

50322  
18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

MICROSITIOS PARA LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE  
*Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht & Cham. Y *Pseudotsuga menziesii*  
(Mirbel) Franco, EN ZONAS POST-INCENDIO DEL PARQUE  
NACIONAL "EL CHICO", HIDALGO.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I Ó L O G O  
P R E S E N T A N  
GARCÍA SUÁREZ / FELIPE  
SERRANO HERNÁNDEZ ALMA DELIA

U N A M  
F E S  
Z A R A G O Z A



LO PENSARON EN  
SU NUESTRO REALIZACIÓN

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. EFRAÍN ÁNGELES CERVANTES

PAPIITIN217300

MÉXICO D. F.

MAYO 2003

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por el espacio otorgado, en especial a la Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza" por los gratos momentos y el compromiso que nos forjaste para con la sociedad.

Al M. en C. Efraín Ángeles, por compartir sus bastas experiencias y conocimientos, su paciencia durante la carrera y el desarrollo de este trabajo, por todos sus valiosos consejos y su amistad.

Al M. en C. Manuel Rico, por la humildad al transmitir sus conocimientos, la disponibilidad siempre presente y por el tiempo dedicado a este trabajo.

Al Biólogo Ramiro Ríos por ser parte importante de nuestra formación académica y personal, por todo el apoyo brindado en los momentos difíciles, el tiempo cedido a la revisión del presente y los comentarios para el fortalecimiento del mismo.

Al Biólogo Faustino López por las observaciones realizadas y la disponibilidad prestada para el mejoramiento de esta tesis.

Al Dr. Gerardo Cruz por su amabilidad y valiosos comentarios aportados para la conclusión de este trabajo.

A los profesores que fueron parte fundamental de nuestra formación académica, en especial, a la M. en C. Susana Luna, por el apoyo, tiempo y confianza que nos brindó.

Al financiamiento otorgado para la realización del proyecto PAPIIT IN217300.

A los alumnos del M. en C. Efraín Ángeles por el apoyo y compartir gratos momentos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DEDICATORIAS

PAPA

*Por todo el amor que me has dado, los valores que me inculcaste, tus palabras de aliento, la nobleza que florece en ti, son los grandes motores que me han llevado a este punto, la gran fortuna que me has heredado y que nunca perderé. Te amo papito*

MAMA

*Por todo todos los cuidados, las noches de desvelo a mi lado, esa rebeldía que te caracteriza, y por la cual pude seguir en este camino, por escuchar cuando más lo necesito, eres mi gran apoyo con esa alegría que irradias y contagias.  
P.D. Te quiero mucho como ... tu ya sabes.*

SUSI

*La pequeña gran hermana que tengo. Esos momentos inolvidables en nuestra infancia, esa forma de ser tan peculiar, no sabes cuanta falta me haces.*

PORFIRIO Y VICTORIA †

*Esa ternura y protección que brindaban, fueron umbral de mis sueños y el pilar de la gran familia que ahora formamos. Siempre vivirán en nosotros.*

A MIS ABUELOS

*Sara y Crecenciano por ejemplificar que teniendo nada se puede formar todo, por impulsar a sus hijos a ser mejores y por todo lo que pueden ofrecernos, Gracias.*

ARA

*Cultivaste en mi, cariño, comprensión, confianza y mucho tiempo de tu juventud, brindaste a la familia tres pequeños torbellinos que dan felicidad. Mil Gracias a toda tu familia.*

TIAS

*María y Rosa por todos los consejos y momentos de felicidad*

FELIPE

*Por tu vasta paciencia manifestada, por los plácidos días, y los no tan plácidos, que compartimos durante estos años, porque juntos logramos llegar a una meta común. Tienes un gran sitio en mi corazón.*

A MIS AMIGOS

*Bety, Vic, Miguel, Ime, Liza, Ilugo, Alc, Mau, Javiercito, Raquel, César y todos los que me faltan, les agradezco por ser la parte alegre dentro de la facultad y por llenar el espacio de esta hoja.*

## DEDICATORIAS

PA'

Por ayudarme a buscar el camino cuando no estaba seguro de hacerlo yo solo, por impulsarme a la superación, porque me has enseñado tantas cosas que no se aprenden en la escuela. "TE QUIERO MUCUCHO". Gracias por la familia que ahora tengo.

MA'

Por la complicidad que me brindaste desde pequeño, por crear en mí este carácter que a final de cuentas siempre me ha traído cosas muy buenas, por todos los momentos de risa que compartimos junto a tus seres más queridos, por todo tu apoyo, mamita eres mi adoración.

A MIS HERMANOS

Lalo por compartir todos esos momentos de travesuras y por lo tanto de castigos. Diana que gusto me da verte crecer, sigue adelante. Omar por lo que hemos aprendido en los últimos años, me gustaría mucho que algún día trabajemos juntos como lo hemos planeado.

Por compartir todos esos momentos alegres pero también tristes. Gracias.

A MIS ABUES

Lupita y Elena que son lo máspreciado de mis padres y por supuesto mías, me encanta conocer esas historias, sus apapachos, sus consejos, sus regaños, que siempre me dejaron algo bueno.

A MIS TÍOS Y TÍAS

Porque fueron parte de mi formación, les agradezco todos los momentos agradables, pero muy en especial a mi tío Rodolfo y a mi tía Caro.

A Delfa

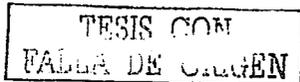
Por cada instante que hemos compartido, por el gusto de verte llegar a donde te has propuesto, por todo el apoyo incondicional que me brindaste para la realización del presente, por que eres parte importante de mi vida. Te quiero con todo mi hipotálamo.

A MOTIS

Gracias porque nos hacía falta alguien que arrancara todas esas sonrisas y disfrutar de esos pequeños momentos con todas tus ocurrencias.

A MIS AMIGOS

De la facultad Ale, Eric, Abue, Oswaldo, Rigo, Miriam, Lilia, Ime, Mau, Javierhongo, Joaquín, Raquel por todos esos momentos que seguro ustedes recuerdan. Vic, Bety, que desde cuarto los ando soportando. A todas las demás personas que me he encontrado en este largo camino en especial a los cuates del CEA Sta. Catarina.



# ÍNDICE

## RESUMEN

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN   | 1  |
| 1. ANTECEDENTES  | 3  |
| Aspectos taxonómicos   | 3  |
| Descripción botánica   | 4  |
| Distribución geográfica  | 6  |
| Factores ecológicos  | 8  |
| Tipos de incendio  | 11 |
| Aspectos reproductivos   | 12 |
| Banco de semillas y depredación  | 14 |
| Regeneración   | 15 |
| 2. INTERROGANTES   | 17 |
| 3. HIPÓTESIS   | 18 |
| 4. OBJETIVOS   | 19 |
| 5. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO  | 20 |
| 6. MATERIAL Y MÉTODOS  | 23 |
| a) Elección de la zona   | 23 |
| b) Colecta de frutos y obtención de las semillas   | 23 |
| c) Viabilidad de las semillas  | 24 |
| d) Micrositios   | 24 |
| e) Registro de datos   | 26 |
| f) Identificación de los agentes de la depredación y remoción de las semillas                                | 27 |
| 7. RESULTADOS  | 30 |
| Emergencia de plántulas  | 30 |
| Emergencia y estación del año  | 31 |
| Efecto del micrositio en la emergencia de Plántulas  | 32 |
| Influencia de las humedades y temperaturas tanto ambientales como edáficas, sobre la emergencia de plántulas | 35 |
| Relaciones estadísticas entre la emergencia de las especies y las condiciones ambientales                    | 43 |
| Depredación y remoción de las semillas de <i>A religiosa</i> y <i>P. menziesii</i>                           | 45 |
| Relaciones estadísticas de la remoción y la depredación entre zonas y micrositios                            | 51 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 52 |
| 9. CONCLUSIONES            | 60 |
| LITERATURA CITADA          | 62 |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## RESUMEN

Los ejemplares pertenecientes a las especies *Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. & Cham. y *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco, son muy semejantes en su morfología e incluso, en México, ocupan hábitats análogos.

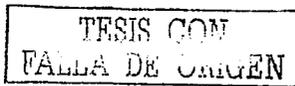
Estas especies tienen una gran importancia ecológica y económica pues juegan un papel notable en la captación de agua, además son especies maderables y ornamentales.

Se considera a los incendios como benéficos para la germinación y establecimiento de *A. religiosa* y *P. menziesii*, sin embargo, no se sabe que tipo de incendio y las características de los micrositios que favorecen la emergencia de plántulas.

El trabajo se realizó dentro del Parque Nacional "El Chico", en una zona donde ocurrieron incendios de varios tipos, la cual se subdividió de acuerdo al tipo de incendio, obteniendo una zona post-incendio de copa severo, una zona post-incendio de copa moderado y un testigo ubicado dentro del bosque no afectado por incendio. Cada una de ellas fue muestreada para identificar los micrositios dominantes, encontrando los siguientes: sin cubierta vegetal o suelo desnudo, bajo herbáceas y bajo arbustos. En cada uno de los micrositios se colocaron semillas, evaluando mensualmente la emergencia de plántulas, depredación, remoción y las que permanecieron como banco de semillas, durante el periodo de marzo del 2001 a febrero del 2002. En los micrositios se registraron datos de temperatura ambiental y edáfica, humedad ambiental y edáfica.

De los resultados obtenidos se encontró que solo emergieron las semillas colocadas en la zona post-incendio de copa severo, en los tres micrositios, y en esta misma, la depredación y remoción son menores, dando origen a un pequeño banco de semillas.

Con lo anterior se concluyó que los incendios de copa severo, disminuyen la depredación y remoción de semillas e incrementan la emergencia de plántulas. *A. religiosa* no requiere de micrositios específicos pero *P. menziesii* sí. El micrositio más favorable fue bajo herbáceas.



## **Introducción.**

Los bosques de coníferas tienen amplia distribución en zonas de clima templado y frío del hemisferio boreal. Dos de los géneros que se presentan en México son *Abies* y *Pseudotsuga*.

Los bosques de *Abies religiosa* se encuentran dispersos y localizados principalmente en el centro del país (Rzedowski, 1978). El género *Pseudotsuga* es uno de los más importantes de la flora Norteamericana por su gradiente de distribución, además constituye bosques de los mejores definidos ecológicamente y cubren una parte considerable de mencionado territorio (Dominguez, 1986). En México la superficie cubierta por los elementos de este género es mínima y se encuentra polarizada en pequeños manchones de varias entidades del norte y centro del país (Rzedowski, 1978).

La importancia ecológica de *A. religiosa* es principalmente la captación de agua, debido a su presencia en zonas de neblinas frecuentes, así como a la forma de su copa (Ángeles, 1998). Golberg (1979) encontró que un árbol de *Pinus montezumae* es capaz de colectar, a partir de neblina, una cantidad cercana a los 50,000 litros de agua anual. Económicamente *A. religiosa* es la principal fuente de celulosa de alta calidad, además de que es una especie maderable (Garduño, 1994).

En el caso de *Pseudotsuga menziesii* está declarada como especie rara en el territorio nacional por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (Sedesol, 1994). Sus árboles son resistentes y muy usados como madera para la construcción, postes, madera laminada y pulpa. Existen plantaciones de este género para la producción de madera y como árboles de navidad (Owston y Stein, 1974).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Madrigal (1967), Manzanilla (1974) y Rivera (1989) consideran que existen diferentes problemas en cuanto a la regeneración de los bosques de *Abies religiosa*. Wagner (citado por Leck *et al.*, 1989) menciona que una característica de los bosques boreales para presentar una buena germinación son las superficies quemadas o descubiertas; mientras que Madrigal (1967) y Ángeles (1998), mencionan que en *A. religiosa* los incendios favorecen la germinación y el establecimiento, importantes para la regeneración de estos bosques. Daby (*et al.*, 1988) menciona que *Pseudotsuga menziesii* es una especie que germina después de un incendio.

Algunos estudios han demostrado que diferentes especies requieren micrositios para el establecimiento de las plántulas. Sánchez-Córdova (1984), Domínguez (1986) y Nájera (1990) coinciden en que la presencia de *Pseudotsuga* se debe a efectos micro-climáticos, originados por la fisiografía (cañones) y las exposiciones dominantes Norte.

En México *A. religiosa* y *P. menziesii* coexisten, y si bien, estas especies, según los autores antes citados, son beneficiadas por los incendios, no existen estudios que indiquen el tipo de incendio que favorece la regeneración o algún estudio comparativo de los diferentes requerimientos que benefician la germinación y establecimiento, por lo que será el objetivo del presente trabajo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 1. ANTECEDENTES

### Aspectos taxonómicos.

El género *Abies* es un componente importante de los bosques boreales y existen de 40 a 60 especies de este género, sobre todo en las regiones templadas frías del hemisferio Norte, principalmente en Asia y América del Norte. En el país existen 8 especies y 5 variedades (Martínez, 1963).

Por lo que respecta a *Pseudotsuga*, Rzedowski (1978) y Acevedo (1998) mencionan que existe un gran desacuerdo en cuanto a la taxonomía a nivel específico, pues mientras algunos autores europeos reconocen cuatro especies para el territorio de la República, la mayoría de los botánicos norteamericanos no distingue más que dos especies para el continente, y solo *Pseudotsuga menziesii* extiende su área de distribución a nuestro país y según Musalem (2001) *P. macrolepis* Flous. y *P. guinieri* Flous son considerados como sinónimo de *P. menziesii*.

*P. menziesii* (Mirbel.) Franco, ha sido aceptada en las listas oficiales en acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (I.C.B.N.) (Dominguez, 1986).

