todas las combinaciones con una tendencia central hacia tres plantas.

El número de aplicaciones también influyó, pues la variación fue menor cuando se hizo una sola, que cuando se hicieron dos de ellas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Desviación típica del número de plantas por celda a los 36 días de la siembra, respecto al número de aplicaciones de semilla con aguja y al lote sembrado.

Lote Evaluado	Aplicaciones de semillas con aguja	
	Una	Dos
Buddleia cordata de Cuautitlán	3	4
Buddleia cordata de Coyoacán	1	2
Nicotiana glauca. de Naucalpan	2	3
Idem. tratada con giberelina (1000 ppm)	3	3

6.8. Establecimiento de tepozán y tabaquillo en terrazas conformadas con materiales de acarreo.

La plantación de tepozán y de tabaquillo en el Parque Nacional de los Remedios, se realizó el 22 de septiembre de 1992. Tres semanas y media después, el 16 de noviembre se midió la altura de las plantas.

En noviembre de 1992, en **Nicotiana glauca** el promedio de altura de planta fue de 9.25 cm, la más grande que se encontró midió 26 cm y la más chica 0.5 cm. Para **Buddleia cordata** el promedio de altura fue de 19.34 cm, encontrando a la planta más grande de 38 cm y la más chica de 2 cm.

Durante octubre de ese año se presentaron fuertes lluvias, que arrastraron parte de la terraza junto con algunas de las plantas ya establecidas. Sin embargo los individuos restantes sobrevivieron al 100 % .

Debido a la naturaleza impredecible de este evento climático y a las condiciones topográficas de la ladera sobre la que se asienta la plantación, no se pudo ejercer control alguno sobre los efectos que el arrastre de agua y sedimentos tuvieron sobre la terraza artificial, lo cual dañó su estructura original provocando en consecuencia que algunas partes de la terraza se perdieran.

No obstante las plantas que sobrevivieron y lograron establecerse continuaron exitosamente su crecimiento, permaneciendo prácticamente inalteradas hasta el momento de realizar la última medición efectuada en octubre de 1994, conservándose en forma permanente por espacio de dos años bajo esta variada disposición topográfica fuertemente alterada.

Para el mes de octubre de 1994, después de dos años de su traslado a la plantación, Nicotiana glauca alcanzó una altura promedio de 3.5 m, mientras que Buddleia cordata obtuvo un promedio de 1.9 m.

7. DISCUSION

Orozco (1989), menciona que se les denomina insensibles a las semillas que germinan tanto en presencia de luz como en su ausencia; en tanto que se les llama fotoblasticas negativas a las que solo germinan en la obscuridad, y fotoblasticas positivas a las que requieren luz para germinar.

Según la clasificación morfológica de las semillas de Atwater (1980), las semillas de las especies trabajadas corresponden a la de diásporas minúsculas, en las cuales es común el fotoblastismo positivo, lo cual corresponde con las afirmaciones de Rosales y Camacho (1986), respecto a la germinación del tabaquillo y el tepozán.

Por su parte Besnier (1988), refiere que la latencia es completa cuando no se tiene germinación en una muestra de semillas, mientras que la latencia es parcial si alguna fracción de la muestra logra germinar. En este orden de ideas es factible establecer en forma similar un fotoblastismo positivo completo y un fotoblastismo parcial, de acuerdo con la cantidad de semillas que germinen al ser sembradas tanto en obscuridad, como en disponibilidad de luz.

De acuerdo con los resultados de Vázquez y Orozco (1990), las semillas de tepozán presentan fotoblastismo positivo completo, debido a que no obtuvieron germinación en obscuridad, al incubarlas a temperaturas constantes de 25°C y a temperaturas fluctuantes de 15 a 30°C.

Sin embargo los resultados obtenidos en el presente trabajo, con respecto a Buddleia cordata no concuerdan plenamente con lo anterior, pues se obtuvo germinación en obscuridad a temperaturas constantes de 20, 25 y 30°C, en las dos colecciones empleadas. No obstante, la germinación fue mucho mayor cuando las semillas dispusieron de luz, ya que se alcanzaron valores superiores al 80 %, por lo que se puede afirmar que el fotoblastismo en esta especie es parcial.

Por el contrario en Nicotiana glauca la reacción germinativa de las semillas a la luz, se puede clasificar como fotoblastismo positivo completo, debido a que no hubo germinación en obscuridad al regar con agua.