En ambas especies la clasificación taxonómica, de acuerdo con Jones (1988) queda de la siguiente manera:

|             |                          |             |                                |
|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------------|
| División    | Pinophyta                | División    | Pinophyta                      |
| Subdivisión | Pinophytina              | Subdivisión | Pinophytina                    |
| Clase       | Coniferopsida            | Clase       | Coniferopsida                  |
| Orden       | Coniferales              | Orden       | Coniferales                    |
| Familia     | Pinaceae                 | Familia     | Pinaceae                       |
| Género      | <i>Abies</i>             | Género      | <i>Pseudotsuga</i>             |
| Especie     | <i>Abies religiosa</i> . | Especie     | <i>Pseudotsuga menziesii</i> . |

### **Descripción botánica.**

Rzedowski y Calderón (1979) realizan la descripción botánica del género *Abies* y en particular de la especie *A. religiosa* con las siguientes características:

**Hábito:** Árbol corpulento, siempre verde, de 30 a 40 m de altura; tronco con un diámetro de 40 cm a 1.5 m, corteza lisa en los árboles jóvenes y gruesa con placas escamosas de color grisáceo en los adultos; sus ramas son horizontales.

**Hojas:** Hojas alternas de 20 a 30 mm de largo por 1.5 mm de ancho, ápice agudo y cómeo, base torcida de color verde oscuro en el haz y glaucas en el envés.

**Flores:** Inflorescencias masculinas oblongas de 12 a 14 mm de largo por 5 mm de ancho, de color violáceo, al principio protegidas por mucha resina; inflorescencias femeninas en forma de conillos subcilíndricos de 7 cm de largo con las brácteas rojizas de margen rasgado.

**Frutos:** Los conos maduros son cilíndrico-oblongos de 10 a 16 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho, generalmente muy resinosos, casi sésiles; semillas resinosas de 9 a 10 mm de largo por 5 mm de ancho, lisas, de color castaño brillante, el ala mide de 22 a 25 mm de largo por 10 a 15 mm de ancho.

Nájera (1990), hace la siguiente descripción botánica del género *Pseudotsuga*, basada en reportes de Estados Unidos, Canadá y por Martínez en 1963:

**Hábito:** Árbol de porte grande siempre verde, con altura entre 12 y 40 m y un diámetro entre los 35 y 70 cm. La copa compacta de forma piramidal en arbolado viejo, en arbolado joven es cónica. Las ramas están dispuestas irregularmente o en forma subverticilada, extendidas y algo levantadas.

TESIS CON  
FALLA DE URGEN

**Ramillas:** Las ramillas secundarias son algo colgantes, extendidas y frágiles, su color es moreno cenizo tendiendo a rojizo. Las últimas ramillas más o menos extendidas, de color moreno ceniciento abajo y rojizo anaranjado hacia la punta. La superficie es áspera por las huellas que dejan las hojas al caer.

**Hojas:** El follaje es algo raro. Las hojas son solitarias, lineales, más o menos aplanadas, acanaladas en su parte superior y en la parte inferior presentan estomatíferos; ápice redondeado, truncado más o menos agudo. La base es media torcida están colocadas en forma de espiral en la ramilla y son subdisticas en la parte inferior, mientras en la parte superior se dirigen hacia la punta orientándose en todas direcciones. El tamaño varía entre 15 y 30 mm, las hojas son persistentes con permanencia de 5 a 8 años.

**Inflorescencia:** Monoicas, las masculinas de color rojo-anaranjado arregladas en conitos axilares, cilíndrico-oblongos, caedizos de aproximadamente 10 mm de largo y protegidos por brácteas traslúcidas de color castaño. Las flores femeninas colocadas en conillos terminales o axilares, de color verde rojizo y protegidas por escamas provistas de grandes brácteas; en la base de cada escama hay dos óvulos.

**Conos:** Conos colgantes, leñosos, oblongoides, solitarios, caedizos, posados en pedúnculos cortos, miden de 3 a 8 cm de ancho; maduran en la misma estación. Escamas persistentes delgadas, coriáceas, redondeadas en el ápice y ensanchadas hacia los lados; convexas y estriadas hacia afuera. Presentan una bráctea externa trifida. Las semillas en el ápice son estériles con menos de 6 mm de largo, redondeadas y con un ala terminal de 10 a 15 mm de longitud incluyendo la semilla.

**Corteza:** Es de color grisáceo, delgada y con ampulitas de resina en árboles jóvenes. En árboles viejos es muy gruesa, áspera, con la superficie dividida en placas

escamosas, alcanza un espesor de 8 a 10 cm; en el interior de la corteza se ven porciones irregulares unas de color rojo oscuro duras y otras blanco-amarillentas blandas. En las porciones duras se observan espículas traslúcidas, duras y agudas hirientes como los ahuates de las cactáceas.

**Semillas:** De acuerdo con Niembro (1983), las semillas presentan una forma ovoide, ligeramente triangular o sub-triangular, comprimidas por una cara y convexas por la otra, de unos 5 a 7 mm de largo.

Los árboles del género *Pseudotsuga* se asemejan mucho a los árboles de *Abies* en su aspecto general y por la morfología de sus hojas. La similitud en México se extiende al comportamiento ecológico, al igual que en el oeste Norteamericano y en otras partes del hemisferio norte, las especies mexicanas de *Pseudotsuga* ocupan hábitat análogos a los *Abies* y frecuentemente conviven con representantes de este género, además, de algunos pinos. El área total que *Pseudotsuga* cubre en la República probablemente no pasa de los 250 km<sup>2</sup> (Rzedowski, 1978).

#### **Distribución geográfica.**

El bosque de *A. religiosa* presenta un área de distribución natural limitada al Distrito Federal y a los Estados de Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Veracruz. También ha sido encontrada esta especie en el Nevado de Colima (Madrigal, 1967). En general su distribución se halla comprendida entre los 17°30' y 21° 00' latitud norte y entre los 97° 00' y 104° 00' longitud oeste (Manzanilla, 1974). Por lo que se le considera una especie endémica.

El límite inferior de *A. religiosa*, es de 2100 msnm, en exposición SO. El nivel superior lo alcanza el Ajusco, D.F. a los 3600 msnm, reportando que los límites

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

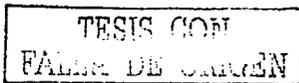
extremos, casi con frecuencia se encuentran mezclados con otras especies, mientras que en la parte media de su distribución, hay dominancia de rodales puros (Manzanilla, 1974).

En la sierra de Pachuca, el Oyamel aparece en las cañadas a los 2300 m de altitud por su lado norte fuera de la cuenca, y forma el bosque propiamente desde los 2400 m para arriba. Por su lado sur, dentro de la cuenca, se presenta desde altitudes poco mayores a los 2750 m. Los bosques más vigorosos se encuentran de los 2600 a 2750 m (Madrigal, 1967).

En el caso de *P. menziesii*, se distribuye en latitudes cercanas a los 55° de latitud Norte en las montañas Rocallosas y en la cabecera del río Skeena en la Cordillera de la Costa del Pacífico, hacia el Sur por todo el Sistema de las Montañas Rocallosas hasta Texas, Nuevo México y Arizona (Dominguez, 1986).

En México, el género se presenta en grupos reducidos de individuos, con una amplia distribución a lo largo de la Sierra Madre Occidental. En el estado de Chihuahua, alcanza la mayor parte de su área de distribución (León, 1997), así como en Sonora, Coahuila, Durango y Zacatecas.

También se presenta en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, en los estados de Nuevo León y Tamaulipas. En la parte más alta de la Sierra de Pachuca y en una pequeña área del centro del estado de Puebla, así como en Tlaxcala (Rzedowski, 1978), en áreas muy limitadas en el estado de Veracruz (Dominguez, 1986). Los límites altitudinales en el área de distribución natural de *Pseudotsuga menziesii* en México, es de 1500 a 3600 msnm, ocupando pendientes de exposición norte principalmente (Dominguez, 1994).



## **Factores ecológicos.**

Los factores ecológicos que influyen en los bosques de *A. religiosa* y *P. menziesii* son los siguientes:

- El clima que se presenta en los bosques de *A. religiosa* según Rzedowski (1978) en general presentan una precipitación media anual de los 1000 a los 1400 mm y la temperatura media anual varía de 7.5 a 13.5 °C.

El número de meses más secos no es mayor de cuatro y se presenta de diciembre a marzo. La forma de precipitación más frecuente es la lluvia, sin embargo también presenta granizadas, rocío e incluso nieve. El rocío se presenta más frecuentemente en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Manzanilla, 1974; Rzedowski, 1978).

La humedad atmosférica parece ser un factor importante en virtud del considerable número de días con niebla y al parecer es decisivo en su distribución (Rzedowski, 1978).

Para *P. menziesii* existe un amplio rango de distribución fuertemente influenciada por factores históricos. Sin embargo, las condiciones de su microclima por el efecto de la fisiografía del terreno, han jugado un papel muy importante para su establecimiento y desarrollo. Domínguez (1994) y Nájera (1990) coinciden en que la presencia de *Pseudotsuga* se debe a efectos microclimáticos, originados por la fisiografía (cañones) y las exposiciones dominantes Norte, que generan mayor humedad en su interior y en el suelo, mínima insolación, movimientos reducidos del viento y sombra la mayor parte del día.

- Los suelos en los bosques de oyamel presentan un buen drenaje, típicamente profundos, pero húmedos todo el año, de textura franca y migajón arenosos. Los valores de pH indican reacción ácida a neutra (5-7) (Manzanilla, 1974).

Además de que los suelos presentan un buen drenaje, los bosques de oyamel son protectores contra los agentes de erosión, ya que bajo estos no se encuentran signos de este daño, pero se han encontrado lugares donde el bosque fue talado y se han desarrollado cárcavas de 2-3 m de profundidad.

Para *P. menziesii*, en general los suelos son poco desarrollados, delgados, pedregosos, de pH ácido a alcalino(5-7.6), con un contenido de materia orgánica bajo a abundante y fertilidad limitada (Dominguez, 1994).

- La heterogeneidad del suelo forestal juega un papel importante en la germinación y establecimiento, así como en mantener la diversidad de especies. Un micrositio es un sitio seguro alrededor de la semilla o plántula, con los estímulos requeridos para romper la dormancia de las semillas, suficiente oxígeno, agua y con las condiciones para que la germinación ocurra, además de la escasez de depredadores, competencia y patógenos específicos para la semilla o plántula de una especie (Harper *et al.* 1961, Citado por Oswald y Neuenschwander, 1993).

Si de un gran número de semillas presentes en el suelo y las que arriban a la superficie a través de la dispersión, solo una fracción germina y emerge para dar plántulas, entonces, la presencia o ausencia y la densidad de una población de plántulas depende no solo de la existencia de las semillas, sino de la frecuencia de los sitios seguros.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Los incendios forestales son un factor importante para la configuración del medio ambiente. Presentan una influencia fundamental sobre las características de las especies y la historia vital, así como en las características y procesos del ecosistema. Específicamente, los incendios pueden ser determinantes en los ecosistemas dependientes de los mismos en todo el mundo e influyen sobre:
  - \* Las propiedades físicas y químicas de la localización.
  - \* La acumulación de materia seca.
  - \* Las adaptaciones genéticas de las especies vegetales.
  - \* El establecimiento, desarrollo, composición y la diversidad de las especies determinando a menudo, por lo tanto, las relaciones comunitarias, especialmente la serie forestal.
  - \* Hábitat y poblaciones silvestres.
  - \* La presencia y abundancia de insectos, parásitos y hongos forestales.

Los efectos físicos más importantes del fuego para el crecimiento arbóreo, están representados por la reducción del grosor de la capa orgánica superficial y la exposición del suelo superficial a la radiación solar directa, como resultado de la remoción del sotobosque (Harold y Hocker, 1984).

Los incendios pueden originar situaciones diferentes en un ecosistema, ya que ya que estos modifican las condiciones de dosel, sotobosque y materia orgánica acumulada en el suelo. Estas condiciones pueden ser favorables para la regeneración de los bosques (Manzanilla, 1974).

## **Tipos de incendio**

Es posible determinar tres clases de incendios de acuerdo al nivel en el cual se desarrollan: a) incendios superficiales, b) incendios de copa o corona y c) incendios subterráneos (Spurr y Barnes, 1980, Harold y Hocker, 1984 y Barbour *et al.*, 1987).

**Incendios superficiales** se extienden sobre el piso forestal, consumiendo el mantillo y el humus, matando plantas herbáceas, arbustos y chamuscando característicamente la base los árboles.

Los incendios superficiales alimentados por acumulaciones de materia orgánica y fustigados por los vientos, pueden chamuscar y quemar la copa de los árboles generando, de esta manera, un incendio de las copa.

**Incendio de copa o corona** se desplaza a través del dosel, quemando de una a otra corona arbórea. Estos incendios de corona también tienen la capacidad de crear corrientes ascendentes de aire que contribuyen a su propagación (Harold y Hocker, 1984)

Las coníferas son las más susceptibles a los incendios de copa, debido a la alta combustibilidad de su follaje (Spurr y Barnes, 1980).

Por medio de las presiones selectivas de los incendios recurrentes se han diferenciado determinadas características adaptativas de algunas especies de los bosques forestales, particularmente en respuesta a la frecuencia e intensidad del incendio.

Según Shearer (citado por Harold y Hocker, 1984), *Pseudotsuga* requiere de incendios periódicos, porque se reproduce bien sobre lechos semilleros pobremente quemados donde todavía se encuentra una capa residual de mantillo orgánico.

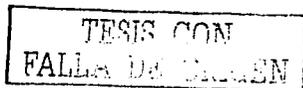
TESIS CON  
FALLA DE CIRCUN

**Incendios subterráneos** son los incendios que barren la superficie forestal, los cuales queman las gruesas acumulación de materia orgánica, a menudo turba, que sobresale en el suelo mineral. Estos se desarrollan bajo la superficie; no tienen llamas y pueden matar la mayor parte de las plantas que tienen raíces que crecen en la materia orgánica. Los incendios subterráneos tienen una combustión lenta y normalmente generan temperaturas muy elevadas. En la materia orgánica húmeda, el calor producido por el fuego seca el material adyacente a la zona encendida y con esto mantiene una zona de combustión.

Existen especies que han evolucionado a incendios periódicos adaptándose de alguna manera, es el caso de *P. menziesii* que desarrollo una corteza gruesa que aísla el tejido meristemático sensible al calor del fuego. Para el caso de especies del género *Abies*, también se considera que es favorecida por los incendios y estos benefician su regeneración como lo propone Manzanilla, (1974) y Ángeles, (1998).

#### **Aspectos reproductivos.**

**A. religiosa** es una especie monoica que completa su ciclo fenológico en un año. Los órganos femeninos y masculinos aparecen al mismo tiempo que las yemas vegetativas. La floración comienza en diciembre y se efectúa la polinización en marzo y abril del año siguiente. Los conillos fecundados alcanzan su madurez en noviembre del mismo año y en diciembre empieza la diseminación de las semillas. Simultáneamente con la maduración de los conos, las yemas vegetativas continúan su desarrollo y alcanzan su máximo en plena temporada de lluvias, en agosto y septiembre, y a fines de junio empiezan a desprenderse las hojas viejas. En condiciones naturales, la floración y



fructificación de árboles jóvenes de oyamel se inicia alrededor de los 25 años de edad (Madrigal, 1967; Manzanilla, 1974).

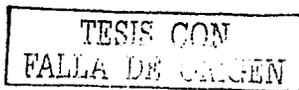
Manzanilla (1974) resalta que en promedio se puede esperar que haya una producción de semillas cada dos años.

El ciclo reproductivo de *P. menziesii* inicia durante la primavera cuando el primordio de la yema lateral se forma junto con los brotes vegetativos que se desarrollan en la yema vegetativa terminal. Estas yemas se pueden alargar y abrirse a finales de invierno y durante la primavera siguiente para producir ramas o conos masculinos y femeninos. Los estróbilos masculinos y femeninos aparecen aproximadamente un año después de la iniciación de las primordios de las yemas axilares (Owston y Stein 1974; Spurr y Barnes, 1980).

Los estróbilos masculinos alcanzan los 2 cm de largo. Los estróbilos femeninos se desarrollan en la parte más alta de la corona, y se encuentran erectas al tiempo en que se dispersa el polen. El color de los conos femeninos tiene un rango de verde a rojo oscuro y los masculinos de amarillo a rojo oscuro (Owston y Stein 1974; Spurr y Barnes, 1980).

La polinización y la fertilización se producen en el mismo año. La polinización se lleva a cabo en un periodo de 2 a 3 semanas y la fertilización ocurre después de 10 semanas de la polinización. El desarrollo de las semillas se lleva a cabo durante la primavera y el verano alcanzando la madurez en los meses de agosto-septiembre y son liberadas durante los meses de septiembre y octubre (Owston y Stein, 1974).

Los máximos de floración y producción de semillas ocurren alrededor de los cinco años (Owston y Stein 1974; Spurr y Barnes, 1980).



### **Banco de semillas y depredación.**

Aunque muchas especies de los bosques de coníferas se reproducen vegetativamente, la producción de semillas es esencial para otros (Lek ,*et al.*, 1989).

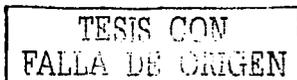
Lek *et al.* (1989) considera al banco de semillas como todas las semillas viables que se encuentran sobre o en el suelo o bien asociadas a una cama. Cada uno tiene un espacio y dimensiones temporales. Las semillas pueden tener una dispersión horizontal o vertical.

Por lo anterior se puede decir que un banco de semillas es una agregación de semillas no germinadas capaces de convertirse en plantas adultas.

En los bosques, cuando se compara el destino de las semillas se pueden reconocer dos grupos contrastantes; en el primero de ellos, la mayoría de las semillas germinan poco después de su liberación mientras que en el segundo grupo muchas se incorporan a un banco de semillas en latencia; este banco se puede detectar en todo momento en el hábitat durante el año y pueden presentar una acumulación de muchos años (Grime, 1982).

La entrada al banco de semillas es determinada por la lluvia de semillas y este puede perderse por el resultado de respuestas fisiológicas controladas genéticamente en el ambiente, incluyendo luz, temperatura, agua, tensión del oxígeno y estimulantes químicos, principalmente para la germinación.

La evaluación de la depredación en el banco de semillas es difícil. La composición de las semillas es una estrategia gustatoria causante de la disminución de las semillas. La consistente disminución de los bancos de semillas, es un impacto potencial sobre la abundancia de las plantas, distribución, estatus competitivo, ciclo de vida u otras adaptaciones.



El banco de semillas de *P. menziesii* se reduce por la depredación, la cual en esta especie se da principalmente por roedores y aves (Leck *et al.*, 1989 y Spurr y Barnes, 1980).

### **Regeneración.**

Manzanilla (1974) no encontró ninguna relación directa entre la forma estructural y la regeneración natural. Sin embargo, se hizo evidente de que la regeneración encuentra condiciones más favorables para su establecimiento en aquellos sitios en los que están más iluminados y con poco sotobosque. En el rodal densamente cerrado la escasez de luz impide la regeneración del oyamel, en las superficies abiertas muy a menudo la fuerte competencia de un exuberante desarrollado sotobosque (más la capa de materia orgánica) impide el establecimiento de la regeneración del oyamel.

Para *A. religiosa*, la regeneración natural así como las plantaciones son afectadas con frecuencia por los incendios, de modo que cuando son intensos la mortalidad es muy alta, debido a lo delgado de la corteza que en los árboles viejos rara vez alcanza un espesor de 4 cm, la relación entre la corteza interna o floema y la externa es 3:1 respectivamente, lo cual indica las pocas posibilidades de defensa del árbol contra el fuego, pues es realmente la corteza externa la que lo protege (Madrigal, 1967).

Los incendios forestales pueden originar bajo ciertas condiciones, situaciones muy diferentes, ya que a través de la destrucción del sotobosque y/o del material orgánico acumulado sobre el suelo, se pueden crear de nuevo condiciones muy favorables para lograr el establecimiento de la regeneración.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La regeneración post-incendio tiene una estrecha relación con la naturaleza del incendio. El establecimiento exitoso de plántulas es la conexión para los regímenes de la alteración que proveen la cama de semillas en el lugar y las condiciones de crecimiento. El fuego es requerido por muchas coníferas, Leck *et al.*, (1989) menciona que los incendios son necesarios para reducir la hojarasca por herbáceas anuales para remover competidores, mientras que Raven *et al.*, (1992) señala que algunas semillas permanecen latentes dentro de los conos hasta que el calor del fuego las libera, en particular en algunas especies de pino el calor derrite la resina que cierra herméticamente las escamas de los conos, y entonces se liberan las semillas; de esta forma se asegura la persistencia de las especies en áreas frecuentemente arrasadas por el fuego.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2. Interrogantes.

Debido a la importancia ecológica y económica de estas especies se plantean las siguientes cuestiones:

¿ Qué tipo e intensidad de incendio favorece la regeneración de *A. religiosa* y *P. menziesii* ?

¿En qué micrositios emergen y se establecen las semillas de *A. religiosa* y *P. menziesii* ?

¿Qué condiciones específicas de temperatura y humedad, tanto ambientales como edáficas, son las propicias para la emergencia y el establecimiento de *A. religiosa* y *P. menziesii* ?

¿ Cuales son los factores que impiden la emergencia de plántulas de ambas especies ?

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **3. Hipótesis.**

Los incendios forestales favorecen la emergencia de plántulas de *A. religiosa* y *P. menziesii*, por lo tanto en una zona de bosque donde ocurrieron incendios, las condiciones creadas por estos, benefician la emergencia de plántulas de *A. religiosa* y *P. menziesii* y como consecuencia la regeneración.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4. Objetivos

##### Objetivo general.

- Determinar a) la intensidad de incendio, b) el micrositio y c) las características de humedad y temperatura, tanto del ambiente como edáficas, en una zona post-incendio, que influyen en la emergencia de *Abies religiosa* y *Pseudotsuga menziesii*.

##### Objetivos particulares

- Determinar la intensidad del incendio que favorece la emergencia de *A. religiosa* y *P. menziesii* para la regeneración de los bosques.
- Determinar si los micrositos influyen sobre la emergencia y el establecimiento de *A. religiosa* y *P. menziesii*.
- Evaluar las condiciones de humedad, temperaturas tanto ambientales como edáficas para conocer los requerimientos de la emergencia y establecimiento de *A. religiosa* y *P. menziesii*.
- Identificar las condiciones en las que se presenta una mayor depredación de *A. religiosa* y *P. menziesii*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5. Localización y descripción de la zona de estudio.

El Parque Nacional el Chico, se localiza en el Municipio de Mineral del Chico, estado de Hidalgo; entre los meridianos 98° 42' 30" y 98° 45' 31" longitud oeste y entre los paralelos 20° 10' 05" y 20° 12' 25" latitud norte (Mapa 1).

Presenta un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano y semifrío, con una temperatura media anual de 18°C y una mínima de 5°C. La precipitación media anual es de 1479 mm, sin embargo la mayor cantidad de lluvia cae en junio con 249.7 mm y la menor en febrero con 18.6 mm (Vargas, 1998 citado por Yáñez, 1991). Por lo anterior de acuerdo con García (1988) el clima corresponde C(w2) b(i)g.

El área del parque Nacional "El Chico", de acuerdo con Rzedowski (1978) pertenece a la provincia florística de las Serranías Meridionales de la región Mesoamericana de Montaña, correspondiente esta última al Reino Holártico. Dicha provincia se distingue por incluir las elevaciones más altas del país y por la predominancia de los bosques de encino y de pino en forma equiparable (Zavala, 1995 citado por Yáñez, 1991).

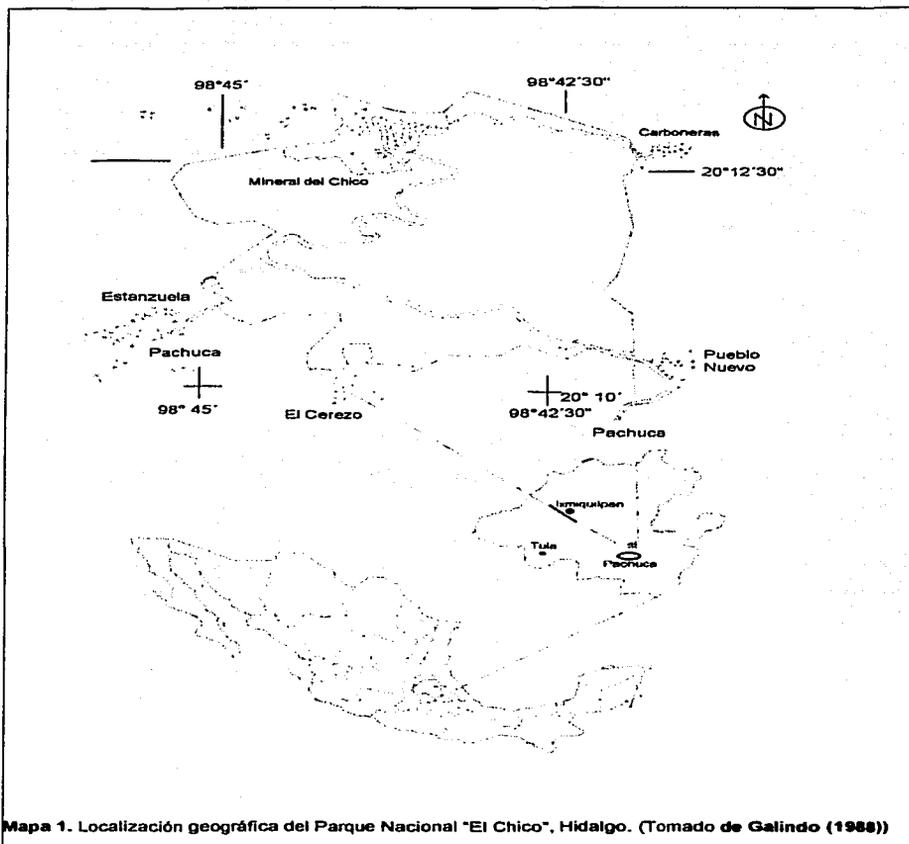
En este lugar se encuentran seis de los nueve géneros de coníferas presentes en México. En el Parque se encuentran los siguientes tipos de comunidades vegetales: Bosques de cedro (*Cupressus*), bosque de encino, pino-encino, matorral de *Juniperus*, pastizal y bosque de oyamel.

La comunidad de oyamel es la que cubre la mayor parte de la superficie en el Parque y es una de las que presenta mayor densidad en el valle de México. En el área se le encuentra en las porciones relativamente más frías y húmedas. El estrato arbóreo esta formado por *Abies religiosa* como especie dominante, además del oyamel colorado o romerillo (*Pseudotsuga*), el encino hoja de laurel (*Quercus laurina*), encino

hoja ancha (*Q. rugosa*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), madroño (*Arbutus xalapensis*) y aile o *Alnus firmifolia* (Galindo, 1984) .