En general los resultados son similares a los obtenidos por Ramírez (1994) a 25°C, por lo que se puede afirmar que la reacción germinativa de ambas especies a la luz y los reguladores de crecimiento, tiende a permanecer constante en el intervalo de 20 a 30°C; en tanto que 35°C constituyó un límite a la respuesta germinativa. En esta investigación, al explorar un intervalo mas amplio de temperaturas, se incrementa la validez de los resultados obtenidos.

Camacho (1994 a), menciona que la aplicación de algunos reguladores de crecimiento, compuestos sulfidrilicos y aceptores de electrones, pueden eliminar requerimientos de luz para la germinación, así como actuar en sinergismo con la luz produciendo mayor germinación.

Los resultados obtenidos con la aplicación de giberelina en el tabaquillo coinciden con esto, ya que a 20°C tuvo un efecto sustitutivo de la luz, mientras que a 25 y a 30°C actuó en sinergismo, tanto con la luz como con la temperatura.

En el tepozán, la giberelina en general tuvo un efecto negativo aunque permitió la germinación. Por otra parte, se encontró que la aplicación de tiourea al 0.5 % al medio de germinación, impidió la germinación en las dos especies trabajadas.

El mayor provecho práctico que se puede esperar obtener de los experimentos realizados en laboratorio, es que sean utilizables en proyectos de propagación de plantas en vivero y campo.

Por esta razón en el presente trabajo, además, de los experimentos en laboratorio se realizaron experimentos en suelo, con los que se buscó confirmar la factibilidad de propagación de estas especies, avalados por los experimentos de germinación, e implementando las técnicas de crecimiento para el cultivo forestal de las especies trabajadas.

El fotoblastismo positivo detectado en las dos especies, obligó a realizar siembras superficiales en un medio que se mantuviera saturado usando subirrigación (Camacho, *et al.* 1992), y no por medio de riego directo, el cual tiende a enterrar los minúsculos propágulos.

En el tabaquillo, fue necesario evaluar un método de aplicación de giberelina utilizable en siembras realizadas en vivero, donde la sustancia no se debe aplicar directamente al medio de germinación. Pues cabe esperar que sea inactivada por las bacterias presentes en el suelo. Por lo cual se probó el remojo de las semillas en la solución de giberelina, seguido de un secado al aire, con lo que se obtuvo una germinación más veloz.

La distribución de semillas pequeñas es problemática, sobre todo cuando se siembran en envases, en los que se busca que el máximo de ellos tengan una o dos plantas (Tinus, y McDonald, 1979). Frecuentemente se tienen que sembrar un número indeterminado y relativamente grande de semillas, para regular la población posteriormente mediante trasplante y eliminación de plantas, como lo efectuaron Zárate y Hernández (1991) con las pequeñas semillas de epazote zorrillo (*Toxys graveolens*).

La cantidad de semillas tomadas y la variación de ésta que se encontró, al evaluar las distintas agujas para depositar las semillas usando como sustrato papel filtro, reveló que había una similitud en el comportamiento de los materiales probados.

Debido a que sus diferencias eran mínimas se optó por usar la espina de maguey, dado que en la práctica, su manejo facilitaba más la operación de siembra en comparación con las agujas de metal, en virtud de que la aguja en cuestión retenía con relativa facilidad los minúsculos propágulos y los liberaba sin dificultad.

Para la siembra sobre tierra húmeda, el criterio de facilidad por el que se prefirió usar la espina de maguey, resultó consistente para la siembra en este sustrato, pues también permitió liberar sin dificultad a las semillas, una vez que éstas entraban en contacto con las partículas del suelo. Por su parte, el metal posee buena retención pero obliga a hacer delicadas maniobras a fin de liberar las semillas. Con lo cual se retarda y se hace laboriosa la operación de siembra.

Una de las complicaciones que se presenta en dicha operación es que dado el diminuto tamaño de las semillas, es fácil depositar una cantidad relativamente alta de éstas, con lo que las plántulas nacen demasiado juntas, lo que dificulta su crecimiento por la competencia entre ellas.

A primera vista el problema se podría resolver aclarando, es decir dejando una sola planta en el centro de cada celda y quitando las demás, sin embargo con plántulas tan pequeñas esta tarea se complica, por el riesgo de dañar a las plántulas y por tratarse de un trabajo muy minucioso.