En abril-junio de 1998 ocurrieron incendios de diversos tipos dentro del Parque Nacional "El Chico", que afectaron los bosques de *A. religiosa*. En el año 2001, en el kilómetro 13 aproximadamente de la carretera Pachuca-Mineral del Chico, se ubicaron tres zonas de estudio. En la primer zona ocurrió un incendio de copa severo, el cual afecto mortalmente a todo el arbolado, exceptuando a dos de cinco individuos de *Pseudotsuga menziesii*, actualmente es una zona abierta con herbáceas y arbustos principalmente. La segunda zona fue dañada por un incendio de copa moderado, donde se afecto parte del dosel y sotobosque, en esta zona existe una gran cantidad de arbolado joven de *A. religiosa* con aproximadamente 3 años y presentan un crecimiento mayor, comparadas con plántulas que se encuentran en el área. La tercer zona se ubica dentro del bosque el cual no se vio afectada por el incendio y presenta las características típicas de un bosque de oyamel, como una densa cubierta arbórea, una gruesa capa de hojarasca, líquenes, musgos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **6. Material y Metodos.**

### **a) Elección de la zona.**

La zona de estudio se encuentra a una altitud de los 2700 msnm con una pendiente del 10 y exposición norte. El tipo de suelo es un andosol asociado con un leptosol andico en la parte baja de la pendiente. Debido a estas características edáficas, de altitud, además de la exposición de la pendiente, se considera como una zona representativa para ambas especies, ya que los promedios de distribución altitudinal se encuentran entre los 2500 msnm para *P. menziesii* y 2800 msnm en el caso de *A. religiosa*, además *P. menziesii* se establece principalmente en suelos poco profundos y pedregosos en pendientes con exposición norte.

El área de estudio fue afectada por incendios de diferente tipo (de copa y superficial) e intensidad (de copa severo y de copa moderado), se eligieron las áreas tomando en cuenta la presencia de *P. menziesii*, resultando una zona de bosque afectada por incendio de copa severo, la segunda zona afectada por incendio de copa moderado y finalmente una zona testigo de bosque no afectado por incendio (Figura 1).

### **b) Colecta de frutos y obtención de semillas.**

Se colectaron conos de *A. religiosa* en febrero del 2001 y los conos de *P. menziesii* en agosto del 2000 en áreas adyacentes a la zona de estudio.

En la fase de laboratorio, los conos fueron sometidos a un tratamiento de presecado durante un par de semanas en un invernadero, donde los conos se protegieron de la humedad, además de contar con ventilación, lo anterior para que no se presentara una disminución de la viabilidad, tal y como lo indica Owston y Stein (1974). Posteriormente se liberaron las semillas de los conos mecánicamente. Una vez

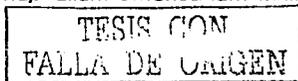
obtenidas las semillas se almacenaron en bolsas de papel a una temperatura de 8 °C para mantener la viabilidad (Yáñez, 1991).

#### **c) Viabilidad de las semillas.**

En el laboratorio se realizó la prueba de viabilidad de las semillas por el método bioquímico del cloruro de tetrazolio desarrollado por Lăkon en 1949, que permite estimar de forma rápida la condición biológica de las semillas, esta se basa en la reacción de ciertas enzimas de las células vivas con la sal de tetrazolio, donde se da la reducción del tetrazolio formándose un compuesto rojo llamado formasan. La reacción que se da en las células, decrece paralelamente con la viabilidad de las semillas, por lo tanto, una coloración rojo intensa es indicadora de la presencia de células vivas en el embrión y la no coloración o coloración más pálida indica la muerte o poca viabilidad de las células embrionarias (Moreno, 1984). Este tratamiento se aplicó a cuatro lotes de 100 semillas para cada una de las especies, obteniendo una viabilidad del 48% para *A. religiosa* y 19% para *P. menziesii*.

#### **d) Micrositios**

La determinación de los micrositios para la colocar las semillas, se realizó caracterizando 80 cuadrantes de 1m x 1m dentro de un área aproximada a 1 hectárea en cada una de las zonas de estudio. Con base en estos resultados se utilizaron tres micrositios, el primero en un micrositio desprovisto de vegetación (suelo desnudo), el segundo micrositio bajo herbáceas (*Verbena elegans* H.B.K. en el caso de las zonas post-incendio y *Sibthorpia repens* (Mutis ex L. F.) O. Kuntze para la zona de bosque no afectado) y el tercero bajo arbustos (*Gnaphalium americanum* Mill.) Figura 2. En las



tres zonas evaluadas, los micrositios se ubicaron al azar. Posterior a la ubicación los micrositios se delimitaron para una fácil localización.

Con base en lo anterior se realizó un diseño experimental que consta de un factorial de tres condiciones, dos de incendio y un testigo ( Incendio de copa moderado, Incendio de copa severo y el bosque no afectado por incendio), por tres condiciones de micrositios basados en la cubierta vegetal (Suelo sin vegetación o desnudo, bajo herbáceas y bajo arbustos), cada uno de los anteriores con tres repeticiones, haciendo un total de 27 unidades experimentales.

En cada unidad experimental se colocaron 25 semillas de manera homogénea, sumando un total de 675 semillas de cada especie, es decir 1350 semillas por las dos especies. La cantidad de semillas colocadas en cada unidad experimental se determino por conteos previos en el área de estudio del número de semillas en el suelo en un área de 1 m<sup>2</sup>.

| TRATAMIENTO  | MICROSITIO                  | REPETICIÓN |
|--|-----------------------------|------------|
| 1. Zona de bosque afectado por incendio de copa severo (I.C.S) | A: En claro o suelo desnudo | 1.A.1      |
|  |                             | 1.A.2      |
|  |                             | 1.A.3      |
|  | B: Bajo herbáceas           | 1.B.1      |
|  |                             | 1.B.2      |
|  |                             | 1.B.3      |
|  | C: Bajo arbustos            | 1.C.1      |
|  |                             | 1.C.2      |
|  |                             | 1.C.3      |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

|  |                             |       |
|--|-----------------------------|-------|
| 2. Zona de bosque afectado por incendio de copa moderado (I.C.M) | A: En claro o suelo desnudo | 2.A.1 |
|  |                             | 2.A.2 |
|  |                             | 2.A.3 |
|  | B: Bajo herbáceas           | 2.B.1 |
|  |                             | 2.B.2 |
|  |                             | 2.B.3 |
|  | C: Bajo arbustos            | 2.C.1 |
|  |                             | 2.C.2 |
|  |                             | 2.C.3 |
| 3. Zona de bosque no afectado por incendio "Testigo" (B.N.A)     | A: En claro o suelo desnudo | 3.A.1 |
|  |                             | 3.A.2 |
|  |                             | 3.A.3 |
|  | B: Bajo herbáceas           | 3.B.1 |
|  |                             | 3.B.2 |
|  |                             | 3.B.3 |
|  | C: Bajo arbustos            | 3.C.1 |
|  |                             | 3.C.2 |
|  |                             | 3.C.3 |

**e) Registro de datos.**

En cada unidad experimental se evaluaron mensualmente los siguientes parámetros:

**T, s:** temperatura edáfica, se midió con un termómetro edáfico a 5 cm de profundidad.

**T, a:** temperatura ambiental, se midió con un termo higrómetro (Perkin-Elmer).

**%H, s:** Humedad edáfica (humedad relativa disponible), se midió con un humedímetro de suelos (Kelwey soil.

TESIS CON  
FALLA DE URGEN

**%H, a:** Humedad ambiental, se midió con un termo higrómetro (Perkin-Elmer).

**Luz:** Intensidad de luz solar, se midió con un fotómetro.

**E:** Emergencia, se considera a las semillas que presentan cambios morfológicos (ruptura de la testa, aparición de la radícula y la presencia del epicótilo)

**Dep.:** Depredación de semillas, considerando como tal a las semillas que sean comidas en el lugar.

**Rem.:** Remoción de semillas, en este grupo se incluyen las semillas que no se encuentren dentro del microsítio.

**B. sem.:** Banco de semillas, son las semillas que quedan en el sitio.

#### **f) Identificación de los agentes de la depredación y remoción de semillas.**

Para la identificación de los agentes depredadores y de remoción, se colocaron en cada zona trampas para huellas con arena fina, por la mañana y por la noche. Las trampas tenían un área de 35 x 40 cm aproximadamente y se colocaron 10 semillas de cada especie. La evaluación de estas se realizó entre las 8:00 y 10:00 a.m. y las 9:00 y 11:00 p.m., tomando en cuenta la presencia de huellas, semillas comidas y removidas.

A los datos obtenidos se les realizó un análisis de asociación con tablas de contingencia en una prueba de  $\chi^2$  (Krebs, 1978) utilizando el paquete STATA .

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



a) bosque afectado por incendio de copa severo



b) Bosque afectado por incendio de copa moderado.



c) Bosque no afectado por incendio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Figura 1.** Zonas de estudio ubicadas en El Parque Nacional "El Chico" Hidalgo.



a) Micrositio sobre suelo desnudo



b) Micrositio bajo herbáceas



c) Micrositio bajo arbusto

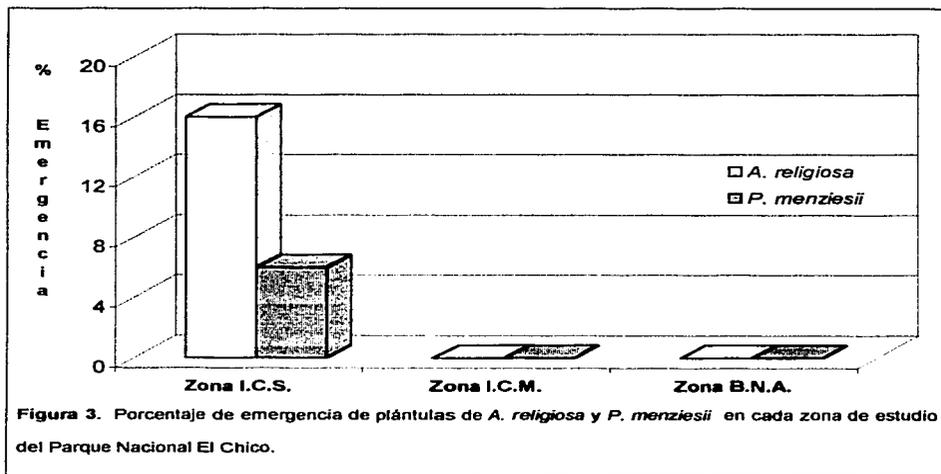
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Figura 1.** Micrositios utilizados para la evaluación de la emergencia de plántulas de *A. religiosa* y *P. menziesii*, en El Parque Nacional "El Chico".

## 7. Resultados.

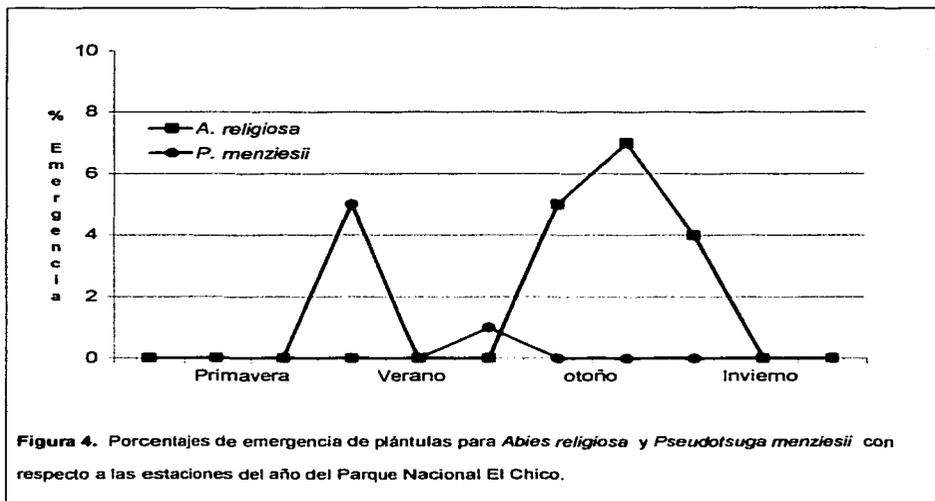
### Emergencia de plántulas

La emergencia de plántulas de *Abies religiosa* y *Pseudotsuga menziesii* únicamente se presentó en la zona post-incendio de copa severo. La figura 3 muestra los promedios obtenidos de cada especie, 16% para *A. religiosa* y de un 6% para *P. menziesii* del total de las semillas colocadas en cada una de las zonas.



### Emergencia y estación del año.

La emergencia de las plántulas ocurrió durante el verano para *P. menziesii*, siendo el mes de julio cuando se registró el mayor porcentaje de emergencia con un 5%. Para *A. religiosa* la emergencia de plántulas tuvo lugar durante el otoño, presentando el 7% de la emergencia en el mes de noviembre, quedando por debajo el mes de octubre con un 5% y diciembre con el 4% de la emergencia de plántulas(Figura 4).



### Efectos del micrositio en la emergencia de plántulas.

En la figura 5 se encuentran representados los porcentajes de emergencia de plántulas en cada micrositios de la zona post-incendio de copa severo. Los datos más altos se encuentran en los micrositios bajo herbácea y bajo arbusto con un porcentaje de 17, en ambos micrositios, para *A. religiosa*; mientras que *P. menziesii* cuenta con el 8% bajo herbáceas y con un 7% bajo arbusto. En el micrositio sobre suelo desnudo, se obtuvo el menor porcentaje de emergencia de plántulas para ambas especies, registrando para *A. religiosa* un 12% y para *P. menziesii* un 4%. El análisis estadístico mostró una relación altamente significativa, en micrositio bajo herbáceas ( $P < 0.000$ ), para *P. menziesii*.