Con relación a la densidad de siembra, es preciso señalar que uno de los objetivos del cultivador es la optimización del recurso. En un estricto sentido práctico lo que se pretende es usar con éxito el menor número de semillas en la siembra, evitando a la vez el desperdicio inútil tanto de material como de tiempo.

Sin embargo para una siembra efectiva, las características naturales del instrumento usado no son suficientes, es decir se requiere además de un cierto adiestramiento en el contacto y manejo de las minúsculas semillas para la actividad de siembra.

Por su parte, el comportamiento del lote de Coyoacán se aproxima un poco más a la condición de idealidad antes mencionada, en el que el número de plántulas que emergieron es más conveniente desde el punto de vista de su manejo; en este caso, el número de plantas en cada celda, fue de alrededor de 2 individuos con una depositación y de 3 duplicándola, sin embargo se tuvo la limitante que el porcentaje de celdas con planta fue bajo, menor a 80 % con una aplicación y requirió de una doble depositación para superar este porcentaje.

En el lote de Cuautitlán, que resultó ser el más vigoroso, se tuvo la limitante de un gran número de plantas por celda, promedios de siete o más; aunque más del 90 % de celdas contuvieron plántulas.

La plantación efectuada el 22 de septiembre de 1992, habiendo transcurrido dos años de su establecimiento, presentó una supervivencia del 100 % en aquellos individuos que resistieron el arrastre lo cual se manifestó tanto en aquellas partes de la terraza que lo soportaron, como en las partes que se modificaron. Resultando con esto que algunos individuos fueron capaces de crecer exitosamente en las partes deformadas de la terraza, efecto este, consecuencia de la alteración ocurrida. Otro efecto adicional fue la estabilización del terreno a partir de entonces, con lo cual demostraron dos cualidades meritorias: por una parte la notable persistencia en arraigarse a un sustrato poco consolidado, y por otra, una gran capacidad de retención de suelo compuesto éste por hojarasca, hierbas y abundante pasto; condiciones creadas en torno a cada individuo de la plantación.

La capacidad de supervivencia registrada en la plantación coincide con el alto porcentaje que para esta característica reportan Garzón (1988) y Camacho y González (1991), en una plantación con tepozán en Matlalohcan, Tlaxcala, realizada en 1980.

En el citado trabajo estos investigadores reportan que se logró una altura de alrededor de 1 metro al cabo de once años en condiciones de suelos tepetatosos. En este estudio se observó una mayor capacidad de crecimiento, pues en el Parque de los Remedios con suelo poco consolidado, producto de la acumulación de materiales de acarreo, se alcanzaron casi los dos metros a tan sólo dos años de su plantación.

Una diferencia apreciable entre ambas procedencias de tepozán, es el vigor que manifestó el lote de Cuautitlán observable a través de dos aspectos:

- a) fue capaz de producir un mayor número de semillas, comparado con el de Coyoacán.
- b) la respuesta diferencial a los estímulos de luz y temperatura.

Una posible explicación es el efecto dado por la calidad de las semillas. A este respecto es preciso mencionar su origen, ya que un porcentaje de las semillas del lote de Coyoacán fue tomado de ramas que se encontraban en el suelo como resultado de una poda. Otro tanto se tomó directamente de árboles en pie.

Cabe señalar que el color de las semillas una vez tamizadas, difería notablemente en ambos conjuntos: las de Cuautitlán mostraban un tono tendiente al ocre, mientras que las de la otra procedencia variaba hacia el verde. Probablemente esta diferencia de color señale cierto estadio de inmadurez entre unas semillas y otras (Fenner, 1985).

Es en la sensibilidad a los estímulos de luz y temperatura otro de los aspectos en donde puede apreciarse el vigor de los lotes. A las temperaturas de 20 y 25°C la germinación de ambas procedencias resulta similar, lo cual sugiere al mismo tiempo que ese rango de temperaturas de incubación ofrece condiciones propi-

cias para que el proceso se lleve a cabo. Pero superando este nivel de temperatura, es decir a los 30°C, el lote de Coyoacán tiene un menor porcentaje de germinación en obscuridad en comparación con el otro lote, lo cual nos indica requerimientos obligados de luz.

Por el contrario en el lote mas vigoroso, la ausencia de luz al no impedir la germinación confiere ciertas ventajas en aquellas semillas cuyas condiciones de estres únicamente disminuyen el porcentaje germinativo pero no lo imposibilitan.