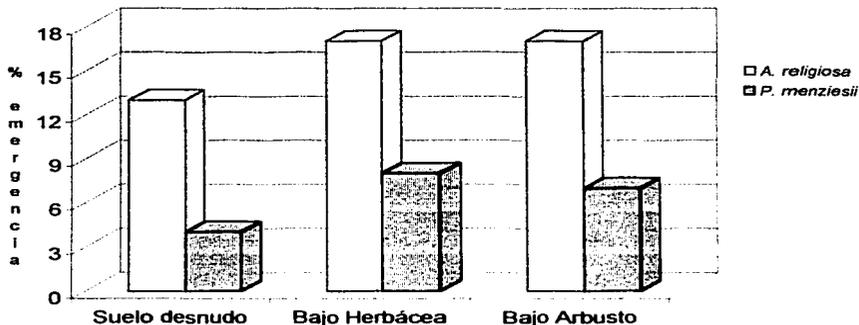
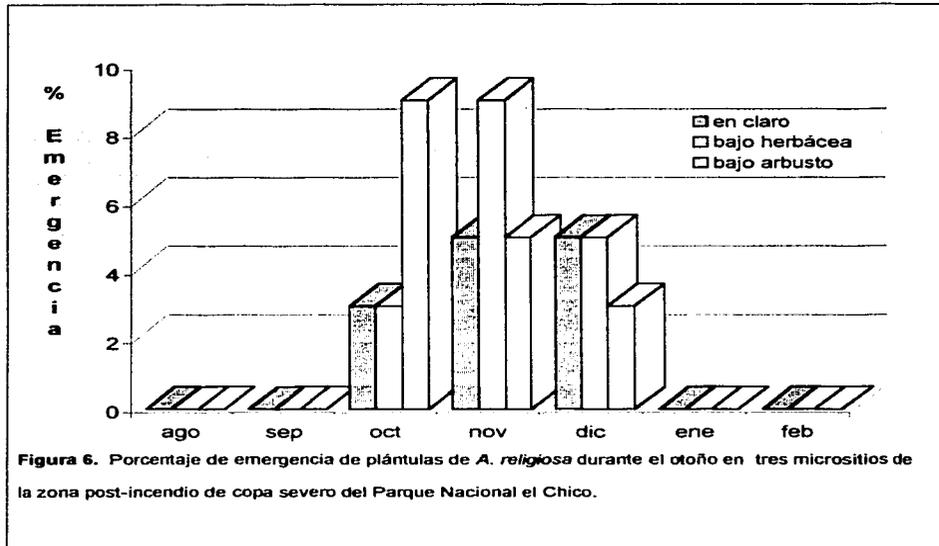
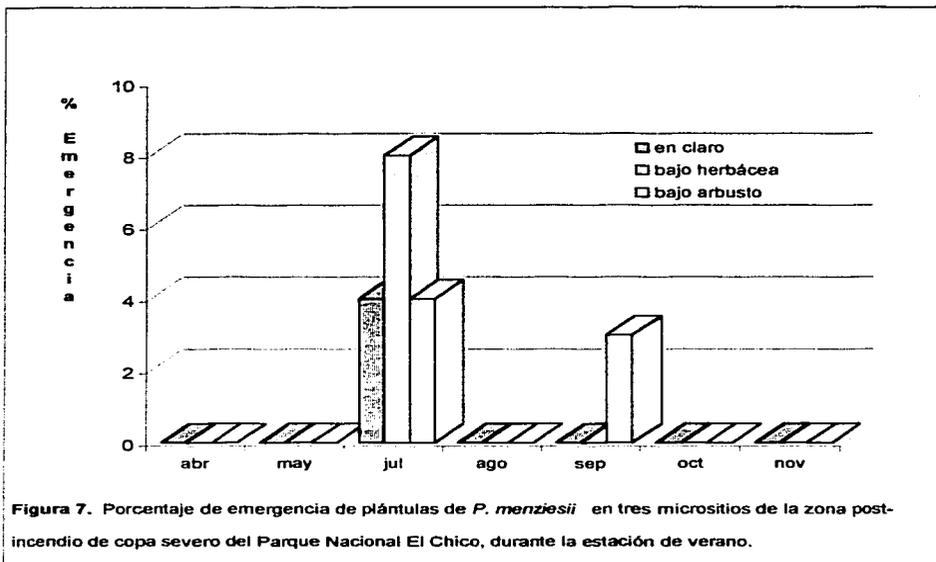


Figura 5. Porcentajes de emergencia de plántulas de *Abies religiosa* y *Pseudotsuga menziesii* en la zona post-incendio de copa severo del Parque Nacional el Chico.

La emergencia de plántulas para *A. religiosa* ocurrió en los meses de octubre a diciembre, el micrositio bajo arbusto en el mes de octubre presenta el mayor porcentaje de emergencia con el 9%, el mismo porcentaje lo presenta el micrositio bajo herbáceas en el mes de noviembre y finalmente en el mes de diciembre el micrositio sobre suelo desnudo alcanza un mayor porcentaje igualando al micrositio bajo herbáceas en este mes con el 5% (Figura 6).



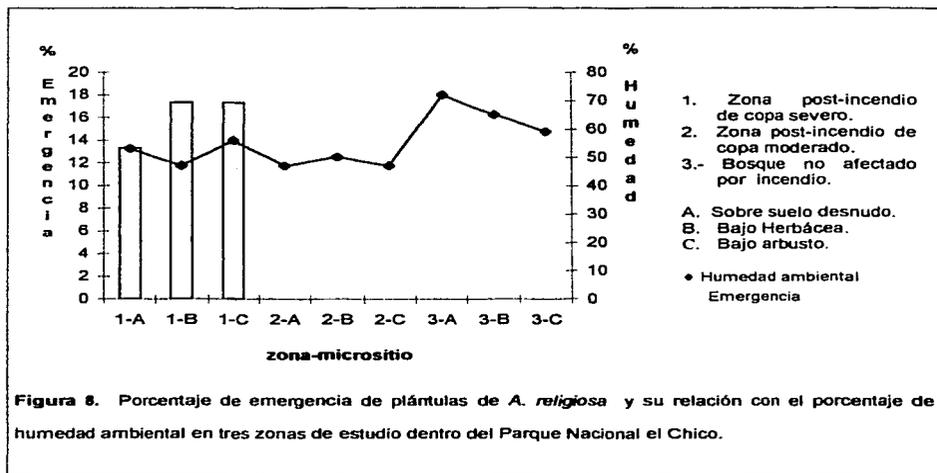
Para *P. menziesii* la emergencia ocurrió en los meses de julio y septiembre, siendo el micrositio bajo herbáceas el que presentó el mayor porcentaje en el mes de julio con un 8%, y en septiembre únicamente en el micrositio bajo arbusto existió emergencia teniendo un valor de 3% (figura 7).



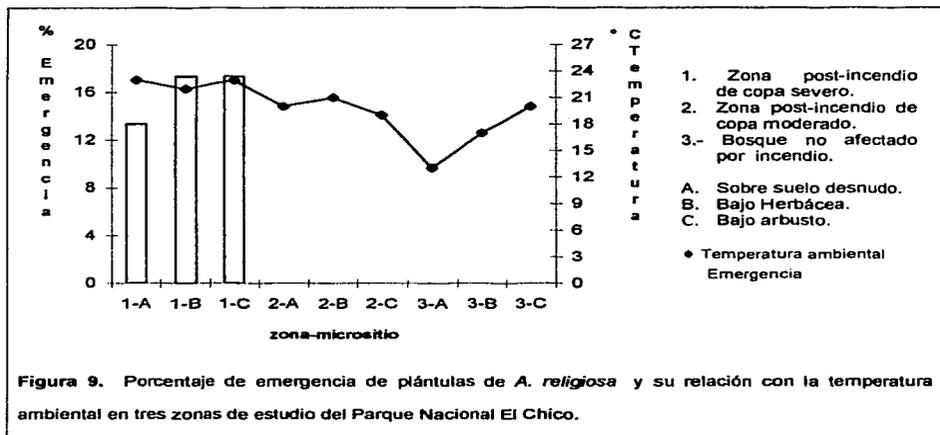
**Influencia de las humedades y temperaturas, tanto ambientales como edáficas, sobre la emergencia de plántulas.**

**Humedad y temperatura ambiental.**

Para *A religiosa* se obtuvo que en el bosque no afectado por incendio, en el micrositio sobre suelo desnudo presentó la mayor humedad ambiental con un 72%, siendo este el más alto porcentaje de humedad en el ambiente registrado. En la zona post-incendio de copa moderado, los valores de humedad son más homogéneos y menores a las otras dos zonas, teniendo como resultado desde un 47 a 56% de humedad en el ambiente. En la zona post-incendio de copa severo, el micrositio con menor porcentaje de humedad es bajo herbácea con un valor de 47 % y el más alto es bajo arbusto con 56 % de humedad (figura 8).

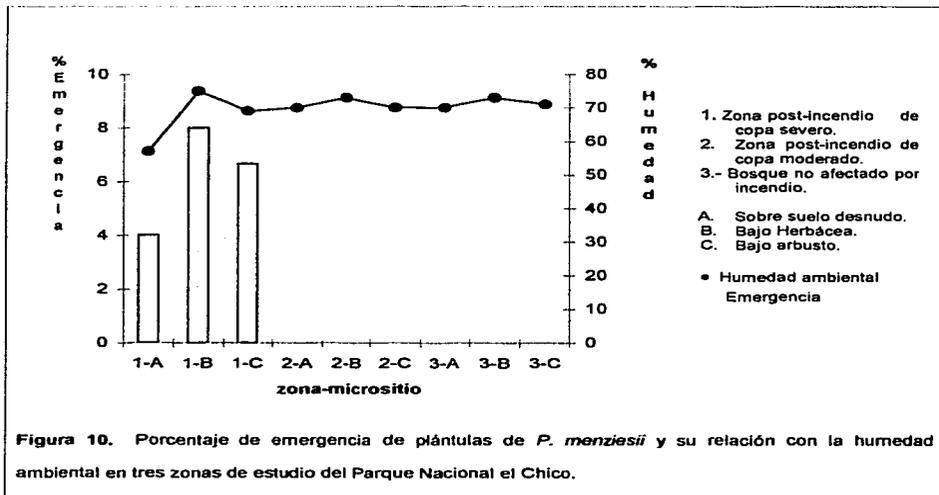


En la zona de bosque afectada por incendio de copa severo, se presentaron las temperaturas ambientales más altas, Para *A. religiosa*, los micrositios sobre el suelo desnudo y bajo arbusto presentaron una temperatura de 23 °C y el micrositio bajo herbáceas presentó una temperatura de 22 °C. En la zona post-incendio de copa moderado, las temperaturas registradas ocurrieron entre los 19 y 21°C, mientras que en la zona del bosque no afectado por incendio las temperaturas registradas fueron de los 13 a los 20 °C, como se observa en la figura 9.



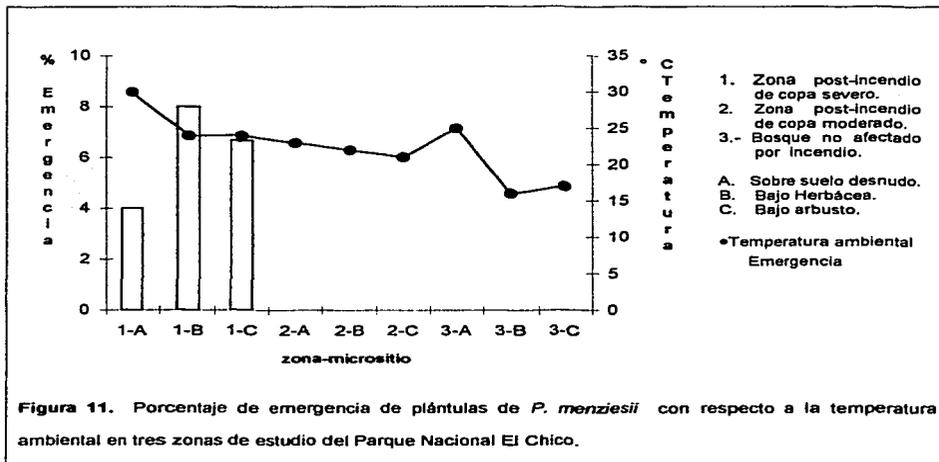
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la figura 10 se muestran los porcentajes de humedad relativa registrados en el ambiente, en los microsítios evaluados para *P. menziesii*, se encontraron entre 57 y 75% de humedad relativa. Los datos obtenidos en las zonas post-incendio de copa moderado y el bosque no afectado por incendio son similares. En la zona post-incendio de copa severo, en el microsítio sobre suelo desnudo se obtuvo el valor más bajo, para este parámetro ambiental, de 57%; en el microsítio bajo herbáceas, donde la emergencia de plántulas fue mayor, se registró una humedad del 75%.



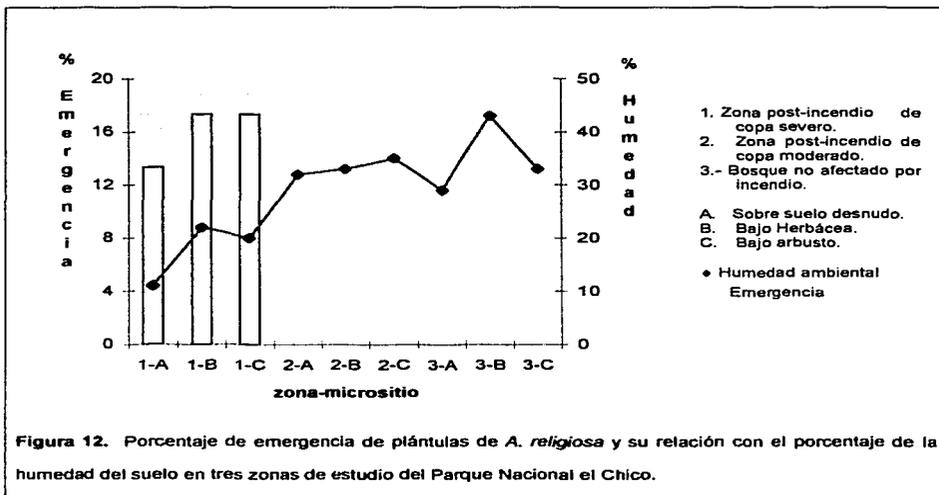
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La emergencia de plántulas de *P. menziesii* ocurrió en mayor porcentaje cuando la temperatura ambiental fue de 24°C, disminuyendo cuando la temperatura se elevó a los 30°C, esto solo se presentó en la zona afectada por incendio severo, específicamente en el micrositio con suelo desnudo. En las dos zonas restantes los micrositios presentaron valores entre los 16-25°C (Figura 11).