Por otra parte la siembra en suelo representa generalmente mayores dificultades para la germinación de las semillas, ya que estas deben superar limitantes severas como el nivel de enterramiento o el ataque de microorganismos entre otros, además de las temperaturas oscilantes del día y la noche.

En tales condiciones, el lote con menor vigor resultó paradójicamente mas cercano a la condición de idealidad propuesta, pues a pesar de requerir de doble depositación para ocupar con plántulas el total de las celdas, no saturó estas como lo hizo el lote de Cuautitlán.

8. CONCLUSIONES

- 1) Tanto en Nicotiana glauca como en Buddleia cordata la incubación a 35°C, así como la aplicación de tiourea al 0.5%, impidieron que se efectuara la germinación.
- 2) La luz tuvo un efecto favorable sobre la germinación de ambas especies en el intervalo de los 20°C a los 30°C, especialmente en Nicotiana glauca que no pudo germinar en obscuridad, cuando las siembras se regaron con agua.
- 3) La mayor germinación de Buddleia cordata, se obtuvo en el intervalo de 20 a 25°C con riego de agua y en presencia de luz; en cambio en Nicotiana glauca, las mejores germinaciones se obtuvieron en el intervalo de 25 a 30°C, con luz.
- 4) La aplicación de giberelina a 1000 ppm tuvo un efecto negativo sobre la germinación de Buddleia cordata, mientras que en Nicotiana glauca su efecto fue positivo, pues permitió que la germinación se realizara en obscuridad.
- 5) En Nicotiana glauca a 20°C la giberelina a 1000 ppm tuvo un efecto sustitutivo del requerimiento de luz para germinar, y de 25 a 30°C no solo la sustituyó sino que actuó sinérgicamente con ella, incrementando la germinación.
- 6) El remojo en una solución de giberelina a 1000 ppm seguido por secado, produjo una germinación más rápida de las semillas de Nicotiana glauca sembradas superficialmente en el suelo.
- 7) En la colocación de las semillas de las especies trabajadas en la superficie del suelo, resultó útil el empleo de una espina terminal de maguey por la comodidad de su manejo .
- 8) La siembra con aguja requiere un adiestramiento, a fin de optimizar la cantidad de semillas a depositar en cada una de las celdas, con el fin de cumplir el objetivo de que el máximo de ellas tengan una o dos plantas.
- 9) Las dos especies trabajadas, mostraron ser capaces de tener un crecimiento relativamente rápido sobre terrazas formadas por materiales de acarreo y a partir de plantas de vivero pequeñas.

9. L I T E R A T U R A C O N S U L T A D A :

Aguilar C. A. 1982. Plantas toxicas de México. Subdirección General Medica. División de Información Etnobotánica. Unidad de Investigación Biomédica en Medicina Tradicional y Herbolaria del IMSS. pp 157-158.

Aguilar S., R. 1985. Solanaceae. En: Rzedowski, J. y C. Rzedowski G. (Ed.) Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas e Instituto de Ecología. México. pp 315-323

Arizmendi, M. del C.; A. Espinoza de los Monteros; F. Ornelas J.; A. Morales; I. Acosta; J. Moreno y L. Pérez. 1994. Las plantas polinizadas por colibríes en el Pedregal de San Angel. En: Reserva Ecológica el Pedregal de San Angel; Ecología, Historia Natural y Manejo. Rojo, A. (Ed.) U. N. A. M. México. pp. 293-299.

Atwater, B. R. 1980. Dormancy and morphology of seeds of herbaceous ornamental plants. Seed Sci. and Technol. 8 (4): 523-573.

Begon M., Harper J.L. and Townsend C.R. 1987. Ecology: Individuals, Populations and Communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford, E. U. A. pp 620-638.

Besnier R., F. 1988. Semillas; biología y tecnología. Mundi-Prensa. España. 637 p.

Bonilla, B. R. y A. Carrillo. 1985. Desarrollo histórico, situación actual y perspectiva del establecimiento de plantaciones. En: III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No. 48. México. pp 551-560.

Brickwell, C. 1992. Enciclopedia plantas y flores. Td. Serrano, M. y Vallespinos, F. Grijalbo. México. Vol. II. pp. 525-526.

Camacho M, F. 1994 a. Dormición de Semillas; causas y tratamientos. Ed. Trillas. México. 125 p.

Camacho M, F. 1994 b. Fisiología de la germinación. En: Semillas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Publicación Especial No. 2. México. pp. 12-31.