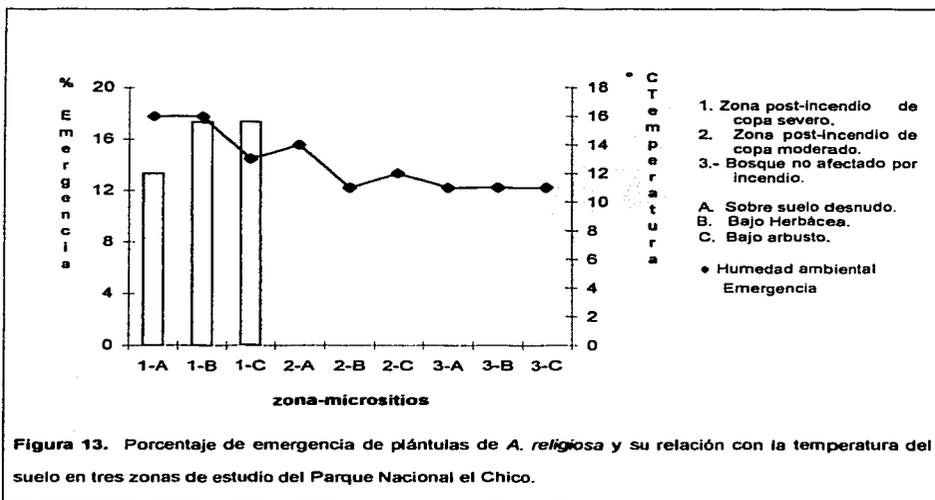


### Humedad y temperatura edáfica.

El porcentaje de humedad del suelo en la zona post-incendio de copa severo, se registró entre 11 y 22%, en este intervalo ocurrió la emergencia de plántulas de *A. religiosa*. En las zonas de incendio de copa moderado y la zona no afectada por incendio, la humedad se encuentra entre los 29 y 43% (figura 12).

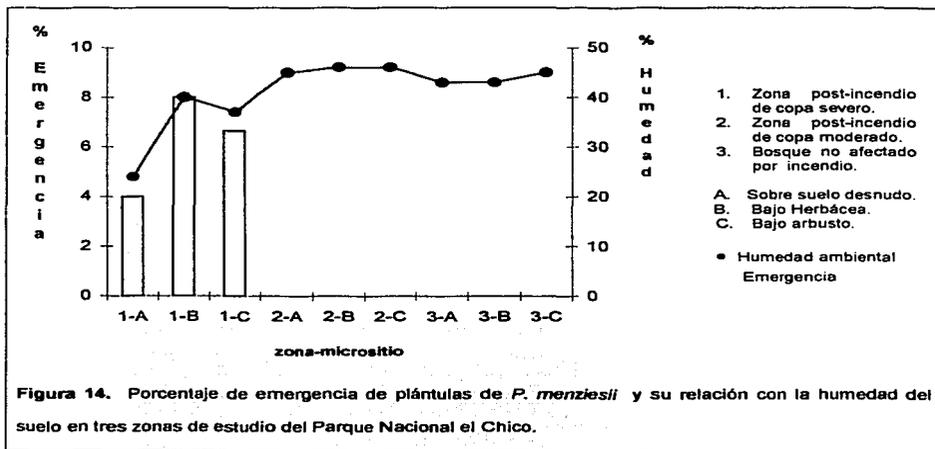


La temperatura edáfica, como se muestra en la figura 13, tiene un comportamiento similar a la temperatura ambiental, los valores en la zona de bosque afectado por incendio de copa severo en el micrositio de suelo desnudo y bajo herbáceas presentan, 16°C, mientras que en el micrositio bajo arbustos la temperatura ambiental registrada es de 13°C . En la zona de bosque afectada por incendio de copa moderado las temperaturas ambientales registradas se encontraron entre los 11 y 14°C y finalmente para la zona de bosque no afectada por incendio se registraron temperaturas de 11°C.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la figura 14 se observa que la emergencia de plántulas de *P. menziesii* ocurrió cuando la humedad del suelo ocurre entre 24 y 40%, esto sólo se registró en la zona afectada por incendio de copa severo. En el micrositio bajo herbácea y bajo arbusto se obtuvo el 40 y 37% de humedad edáfica respectivamente, en estos micrositios la emergencia de plántulas fue mayor (8 y 7%), mientras que el micrositio en suelo desnudo la humedad del suelo fue de 24% y la emergencia de plántulas fue menor (4%) .



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La figura 15 muestra la temperatura del suelo registrada en los micrositios de cada zona y el porcentaje de emergencia de plántulas de *P. menziesii*, indicando que la emergencia ocurrió en donde la temperatura del suelo presentó valores entre los 15 y 17°C. La zona donde se presentaron estos valores es la zona del bosque afectado por incendio de copa severo.

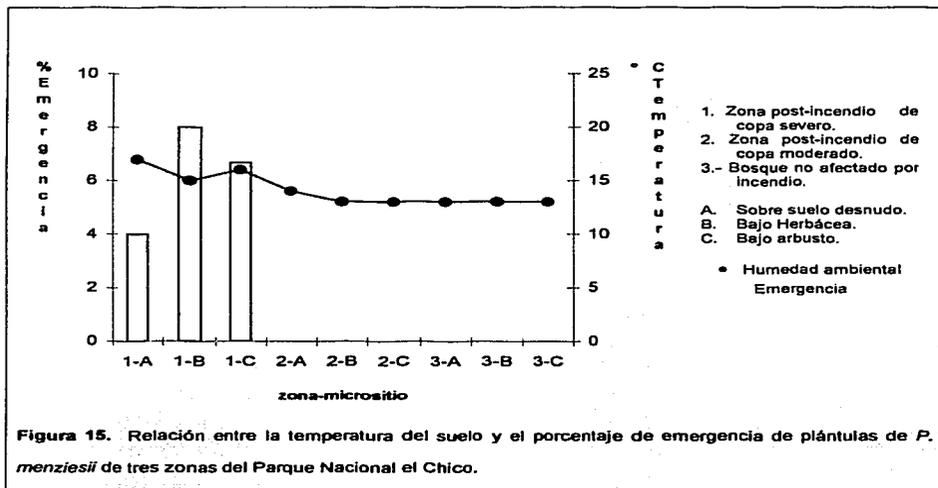


Figura 15. Relación entre la temperatura del suelo y el porcentaje de emergencia de plántulas de *P. menziesii* de tres zonas del Parque Nacional el Chico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En el cuadro No.1 se aprecian las relaciones estadísticas que existen entre la emergencia de las especies y los parámetros ambientales evaluados.

Se observa que en *A. religiosa*, aunque existe relación con la zona para su emergencia, no depende del micrositio, lo que indica que en cualquiera de ellos puede emerger. *P. menziesii* necesita tanto de la zona en donde se encuentre como del micrositio, ya que la emergencia en el micrositio bajo herbáceas fue mayor.

Los parámetros ambientales no influyen en la emergencia de estas especies, y para el caso de *P. menziesii*, tampoco los parámetros edáficos, no obstante *A. religiosa* sí depende, en cierto grado de la humedad del suelo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Cuadro No. 1.- Relaciones estadísticas entre la emergencia de las especies y las condiciones ambientales.**

| variables           |                     |              |               |              |           |          |      |
|---------------------|---------------------|--------------|---------------|--------------|-----------|----------|------|
| <i>spp.</i>         | Zona                | Micrositio   | T°C ambiental | %H ambiental | T°C suelo | %H suelo |      |
| <i>A. religiosa</i> | I.C.S<br>xxx        | S. D         | N.S           | N.S          | N.S       | XX       |      |
|                     |                     | N.S          |               |              |           |          |      |
|                     |                     | B. H         |               |              |           |          |      |
|                     | I.C.M<br>N.S        | N.S          | S. D          | N.S          | N.S       | N.S      | N.S  |
|                     |                     |              | N.S           |              |           |          |      |
|                     |                     |              | B. H          |              |           |          |      |
|                     | B.N.A.<br>N.S       | N.S          | S. D          | N.S          | N.S       | N.S      | N.S  |
|                     |                     |              | N.S           |              |           |          |      |
|                     |                     |              | B. H          |              |           |          |      |
|                     | <i>P. menziesii</i> | I.C.S<br>xxx | S. D          | N.S.         | N.S.      | N.S.     | N.S. |
|                     |                     |              | N.S           |              |           |          |      |
|                     |                     |              | B. H          |              |           |          |      |
| XX                  |                     |              |               |              |           |          |      |
| I.C.M<br>N.S        |                     | N.S          | S. D          | N.S.         | N.S.      | N.S.     | N.S. |
|                     |                     |              | N.S           |              |           |          |      |
|                     |                     |              | B. H          |              |           |          |      |
| B.N.A.<br>N.S       |                     | N.S          | S. D          | N.S.         | N.S.      | N.S.     | N.S. |
|                     |                     |              | N.S           |              |           |          |      |
|                     |                     |              | B. H          |              |           |          |      |
|                     |                     |              | B.A.          |              |           |          |      |
|                     |                     |              | N.S.          |              |           |          |      |
|                     | N.S.                |              |               |              |           |          |      |

(xxx=P<0.0001    xx=P<0.001    x=P<0.01    N.S= No Significativo)

Tipo de incendio:

I.C.S. Incendio de copa severo

I.C.M. Incendio de copa moderado

B.N.A. Bosque no afectado por incendio

Micrositio:

S.D. Suelo desnudo o sin vegetación.

B.H. Bajo herbácea

B.A. Bajo arbusto

## **Depredación y remoción de las semillas de *A. religiosa* y *P. menziesii*.**

### **A) Identificación de los agentes de remoción y depredación de semillas.**

Los resultados obtenidos en las trampas para huellas, colocadas en cada zona, indicaron que *A. religiosa* no presenta depredación y sus principales agentes de remoción son la lluvia y el viento. En el caso de las semillas de *P. menziesii* fueron depredadas y removidas por roedores y aves.

En el Cuadro 2 se describe el porcentaje de semillas depredadas así como removidas para *A. religiosa* y *P. menziesii*.

Por registros de las huellas en las trampas y por trabajos realizados sobre muestreos de roedores en la zona, se considera que uno de los depredadores de las semillas de *P. menziesii* es *Neotomodon alstonii alstonii*.

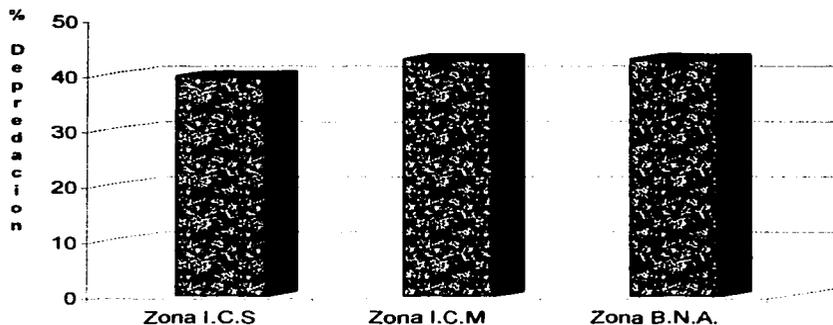
**Cuadro 2.** Agentes de depredación y remoción de semillas de *A. religiosa* y *P. menziesii*, según las trampas para huellas, en zonas post-incendio del Parque nacional El Chico.

| ZONA                            | % DE DEPREDACIÓN Y AGENTE |                     | % DE REMOCIÓN Y AGENTE      |                         |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                                 | <i>P. menziesii</i>       | <i>A. religiosa</i> | <i>P. menziesii</i>         | <i>A. religiosa</i>     |
| POST-INCENDIO DE COPA SEVERO    | 50%<br>Roedores           | 0%                  | 0%                          | 10%<br>Lluvia<br>Viento |
| POST-INCENDIO DE COPA MODERADO  | 10%<br>Roedores           | 0%                  | 15% aves<br>7.5% mamifero   | 0%                      |
| BOSQUE NO AFECTADO POR INCENDIO | 12%<br>Roedores           | 0%                  | 12.5% aves<br>2.5% mamifero | 5%<br>Lluvia<br>Viento  |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## B) Depredación de semillas.

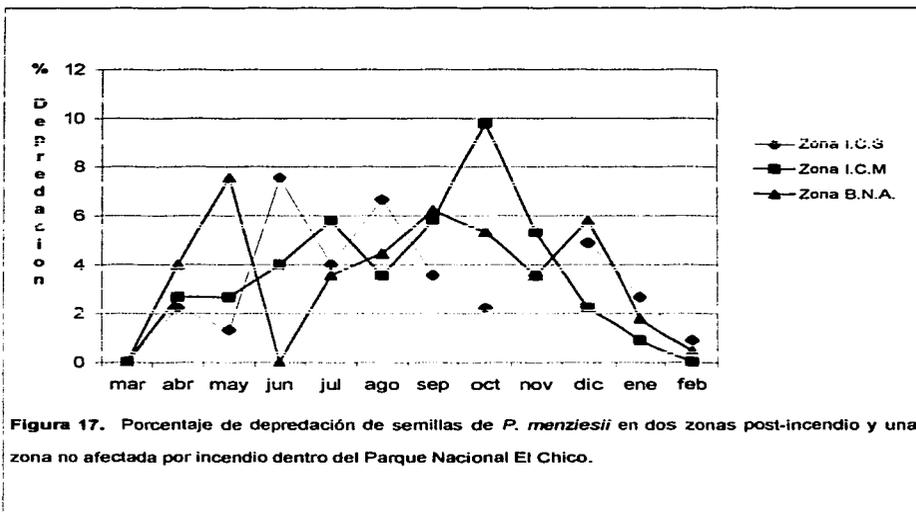
En la figura 16 se muestran los porcentajes totales de la depredación de semillas de *P. menziesii* durante el periodo de evaluación, en cada zona de estudio. La depredación de las semillas es más alta en las zonas de bosque no afectado por incendio, así como en la zona post-incendio de copa moderado con un valor de 43%.