Camacho M, F. y N. Contreras M. 1992. Propagación del tepozán (Buddleia cordata H.B.K.). Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI y Univ. Aut. de Chiapas. México. pp 662.

Camacho M, F. y V. González K. 1993. Guía tecnológica para el cultivo de cotoneaster (*Cotoneaster pannosa* Franch.); especie ornamental y útil en la recuperación de suelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Guía Tecnológica No. 2. México. 27 p.

Camacho M, F.; V. González K. y A. Mancera O. 1993 Guía tecnológica para el cultivo del Chapulixtle (*Dodonaea viscosa* (L) Jacq); arbusto útil para producción de tutores hortícolas, control de erosión y setos urbanos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Guía Tecnológica No. 1. México. 27 p.

Camacho M, F.; L. Morfín L. y V. González K. 1992. Multiplicación de plantas útiles en el control de la erosión. Memorias del VI Foro Interno de Investigación de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp 3.

Cano S., Z. 1994. La reserva del pedregal como ecosistema: estructura trófica. En: Rojo, A. (Ed.) Reserva Ecológica el Pedregal de San Angel; Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 149-158.

Castaños C., M. 1994. Arborización para carreteras y zonas urbanas. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 432 pp.

Fenner M. 1985. Seed Ecology. Chapman and Hall. New York, USA.

Flores R. D.; J.R. Alcalá M.; A. González. y J.E. Gama C. 1990. Los tepetates. Revista Geográfica. México. 3(4): 37-42.

Garzón C, C.E. 1988. Establecimiento y desarrollo de tres especies forestales en tepetates de A.E.F. "Matlalohcan", Tlaxcala. En: Primera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria de Tlaxcala. CIFAP- Tlaxcala. INIFAP, México. pp 15-16.

González K, V. y F. Camacho M. 1994. Avances en la propagación de cuatro especies presentes en el Pedregal de San Angel, D. F. En: Rojo, A. (Ed.) Reserva Ecológica el Pedregal de San Angel; Ecología, Historia Natural y Manejo. U. N. A. M. México. pp. 403-410.

Grime, B.P. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Td. García F., C. A. LIMUSA, México. 291 p.

Guerra de la Cruz, V. y C.E. Garzón C. 1992. Crecimiento de cinco especies forestales y su relación con la recuperación de suelos. Terra 10 (Numero Especial): 444-450.

Hartmann, H. T. y E. Kester D. 1987. Propagación de plantas; principios y practicas. Td. Marino A, A. Continental. México. 760 pp.

Hernández, H. M. 1981. Sobre la ecología reproductiva de Nicotiana glauca Grah.; una maleza de distribución cosmopolita. Boletín de la Soc. Bot. de Méx. 41: 47-73.

Hernández, J. L. 1984. Variación estacional del contenido de semillas del suelo en tres hábitats de la comunidad de Senecio praecox (Pedregal). Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias, UNAM. 100 p.

INCA, 1982. Diccionario Agropecuario de México. INCA Rural, México. pp 359.

Jones S, B. 1988. Sistemática Vegetal. Segunda edición. Mc Graw-Hill. México D.F.

La jornada Ecológica. La Jornada, México D.F., 31 de enero de 1994, año 3, número 28.

Liegel, L. H. and R. Venator C. 1987. A Technical Guide for Forest Nursery Management in the Caribbean and Latin America. USDA. For. Serv. Souther Exp. Station. General Technical Report-SO-67. USA. USA. 156 p

Luevanos E., J.; E. Melling B.; E. García M. y J.R. Aguirre R. 1991. Dietas veraniegas de venado cola blanca, jabalí de collar, cabra y caballo en la sierra de la Mojonera, Vanegas. San Luis Potosí. Agrociencia; Serie Recursos Naturales Renovables. México. 1 (3): 105-122.

Martínez G, L y A. Chacaló H. 1994. los arboles de la Ciudad de México. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. pp 146-149 y apéndices.

Martínez M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura Económica. México. pp. 828-860.

Martínez M. 1978. Flora Medicinal del Estado de México. CODAGEM. Dirección de Recursos Naturales. Toluca, Méx.

Martínez Z., M. 1992. Plantas útiles de San Lorenzo Acopilco, Distrito Federal. Ciencia Forestal en México 17 (71): 123-146.

Mass M, J. M. y O. García F. 1991. La investigación sobre la erosión de suelos en México; un análisis de la literatura existente. Ciencia. México. 41: 209-228.

Marzocca, A. 1979. Manual de malezas. Hemisferio Sur. Argentina. pp 6-7.

Meave, J.; J. Carabias; V, Arriaga y B, Valiente A. 1994. Observaciones fenológicas en el Pedregal de San Angel. En: Reserva Ecológica El Pedregal de San Angel; Ecología, Historia Natural y Manejo. Rojo, A. (Ed.) Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 91-105.

Moreno M, M. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 383 p.

Morfín L, L.; F. Camacho M., y D. Camacho M. 1991. Jardín de introducción de arbustivas forrajeras en la FES-Cuautitlán. Comunidad FES-Cuautitlán, UNAM. México. Quinta Epoca 6 (21): 3-4

Orozco S., A. 1989. Fisiología y ecología del fitocromo: su función en las semillas. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 49: 71-84.

Orozco S., A. 1991. Latencia de las semillas una interpretación desde el punto de vista de la fisiología ecológica. Macpalxochil. 127: 3-6.

Pedraza, C., E. y C. Rodríguez F. 1985 Evaluación de plantaciones para protección y recuperación de suelos en la cuenca oriental del ex-lago de Texcoco. En: III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación Especial No. 48. México. pp 769-803.

Ramírez L, A. 1937. Nota acerca del aprovechamiento de algunas plantas de importancia económica de la región del Valle del Mezquital, Hgo. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 8 (1-2): 83-115

Ramírez G. M. 1994. Tratamientos para estimular la germinación de algunas especies forestales. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 124 p.

Reyes C, P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Trillas. México. 344 p.

Rojo C., A. 1994. Plan de Manejo Reserva Ecológica el Pedregal de San Angel. En: Rojo, A. (Ed.) Reserva Ecológica el Pedregal de San Angel; Ecología, Historia Natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 371-382.

Rosales M, P. y F. Camacho M., 1986. Problemas en la reproducción de plantas que pueden colonizar suelos degradados en Naucalpan, Estado de México. 1r. Simposio Internacional sobre Areas Protegidas en México. Universidad Nacional Autónoma de México-SEDUE-CONACYT. México. pp 47-48.

SEDUE, 1988. Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial 28-I-1988.

SEDESOL-INE, 1993. Sistema Nacional de Areas Protegidas. Dirección de Reservas Naturales y Areas protegidas. Documento de circulación interna.

Soberón M., J.; M. de la C. Rosas M., y G. Jiménez C. 1994. Ecología hipotética del Pedregal de San Angel. En: Reserva Ecológica el Pedregal de San Angel; Ecología, Historia Natural y Manejo. Rojo, A. (Ed.) Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 129-148.

Snedecor, G. W. y G. Cochran, W. 1971. Métodos estadísticos. Td. Reynosa F., J. A. Continental. México. pp 371-418.

Springfield, H. W. 1972. Optimum temperatures for germination of winter flat. Journal of Range Management. 25 (1): 69-70.

Tinus, R. W. and E. McDonald S. 1979. How grow tree seedling in containers in greenhouses. USDA Forest Service. Gral. Tech. Rep. RM-60. USA. pp. 142-148.

Valiente B., A. y E. de Luna G. 1990. Una lista florística actualizada para la reserva del Pedregal de San Angel, México, D. F. Acta Botánica Mexicana. 9:13-30.

Vargas N, A. A. 1985. Loganiaceae. En: Rzedowski, J. y C. Rzedowski G. (Ed.) Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas e Instituto de Ecología. México. pp 212-215 y 322-323.

Vázquez Y., C. 1990 Ecología y conservación de semillas. Ciencias. México. No. Esp. 4: 30-33.

Vázquez Y., C. 1992. Almacenamiento prolongado de semillas; necesidad impostergable. Ciencia y Desarrollo. México. 28: 106 33 - 39.

Vázquez Y., C. y R. Toledo, J. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales; problemas y aplicaciones. Boletín de la Soc. Bot. de México. 49: 61-69.

Vázquez Y., C. y Orozco, S. A. 1991. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. Oecology 85: 171-175.

Zárate A., M. A. y E. Hernández X., 1991. Cultivo del "epazote zorrillo" (*Tloxys graveolens*), una especie arvense medicinal. Agrociencia; Serie Recursos Naturales Renovables. México. 1(1): 147-160.