**Figura 16.** Porcentajes de depredación para *P. menziesii* en las zonas de estudio del Parque Nacional El Chico.

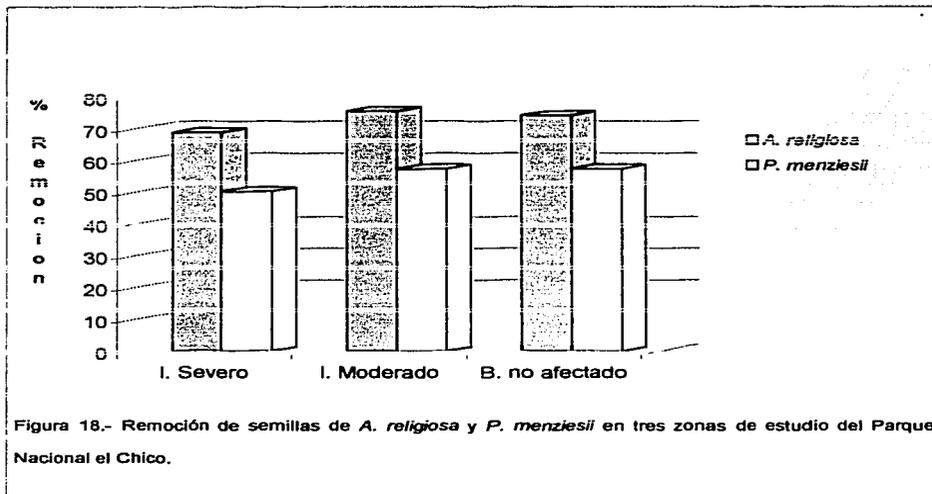
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La depredación de las semillas *P. menziesii* fue mayor en la zona del bosque afectado por incendio de copa moderado en el mes de octubre con el 10% del total de las semillas. En la zona del bosque afectada por incendio de copa severo, los valores más altos de depredación los presentó el mes de junio (7%), mientras que la zona de bosque no afectada por incendio obtuvo la mayor depredación en mayo (7%). En las semillas de *A. religiosa* no existió depredación (figura 17).



### C) Remoción de semillas.

La zona post-incendio de copa severo presentó el menor porcentaje de semillas removidas de los micrositos donde fueron colocadas, mientras que en la zona post-incendio de copa moderado se registró el mayor porcentaje de semillas removidas de *A. religiosa* con el 76%. Para *P. menziesii* se encontró que en la zona de bosque que no fue afectada por el incendio, así como en la zona post-incendio de copa moderado se obtuvo el mismo porcentaje de remoción (57%) (figura 18).



En la figura 19 se observa que en *A. religiosa* el mayor porcentaje de remoción de semillas ocurre en el mes de septiembre, para todas las zonas de estudio. Como se observa en la figura, el mayor porcentaje de remoción de semillas se presentó en la zona de bosque afectada por incendio de copa moderado con 20% de las semillas.

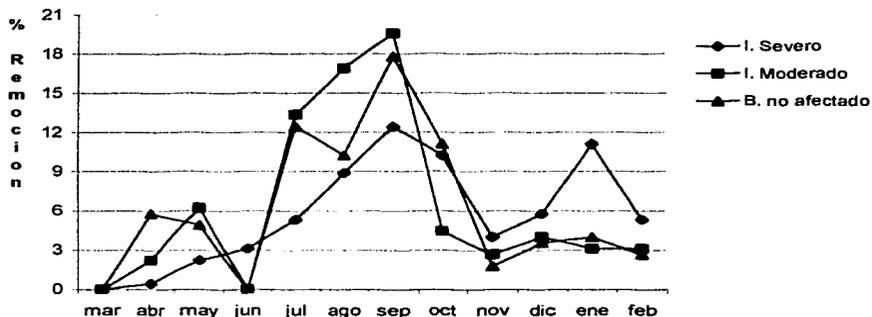
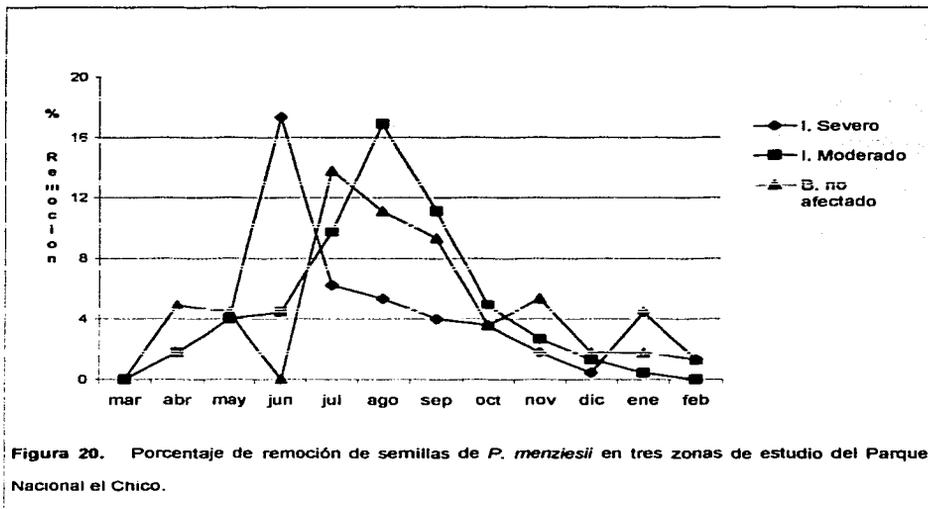


Figura 19. Porcentaje de remoción de semillas de *A. religiosa* en dos zonas post-incendio y una zona no afectada por incendio del Parque Nacional el Chico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para la especie *P. menziesii* la mayor remoción se presenta en los meses de junio, julio y agosto. La zona de bosque afectada por incendio de copa severo presentó la mayor remoción (17%) en el mes de junio, mientras que en el mes de julio la zona de bosque no afectada por incendio presentó el 14% de remoción y por último, en el mes de agosto, la zona post-incendio de copa moderado tuvo el 17% (figura 20).



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El cuadro No. 3 indica si la remoción y la depredación de las semillas de *A. religiosa* y *P. menziesii*, dependen de la zona y el micrositio en donde fueron colocadas.

Las relaciones estadísticas son altamente significativas para *P. menziesii*, indicando que la remoción y la depredación de sus semillas dependen tanto de la zona, así como de el micrositio en donde se encuentren.

Cuadro No. 3. Relaciones estadísticas de la remoción y la depredación entre zonas y micrositios.

| Especie             | REMOCIÓN      |             | DEPREDACIÓN   |              |
|---------------------|---------------|-------------|---------------|--------------|
|                     | Zona          | Micrositio  | Zona          | Micrositio   |
| <i>A. religiosa</i> | I.C.S<br>N.S  | S. D<br>N.S | I.C.S<br>N.S  | S. D<br>N.S  |
|                     | I.C.M<br>N.S  | B. H<br>x   | I.C.M<br>N.S  | B. H<br>N.S  |
|                     | B.N.A.<br>N.S | B.A.<br>x   | B.N.A.<br>N.S | B.A.<br>N.S. |
| <i>P. menziesii</i> | I.C.S<br>xx   | S. D<br>xxx | I.C.S<br>xxx  | S. D<br>xxx  |
|                     | I.C.M<br>xx   | B. H<br>xxx | I.C.M<br>xxx  | B. H<br>xxx  |
|                     | B.N.A.<br>xx  | B.A.<br>xxx | B.N.A.<br>xxx | B.A.<br>xxx  |

(xxx=P<0.000    xx=P<0.001    x=P<0.01    N.S= No Significativo)

Tipo de incendio:

I.C.S. incendio de copa severo

I.C.M. Incendio de copa moderado

B.N.A. Bosque no afectado por incendio

Micrositio:

S.D. Suelo desnudo o sin vegetación.

B.H. Bajo herbácea

B.A. Bajo arbusto

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 8. Discusión de resultados.

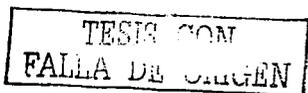
En el bosque no afectado por incendio, así como en la zona post-incendio de copa moderado, no ocurrió la emergencia de plántulas de *A. religiosa* y *P. menziesii*.

Para *A. religiosa* el principal factor que disminuyó la probabilidad de emergencia fue el alto porcentaje de remoción que existió en estas zonas. Por medio de los resultados en las trampas de arena, se determinó que los factores de remoción no son bióticos, ya que no se encontraron indicios y registro de huellas de organismos en la periferia de las semillas colocadas, por lo tanto, los principales agentes causantes de la remoción de las semillas de esta especie son la lluvia y el viento, pues en los meses de lluvia se presenta el mayor valor de remoción. El porcentaje de semillas no removidas en los micrositios es bajo, lo que hace poco probable la germinación y emergencia de esta especie.

Las semillas de *P. menziesii* son totalmente eliminadas a causa de la remoción (57%) y depredación (43%) en las zonas de bosque no afectado por el incendio y la post-incendio de copa moderado, estos factores van disminuyendo paulatinamente el banco de semillas y con este, la probabilidad de emergencia hasta hacerse nula.

La emergencia de plántulas en la zona post-incendio de copa severo, indica que con un 31% de semillas no removidas, en *A. religiosa* y un 10% para *P. menziesii*, es suficiente para lograr germinación y emergencia de plántulas. Por lo anterior el micrositio bajo herbáceas disminuye la remoción, y por lo tanto son un factor importante en la regeneración de estas especies.

La remoción de semillas de *A. religiosa* se mantiene de forma ascendente desde el mes de marzo hasta septiembre, mes en el que se presenta la mayor remoción para



las tres zonas, en este mes existe una precipitación continua, por lo que la lluvia es el factor responsable de la mayor parte de la remoción, como lo reporta Román (2003).

En *P. menziesii* la disminución de las semillas en los micrositios por remoción, ocurre en el mes de julio, para la zona no afectada por el incendio y la zona post-incendio de copa severo. En la zona post-incendio de copa moderado, este fenómeno se presenta en el mes de agosto. Esta diferencia en remoción, de la zona de bosque no afectado con respecto a las otras zonas, es porque la herbácea, *Sibthorpia repens* (Mutis ex L. F.) O Kuntze, es de tallo débil, poca altura (> 3 cm) y con poca cobertura por lo que no ofrece un sitio seguro para estas especies dentro del bosque, en tanto *Verbena elegans* (H.B.K.), tiene mucho mayor cobertura, altura y es semileñosa, por lo cual ofrece mayor protección, a las semillas, de la remoción por lluvia o viento en las zonas post-incendio. Además las semillas de *A. religiosa*, con mayor tamaño y ala presentaron mayor facilidad a la remoción por viento y lluvia, en contraste con las de *P. menziesii* con menor tamaño y ala .

Para *P. menziesii*, además, debe considerarse su alto porcentaje de depredación: 43 % en Bosque no afectado, 43% en Bosque post-incendio de copa moderado y de un 39% en bosque post-incendio de copa severo.

Las semillas de *A. religiosa* no presentaron depredación, lo cual puede ser explicado por el mecanismo de defensa ante esta acción, que consiste en los conductos resiníferos que serpentean de principio a fin en la testa de la semilla, cuando esta se fractura exuda una resina pegajosa que afecta el sistema olfativo de los organismos que la consumen, de manera que se les dificulta localizar alimento posteriormente (Smith, 1970), por lo cual no la prefieren.

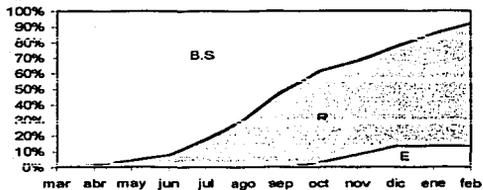
Por lo anterior, las semillas que permanecen en los micrositos es mayor que *P. menziesii*, aunque la remoción de *A. religiosa* sea muy alta, como se puede observar en la figura 21.

La depredación de semillas en *P. menziesii* fue mayor en el bosque no afectado y menor en la zona post-incendio de copa severo. El porcentaje total de depredación corresponde a un 41%, y los agentes depredadores son roedores, principalmente. La menor depredación se presentó en los micrositos sobre suelo desnudo y bajo arbusto y en todos los casos el microsito con más alto índice de depredación fue bajo herbáceas, fundamentalmente bajo *Verbena elegans*.

Martell (citado por Archibold, 1989) afirma que uno de los factores más importantes de la disminución de semillas de *P. menziesii*, es la depredación por aves y roedores.

La mayor depredación de semillas de *P. menziesii* posiblemente esta determinada por la mínima cantidad de resina en las semillas, esto explicaria porque los depredadores tienen mayor preferencia sobre estas. sin embargo no consumen totalmente la semilla, solo el embrión, asimismo tampoco afectan a todas las semillas que se encuentran en los micrositos, pues esto implicaría acumular resina, y por lo tanto se verian afectados de manera similar que con las semillas de *A. religiosa*. El que los depredadores no consumen el total de las semillas, permite a *P. menziesii* acumular un banco de semillas, mientras que *A. religiosa* por no presentar depredación asegura una mayor cantidad de semillas para la germinación y emergencia en el periodo posterior a la diseminación, ya que la viabilidad de estas es casi nula en el siguiente periodo, por lo que no forma banco de semillas.

A) Micrositio sobre suelo desnudo

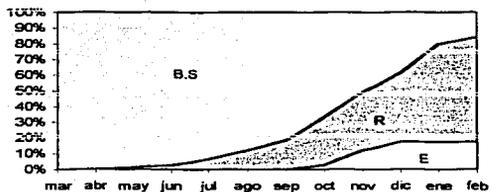


B.S.: Banco de semillas.

R: Remoción de semillas.

E.: Emergencia de plántulas.

B) Micrositio bajo herbáceas



C) Micrositio bajo arbustos

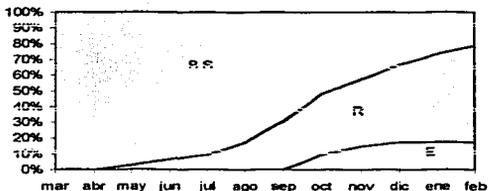


Figura 21. Destino de semillas de *A. religiosa* en la zona post-incendio de copa severo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

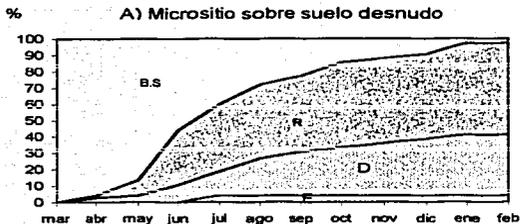
En la zona post-incendio de copa severo, presenta el mayor porcentaje de remoción en el micrositio sobre suelo desnudo y la mayor depredación en el micrositio bajo arbusto, por lo que el banco de semillas es mayor en el micrositio bajo herbáceas, como se muestra en la figura 22.

En general la emergencia, la depredación y remoción de semillas de *P. menziesii* está en relación con el micrositio y con la zona, es decir va a presentar mayor emergencia de plántulas en zonas post-incendio de copa severo y bajo herbáceas.

Con respecto a los factores ambientales estos no parecen jugar un papel importante para *A. religiosa* ni para *P. menziesii* ya que emergen en la zona de incendio de copa severo en el micrositio sobre suelo desnudo y con una humedad del suelo que puede ser desde un 10%, si bien en las otras zonas se presentan valores de humedad mayores, la germinación y emergencia no ocurren debido a los factores de baja viabilidad, alta remoción y depredación. Por lo anterior los otros parámetros ambientales tales como la temperatura del suelo y ambiental así como a la humedad disponible en el suelo, parecen no tener influencia decisiva.

En el bosque no afectado por el incendio prevalece una densa cubierta arbórea, una gran capa de materia orgánica y hojarasca, hongos, líquenes y musgo, los cuales originan sustancias alelopáticas. Madrigal (1967), Ahlgree (1974) y Cutter *et al.* (1991), responsabilizan a estos factores como los limitantes para la emergencia y el establecimiento de varias especies de *Abies* y *Pseudotsuga*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



B.S.: Banco de semillas.

R: Remoción de semillas.

D: Depredación de semillas

E.: Emergencia de plantulas

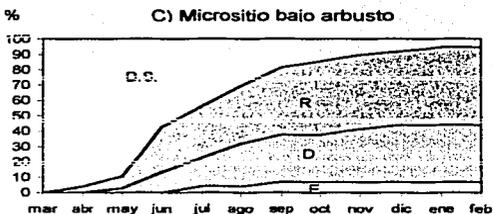
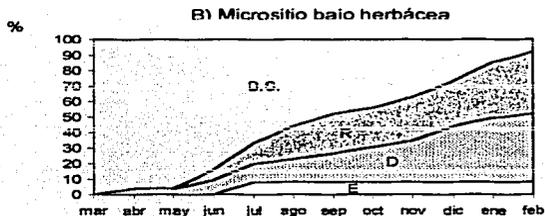


Figura 22. Destino de semillas de *P. menziesii* en la zona post-incendio de copa severo

Las características en las que se encontró la zona post-incendio de copa moderado, es con una gran cantidad de plántulas establecidas de *A. religiosa*, por lo cual se considera que las condiciones adecuadas para la emergencia de plántulas estuvieron presentes durante un periodo corto . Aunque la emergencia de plántulas fue nula en este estudio, si es posible encontrar dicha emergencia, aunque es muy poca en la actualidad.

Ahlgree (1974) describe que en un incendio de este tipo, las características óptimas para la regeneración perduran por un tiempo aproximado a los tres años. Mientras que Cutter (1991) afirma que al destruirse la capa de materia orgánica en el suelo, se elimina la barrera que esta forma, lo que permitiría a la raíz de las plántulas de *A. religiosa* hacer contacto con el suelo y poder establecerse.

Los incendios pueden originar situaciones diferentes en un ecosistema, ya que estos pueden destruir las copas de los árboles, el sotobosque y la materia orgánica acumulada en el suelo. Esto hace posible que se originen situaciones favorables para la regeneración de estos bosques (Manzanilla, 1974).

En la zona post-incendio de copa severo, existe una escasa cubierta arbórea, la mayoría de la vegetación son arbustos y herbáceas, y se presentan plántulas de *P. menziesii* de entre dos y tres años, regenerando esta zona del bosque. Lo que coincide con lo señalado por Shearer (1974), Davis y Hutchins (1988), y Franklin *et al.* (1987) quienes mencionan que *P. menziesii* puede germinar adecuadamente sobre superficies quemadas.

Si bien, la destrucción de la materia orgánica por un incendio es un factor que puede modificar condiciones para favorecer la regeneración de este tipo de vegetación, también la apertura de dosel es característica de los incendios de copa, y

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

puede crear condiciones diferentes a una zona de bosque no perturbado. Manzanilla (1974) afirma que estas condiciones favorecen la germinación y establecimiento de *A. religiosa*, mientras que Domínguez (1994) encontró que *P. menziesii* presenta una mayor regeneración en zonas abiertas que en las zonas que tienen un dosel denso.

Con base en lo anterior podemos señalar que los incendios forestales al quemar la capa herbácea y arbórea permiten que otras especies, entre las que destaca *Verbena elegans*, pueden desarrollarse, y bajo este micrositio puedan germinar y emerger tanto *A. religiosa* como *P. menziesii*.

*A. religiosa* es dominante en esta zona porque al tener mayor desarrollo del ala presenta mayor dispersión y no presenta depredación de semillas.

*P. menziesii* es una especie rara porque requiere de incendios forestales de mayor intensidad, los cuales según Rzedowski (1978) son poco usuales en nuestro país, ocurren en un mismo lugar pero en lapsos de tiempo largos. Este tipo de incendios permitiría disminuir la depredación y remoción de semillas, por lo tanto favorecer su germinación y emergencia. Sin embargo, las semillas también presentan baja viabilidad, producto de ser pocos individuos y por lo que presenta autopolinización, lo que manifiesta genes letales, produciendo la muerte de los embriones (Wilson, citado por Zavala y Méndez; 1996). La estrategia de esta especie consiste en presentar partenogénesis y formar bancos de semillas además de considerar a la baja viabilidad como tal ya que se supone es una defensa a la depredación (Zavala y Méndez, 1996). Además el presentar como agente dispersor a las aves le permite estar en varios lugares aunque con pocos individuos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 9. Conclusiones

- El incendio de copa severo favorece la emergencia de plántulas de *A. religiosa* y *P. menziesii*.
- La emergencia de plántulas de *A. religiosa* y *P. menziesii* ocurre en estaciones diferentes; sin embargo es favorecida en los micrositios bajo herbácea y bajo arbusto, y en menor medida por el micrositio suelo desnudo.
- La emergencia de *A. religiosa* se encuentra relacionada estadísticamente solo con el porcentaje de humedad edáfica.
- Las condiciones de temperatura y humedad ambiental como edáfica no tienen influencia en la emergencia de plántulas.
- *A. religiosa* no presentó depredación de semillas.
- Los agentes responsables de la remoción de semillas de *A. religiosa* son la lluvia y el viento.
- *P. menziesii* tiene un alto grado de depredación de semillas (50%) por roedores.
- Los roedores y las aves son agentes que remueven las semillas de *P. menziesii*.

- La nula depredación de semillas, la no dependencia de un micrositio específico para la emergencia de plántulas, la facilidad de dispersión, la viabilidad más alta (48%) que *P. menziesii*, explican porque *A. religiosa* es una especie dominante en la zona.
- El requerimiento de incendios de copa, la baja viabilidad de semillas (19%), los micrositios bajo herbáceas, así como la alta depredación por roedores, la formación de un banco de semillas y la dispersión de semillas por roedores y aves, explica el escaso número de individuos de *P. menziesii* y su amplia distribución, motivo por el cual se encuentra catalogada como especie rara.

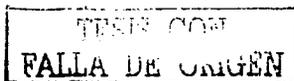
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Literatura citada.

- Acevedo, R. 1998. Estudio sinecológico del bosque de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco variedad *oaxacana* en la zona de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo México.
- Ahlgree, Y. 1974. the effect of fire on soil organism. En Kozlowski y Alhgree (de) Fire and ecosystems. Academic Press. New York.
- Ángeles, E. 1998. Bases para la restauración del estrato arbóreo de los bosques mixtos templados. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM
- Archibold, O. 1989. Seed bank and vegetation processes in coniferous forest. In Allesio, M., T. Parker y R. Simpson (eds) Ecology of soil seed bank 2a. ed. Cap. 7. Academic. Press. U.S.A.
- Babour, M. Burk, J. and Pitts, W. 1987. Terrestrial plant ecology. 2° edición. The Benjamin/Comings Publishing Company, Inc. California.
- Cutter, S., H. Lambert y W. Renwikk. 1991. Exploitation, Conservation, Preservation. A geographical perspective on natural resource use. 2a ed. Jhon Wiley Sons. U.S.A.
- Davy, A., M. Hutching y R. Watkinson, 1988. Plant population ecology. Blackwell scientific publication. Great Britain.
- Dominguez, A. 1986. Estudio ecológico de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco., en la región de Huayacocotla, Ver. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Mex.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Domínguez, A. 1994. Análisis Histórico-ecológico de los bosques de *Pseudotsuga* en México. Centro de investigación Regional del Golfo Centro. México.
- Franklin, J., H. Shugart y M. Harmon. 1987. Tree death as an ecological process. *BioScience* 37 (8).
- Galindo, F. e I. Franco. 1988. plan de manejo del Parque nacional "El Chico" Hidalgo. SEDUE. Hidalgo.
- Garduño, R. 1994. El oyamel y su aprovechamiento. Tesis. Ingeniero Agrónomo. ENA, México.
- Golberg, D. 1974. Captación de humedad de *Pinus montezumae*. Biótica
- Grime, J. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Editorial Limusa. México.
- Harold, W. Y Hocker 1984. Introducción a la biología forestal. A.G.T. Editor. México D.F.
- Jones, B. 1988. Sistemática vegetal. Mc Grow-Hill de México. México D.F.
- Krebs, C. 1978. Ecology the experimental analisis of distribution an abundance. Harper & Row. U.S.A. New York.
- Leck, M., T. Parker y L. Simpson, 1989. Ecology of soil seed banks. Academic Press. United State of America.
- León, M. 1997. Contribución al conocimiento tecnológico de la madera de *Pseudotsuga menziesii* en Durango. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo Mex.


  
 TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

- Madrigal, S. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K.) Schl.et Cham.) en el Valle de México. Boletín Técnico No. 18 I.N.I.F. México.
- Manzanilla, H. 1974. Investigaciones epidemiológicas y silvícolas en bosques mexicanos de *Abies religiosa*. I.N.I.F. México.
- Martínez, M. 1963. Las pináceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México D.F.
- Moreno, M. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Musalem, C. 2001. Efecto de la interpretación de la luz solar en el desarrollo inicial de *Pseudotsuga* en vivero. Tesis Ing. Agrónomo. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México
- Nájera, M. 1990. Estudio ecológico de *Pseudotsuga menziesii* var. glauca (Mirb) Franco, en la Unidad de Administración Forestal "Tepehuanes". Seminario de titulación. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Mex.
- Niembro, A. 1983. Caracterización morfológica y anatómica de semillas forestales. Departamento de Bosques UACH. Chapingo.
- Oswald, B. y L. Neuenschwander. 1993. Microsite variability and safe site description for western larch germination an establishment.. Bulletin of the Torrey Botanical Club.120(2).
- Owston, W. y W. Stein. 1974. *Pseudotsuga* Carr. Douglas-fir. In: Seed of Woody plants in the United State. Agriculture Handbook N. 450 Forest service U.S. Department of agriculture. Washington D.C.

- Raven, P., R. Evert y S. Eichhorn. 1992. *Biología de las Plantas*. Ed. Reverté, Barcelona, España.
- Rivera, G. 1989. *Contribución al estudio fitoecológico del parque ecológico y recreativo Desierto de los Leones*. Tesis, Biólogo ENEP Zaragoza, UNAM, México.
- Román, R. 2003. *Ecología de semillas y plántulas de *Abies religiosa* (HBK) Schl. et Cham. en el Parque Nacional "Cumbres del Ajusco", D.F., México*. Tesis de Licenciatura FES Zaragoza. UNAM.
- Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Editorial Limusa. México.
- Rzedowski, J y Calderón, G. 1979. *Flora fanerogámica de México*. Compañía Editorial Continental. México.
- Sánchez, J. 1984. *Picea chihuahuana*, una conífera en peligro de extinción. *Ciencia Forestal*. 9(51).
- Secretaría de Desarrollo Social. 1994. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, raras, amenazadas, y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección*. Diario Oficial de la Federación. Mayo 16 de 1994.
- Smith, C. 1990. *The Coevolution of pine squirrel (*Tamiasciurus*), and conifers*. *Ecological monographs*. 40:379-371.
- Spurr, S y Barnes, B. 1980. *Ecología forestal*. A.G.T. editor S.A. México

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Yañez, E. 1991. Análisis de la producción de semillas de *Pseudotsuga macrolepis* Flous en una población natural de la Sierra de Pachuca, Hidalgo. Tesis Profesional. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Mex.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN