

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



“Fenología del género Abies (Pinaceae) en el occidente del estado de Jalisco, México”

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE
TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA:
MAURICIO RAFAEL MANTILLA BLANDÓN**

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO, 2006



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología
314/ C. C. BIOLOGÍA

C. MAURICIO RAFAEL MANTILLA BLANDÓN
PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título : “ **Fenología del género *Abies*(Pinaceae) en el occidente del estado de jalisco, México**” para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo al **DR. JORGE ALBERTO PÉREZ DE LA ROSA** y el Asesor /a es: **DR. JOSÉ ANTONIO VÁZQUEZ GARCÍA.**

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
“PIENSA Y TRABAJA”
Las Agujas, Zapopan., 1 de Noviembre del 2005.


DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


DRA. LAURA GUADALUPE MEDINA CEJA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

C.c.p. DR. JORGE ALBERTO PÉREZ DE LA ROSA - Director del trabajo

Dr. Carlos Álvarez Moya
 Presidente del Comité de Titulación
 Carrera de Licenciado en Biología
 ICBA
 Presente

Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad Tesis, con el título: "Fenología del género *Abies* (Pinaceae) en el occidente del Estado de Jalisco, México" que realizó el pasante Mauricio Rafael Mantilla Blandón con número de código 498400834, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular, quedamos de usted con un cordial saludo.

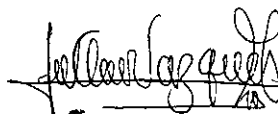
Atentamente

Las Agujas Nextipac, Zapopan, Jalisco a 13 de Octubre de 2006.



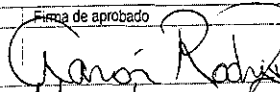
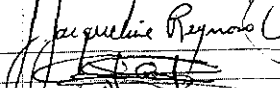
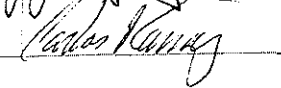

Jorge Alberto Pérez de la Rosa

Director del trabajo,



José Antonio Vázquez García

Asesor

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Aarón Rodríguez Contreras		13/10/06
Jacqueline Reynoso Dueñas		13/10/06
Raymundo Ramírez Delgadillo		13/10/06
Supl. Carlos Ramírez Serrano		13/10/06

Agradecimientos y Desprecios

Le agradezco a la Universidad de Guadalajara por abrirme las puertas al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).

Donde me he formado como un profesionista, tomador de decisiones comprometido con la protección de los recursos bióticos de Jalisco y México.

A los sinodales M. en C Raymundo Ramírez Delgadillo, M. en C. J. Jacqueline Reynoso Dueñas, Dr Aarón Rodríguez Contreras, Dr Carlos Ramírez Serrano. A mi asesor Dr José Antonio Vázquez García, por contribuir con sus opiniones para enriquecer el contenido de la tesis.

Al Dr Fernando López-Dellamary Toral, a Luz María Villareal, al Biol. Juan Pablo López Durán, y al Ing Roberto López Casillas por su apoyo bibliográfico.

A mi director de tesis Dr Jorge Alberto Pérez de la Rosa, por apoyarme con equipo y literatura ampliando mi cosmovisión e importancia de las coníferas para su mejor conocimiento, manejo y conservación.

A David Jimeno por su colaboración en los muestreos.

Al M. en C Miguel Ángel Macías Rodríguez por su apoyo con equipo y bibliografía. Al Ing Ismael Novoa y La M en C Cosuelo Figueroa por su ayuda en los detalles de edición

¡De manera contrastante manifiesto mi cólera y enemistad para aquellos ignorantes, agachados y traidores que atentan e infringen daño a la biodiversidad. Así como quienes corrompen la intención de usar racionalmente los recursos bióticos de México y el mundo evitando nuestra coexistencia con la madreterra!.

Este esfuerzo esta dedicado a:

A mis padres por darme las herramientas y la confianza para acceder a la conciencia de la realidad que requiere soluciones integradas a corto, mediano y largo plazo, para hacer salir a México de las tinieblas.

A los que luchan por el respeto y veneración al medio ambiente.

¡A México, el templo bendito de la naturaleza por voluntad divina!

¡Gloria Perpetua!

RESUMEN	3
INTRODUCCION	4
OBJETIVOS	6
HIPÓTESIS	6
JUSTIFICACIÓN	6
ANTECEDENTES	8
MATERIALES Y MÉTODOS	10
6.1. Descripción del área:.....	10
6.2. Metodología:.....	14
6.3. Taxa estudiados:.....	15
FASES FENOLÓGICAS	17
7.1. Fase vegetativa:.....	17
8.1. Formación de estróbilos masculinos:.....	18
8.2. Formación de Estróbilos Femeninos (Fr1, Fr2, Fr3).....	18
RESULTADOS	19
9.1. Observaciones <i>A. religiosa</i>	19
9.2. Observaciones <i>A. religiosa</i> var. <i>emarginata</i>	23
9.3. Observaciones <i>A. guatemalensis</i> var. <i>jaliscana</i>	26
DISCUSIÓN	36
10.1. Áreas vegetativas	36
10.2. Estróbilos masculinos	36
10.3. Estróbilos femeninos.....	37
CONCLUSIONES	40
LITERATURA CITADA	41
GLOSARIO DE TÉRMINOS	46

RESUMEN

Se estudió el proceso fenológico anual de tres taxones de oyameles de Jalisco, *Abies religiosa* var. *religiosa*, *A. religiosa* var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana*. El estudio se realizó en el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima y en La Sierra de Cacoma de abril del 2003 a junio del 2004. La polinización de *A. religiosa* se lleva a cabo de abril a junio, en contraste, *A. religiosa* var. *emarginata* fue de febrero a abril y para *A. guatemalensis* var. *jaliscana* es de noviembre a enero. La etapa de maduración de conos en *A. religiosa* ocurrió a finales de septiembre; en *A. religiosa* var. *emarginata* octubre y en *A. guatemalensis* var. *jaliscana* en abril. El desarrollo vegetativo de *A. religiosa* es de abril a noviembre y para *A. religiosa* var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana* es de octubre a junio.

INTRODUCCION

El nombre *Abies* es derivado de Aabed, la antigua palabra en latín para *Abies alba* (Dallimore & Jackson, 1967), y significa abeto (Pimentel, 2004). La palabra oyamel procede del nahuatl "oyamatl" nombre que se le da en el centro de México al *A. religiosa*. La primera vez que apareció el nombre *Abies* fue en la literatura de Plinio en *Historiae Naturalis* en el año 77 A.C. (Bonner, 2004). Los oyameles, abetos o pinabetes (*Abies* Mill., Pinaceae) forman comunidades también llamadas abetales, oyametales u oyameleras (Anónimo). Son árboles monoicos corpulentos, siempre verdes, resinosos, de copa simétrica y aguda. Sus hojas son lineares y persistentes. Las estructuras reproductivas masculinas se producen en la parte media de la copa en individuos fisiológicamente maduros. Por el contrario, las estructuras femeninas se localizan en la porción más alta y constan de un eje erguido y persistente y las escamas caducas (Martínez, 1963). Los oyameles son las coníferas más altas del Occidente de México. Forman bosques de 40 m o más de alto. Los suelos donde prosperan son profundos y con buen contenido de humedad. En muchas ocasiones constituyen una asociación clímax. En el Occidente de Jalisco, los bosques de oyamel están formados por *Abies religiosa* Schltld. et Cham. var. *religiosa*, *A. religiosa* var. *emarginata* Loock et Mart. y *A. guatemalensis* Rehder var. *jaliscana* Mart. *Abies* en México se distribuye regularmente en las partes altas de las sierras, donde sus poblaciones tienen una distribución insular e irregular y se distribuyen a lo largo de las principales cadenas montañosas del país, entre los 1700 y los 3600 m de altitud, en donde el clima frío permite su dominio (Rzedowski, 1978). En Jalisco *A. religiosa* var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana* tienen el potencial de adaptación a condiciones semitropicales de muchos lugares de

México. Más de 70 especies han sido descritas, aunque actualmente se reconocen solo 39 (Liu, 1971), 40 (Vidakovic, 1991), 46 (Farjon, 1990), 50 (Welch, 1991) y 55 (Rushforth, 1987). En México la distribución y taxonomía de los *Abies* no esta completamente determinada, debe destacarse la contribución significativa de Martínez (1963) que describió 8 especies y 5 variedades que se localizan en 17 estados. Los oyameles padecen una creciente agresión por la tala clandestina y el sobrepastoreo. Los escasos rodales en que se encuentran en la Costa Norte de Jalisco son objeto de tala inmoderada y es urgente detener esta actividad mediante la reforestación (Pérez de la Rosa, 2000). Con un escenario como el anterior, se hace impostergable el estudio de estas coníferas. Entre las medidas para proteger al bosque figura el conocimiento de las especies que lo componen, sus requerimientos físico-biológicos, la investigación sobre su ciclo de vida. El conocimiento detallado de las etapas de crecimiento y reproductivas de los abetos son necesarias para la elaboración programas de manejo. La falta de información sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo de los oyameles, hace necesario el estudio de su biología. Un primer paso es el registro fenológico de las principales etapas vegetativas y reproductivas. Esta contribución aumentará el conocimiento de los oyameles del occidente de México para dar alternativas en el manejo de este valioso recurso de la flora regional. La información generada servirá para el mejoramiento genético, desarrollo de plantaciones comerciales, cultivo de árboles de navidad y conservación. Además, incrementará la rentabilidad de los oyametales, trayendo divisas y fuentes de trabajo a corto, mediano y largo plazo para las comunidades aledañas al recurso, para proyectar al Occidente de México como un ejemplo a seguir en actividades sostenibles en los bosques de oyamel.

OBJETIVOS

1. Determinar las etapas fenológicas de *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, *A. religiosa* var. *religiosa* y *A. religiosa* var. *emarginata* en el Occidente de Jalisco.
2. Obtener un documento que sirva a programas de plantaciones forestales comerciales, conservación *ex situ* e *in situ*, bancos clonales, establecimiento de huertos semilleros, rametos, recolección de polen, creación de híbridos resistentes a condiciones climáticas adversas, propagación *in vitro*, producción de árboles de navidad y capacitación de personas vinculadas con la actividad forestal en México.

HIPÓTESIS

Abies guatemalensis var. *jaliscana*, *A. religiosa* var. *religiosa* y *A. religiosa* var. *emarginata* responden fenológicamente a diferentes condiciones ambientales en el Occidente de Jalisco, México.

JUSTIFICACIÓN

La madera de todas las especies de *Abies* han sido utilizadas extensivamente en la construcción, para la fabricación de muebles, elaboración de artesanías, en la industria de la celulosa y papel y como árbol de ornato (Ramos, 1991). El oyamel posee madera blanda, con poca resistencia, moderadamente ligera y con bajo peso específico (Ramos, 1991). Ortega (citado en Madrigal, 1967) aconseja su uso para la obtención de tablillas para persianas, techos interiores y cajas para alimentos en general. También recomienda su uso para la fabricación de lápices, puertas, marcos y canastas. Sus fibras son de calidad para la obtención de pulpa de imprenta de varias clases y de estraza de clases altas. La madera de oyamel se emplea como leña y carbón, para la obtención de pilotes, postes, postes para líneas de transmisión

eléctrica, durmientes, vigas y morillos (Madrigal, 1967). Uno de los usos más redituables es su cultivo como árbol navideño.

En muchos países del mundo y en México, se cosechan en plantaciones o en viveros especializados, que los particulares establecen para abastecer la demanda creciente de este producto. Sin embargo, nuestro país aún debe importar cada año, de los Estados Unidos y Canadá, alrededor de un millón seiscientos mil árboles de navidad naturales que se comercializan cada temporada. Esto representa una fuga de divisas. Desafortunadamente, los aspectos técnicos de la producción de árboles de navidad no son muy conocidos debido a que la mayoría de los proyectos de plantación son esporádicos e incipientes. Los árboles de navidad cultivados en México proceden de viveros y plantaciones. Son productos de alto valor agregado, cuando las características de calidad correspondan a las que este exige. Es necesario incrementar las plantaciones, a fin de reducir ó evitar la fuga de divisas por la importación de este producto (Conafor, 2004). La industria forestal es vital para la economía de muchos países. Un aspecto importante es el mantenimiento de los recursos forestales (Attree & Fowke, 1993). México es un país rico en especies forestales, y en consecuencia abundante en germoplasma de amplia variabilidad genética (Bello, 1983). Dentro de estos numerosos taxa, varias especies, en particular del género *Abies* se explotan actualmente con fines de producción maderable y otros recursos, como lo son, la recuperación de suelos, mejoramiento del ambiente y recreación (Madrigal, 1967). De este modo se hace notar el valor que representa para el país la conservación de sus bosques, para su aprovechamiento racional y planificado (Bello, 1983). La creciente demanda de productos forestales en nuestro país y la escasez de materia prima para satisfacer los requerimientos de la población plantean la necesidad de dar prioridad al cultivo de especies forestales con

mayor potencial en México a través de programas de mejoramiento genético que permitan de manera substancial la producción forestal de masas naturales (García & Toral, 1999). La calendarización de los períodos de polinización de especies, son de suma utilidad para la realización de colectas de material botánico (Ramírez & Nepamuceno, 1986). El estudio de la fenología de especies forestales es una herramienta valiosa en la ecofisiología y manejo de semillas (Johnsen & Major, 1997 & Jaquish, 1997). Este trabajo contribuirá al desarrollo de actividades productivas (mejoramiento genético, plantaciones comerciales, cultivo de árboles de navidad y conservación etc.) para hacer más rentables los abetales trayendo divisas y fuentes de trabajo a corto, mediano y largo plazo para las comunidades aledañas al recurso, proyectando al occidente de México como un ejemplo a seguir en actividades sostenibles en pro del equilibrio ecológico de los bosques de oyamel.

ANTECEDENTES

El término fenología, se ha definido como el estudio de los fenómenos biológicos que revisten un carácter rítmico y periódico debido a factores climáticos. Se incluye a la floración, fructificación, maduración y dispersión de las semillas, el rompimiento de latencia y el inicio y desarrollo del crecimiento vegetativo de tallos y raíces (Ramírez & Nepamuceno, 1986). Los ciclos de dos años son los más comunes en gimnospermas de Norteamérica. Las yemas reproductivas se forman al final de la estación de crecimiento del primer año; la polinización ocurre en la siguiente primavera, cercanamente seguida por la fertilización. El embrión crece rápidamente y la semilla madura para el verano o el otoño del segundo año (Bonner, 2004). En *Abies*, Madrigal (1967), menciona un tiempo de dos años para completar su ciclo fenológico desde la polinización hasta la semillación. Franklin & Ritchie (1970), observaron en tres localidades de Washington y Oregon traslapos en

las fechas de polinización de *A. lasiocarpa*, *A. grandis*, *A. procera* y *A. amabilis* entre mediados de mayo y mediados de junio. Los autores sugieren una posible hibridación. De acuerdo con Critchfield (1988) y St Clair (1988) la hibridación en *Abies* es un evento frecuente. Liu (1971) describió la época de polinización y maduración de conos en 39 especies de *Abies*. Fernández & Nepamuceno (1989) citan a Ramírez (1985 inédito) quién estudio la fenología reproductiva de *A. guatemalensis* de Chiapas y vio que la polinización ocurre de abril a mayo con la maduración de conos y dispersión de semilla de octubre a diciembre. Arista & Talavera (1994, 1996 y 1997) reportaron la polinización de *A. pinsapo* de finales de abril a mediados de mayo. La fertilización ocurrió dos meses más tarde. La maduración y dispersión de semilla sucedió de octubre a noviembre. En el mismo trabajo, estudiaron los patrones de polinización revelando la poca capacidad de dispersión entre rodales aislados y rodales densos, dando una pauta para replantear la importancia de la conservación de rodales densos. También descubrieron fenómenos de subdioecia debido a la carencia de energía solar en las copas llegándose a producir solo estructuras femeninas receptoras de polen en algunos rodales con carencia de insolación suficiente para formar estróbilos masculinos. Macvean (2003) hizo referencia del tiempo de polinización de *A. guatemalensis* var. *tacanensis* de mayo a junio, y el tiempo de colecta de conos de noviembre a enero. Chandler y Owens (2004) describieron el mecanismo de polinización de *A. amabilis* en el cual esta involucrado el rocío y altos niveles de humedad para sustituir la gota micropilar de polinización, relacionándose adaptaciones anatómicas internas para facilitar la fertilización y subsecuente formación de semilla, lo que hace a la polinización un proceso importante para el mejoramiento genético. Critchfield (1966) en uno de sus viajes por México y

Centroamérica hace mención del tiempo de polinización de *A. religiosa* durante el mes de mayo.

MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Descripción del área:

Para lograr la descripción fenológica de *Abies religiosa* var. *religiosa*, *A. religiosa* var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana*. Se muestrearán cinco poblaciones de oyamel (Cuadro 1) una vez al mes por un año. Los sitios de muestreo son todos en Jalisco: 1) Municipio de Talpa de Allende, Monte Grande, 20°14'41.3" N, 104°50'01" W, 1636-1890 m. 2) Municipio de Talpa de Allende, Cumbre de Guadalupe, 20°12'48.7" N, 104°43'47.8" W, 2179 m. 3) Municipio de Zapotlán El Grande, Parque Nacional Volcán-Nevado de Colima camino viejo al refugio, 19°35'23.8" N, 103°33'42.5" W, 2720 m. 4) Municipio de Zapotlán El Grande, Parque Nacional Volcán-Nevado de Colima, nueva ruta hacia la cima, 19°35'58" N, 103°35'59" W, 2470 m. 5) Municipio de Zapotlán El Grande, Parque Nacional Volcán-Nevado de Colima, camino a la cima, 19°36'24.6"N, 103°34'05"W, 3447 m..

Cuadro 1. Sitios de Observación fenológica de oyameles del Occidente del estado Jalisco.

Lugar	Municipio	Coordenadas	Altitud
Monte grande	Talpa de Allende	20°14'41.3" N 104°50'01" W	1636-1890
Cumbre de Guadalupe	Talpa de Allende	20°12'48.7" N 104°43'47.8" W	2179
Camino viejo-refugio	Zapotlán El Grande	19°35'23.8" N 103°33'42.5" W	2720
Camino nuevo-refugio	Zapotlán El Grande	19°35'58" N 103°35'59" W	2470
Camino a la cima	Zapotlán El Grande	19°36'24.6"N 103°34'05"W	3447

Cuadro 2. Datos climáticos de los sitios monitoreados en Talpa de Allende y Zapotlán El Grande (Cuanalo *et.al.*, 2002).

CLIMA: Talpa de Allende

Temperatura (°C)	Anual	Mes más cálido (1)	Mes más frío (2)
Media	21 a 26	24 a 28	17 a 22
Promedio de máxima	29 a 32	31 a 34	27 a 31
Promedio de mínima	12 a 20	17 a 23	7 a 16
	(1) julio	(2) enero	

Precipitación total 725 a 1932 mm

Período húmedo 5 meses

Meses secos 7

Días con heladas 0 a 7

CLIMA;		Zapotlán El Grande		
Temperatura °C	Anual	Mes más cálido (1)	Mes más frío (2)	
Media	16	19	13	
Promedio de máxima	23	27	21	
Promedio de mínima	9	10	5	
		(1) mayo	enero	

Precipitación total 904 mm
Meses secos 5
días con heladas 92

Cuadro 3. Tipos de suelos en Talpa de Allende (Cuanalo *et al.*, 2002).

SUELOS: dominan suelos de texturas medias y profundas

Nombre	Extensión (%)
Luvisol crómico	38
Andosol vítrico	25
Nitosol eútrico	18
Vertisol pélico	13
Litosol	3

Cuadro 5. Tipos de suelo en Zapotlán El Grande (Cuanalo *et al.*, 2002)

SUELOS: Dominan suelos de texturas medias y profundas

Nombre	Extensión (%)
Andosol vítrico	60
Litosol	19
Nitosol cútrico	11
Luvisol crómico	6
Vertisol pélico	4

6.2. Metodología:

Con observaciones fenológicas de los oyameles durante 14 meses (abril 2003-junio 2004) en el Parque Nacional Volcán-Nevaldo de Colima y en la Sierra de Cacoma se tendrá el calendario fenológico anual para 3 especies de oyameles (*Abies religiosa*, *A. religiosa* var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana*) de Jalisco. Para lograr lo anterior se muestrearán cinco poblaciones de oyamel una vez al mes por un año en algunas localidades de el Nevado de Colima y en Talpa de Allende. El trabajo servirá de referencia para entender el papel que desempeñan los *Abies* en el Occidente de México desde el punto de vista biológico para el conocimiento, manejo y conservación de este valioso recurso natural. Se eligieron diez árboles por sitio (a excepción de diez para el sitio tres) para formar un gradiente altitudinal, de acuerdo a su abundancia, maduración de conos masculinos y femeninos. Se registrarán las observaciones en una hoja de registro mensual donde se tomen en cuenta las siguientes fases yema (sólo en estróbilos masculinos), fase vegetativa, polinización y formación del cono (semillación) observadas a partir de tres categorías, inicio, plenitud y final de la etapa. Estas tres categorías fueron establecidas debido a la dificultad de determinar cuantitativamente las fases y a la variación intrínseca en todos los árboles por lo cual lo más práctico es muestrear 10 árboles (Bello, 1983). Se usarán binoculares así como cámara digital para tener registros visuales de los cambios fenológicos de los oyameles. Se colectará muestras que serán herborizadas para depositarse en el IBUG (herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara) para registrar el desarrollo en el transcurso del año. Se realizarán observaciones adicionales en árboles contiguos para comparar la variación en los rodales vecinos con los sitios de muestreo. Se

tomarán muestras botánicas para corroborar la identidad del oyamel en cuestión.

6.3. *Taxa estudiados:*



Fig 1. *Abies religiosa* Schltldl. et Cham. (Escala = 2cm).

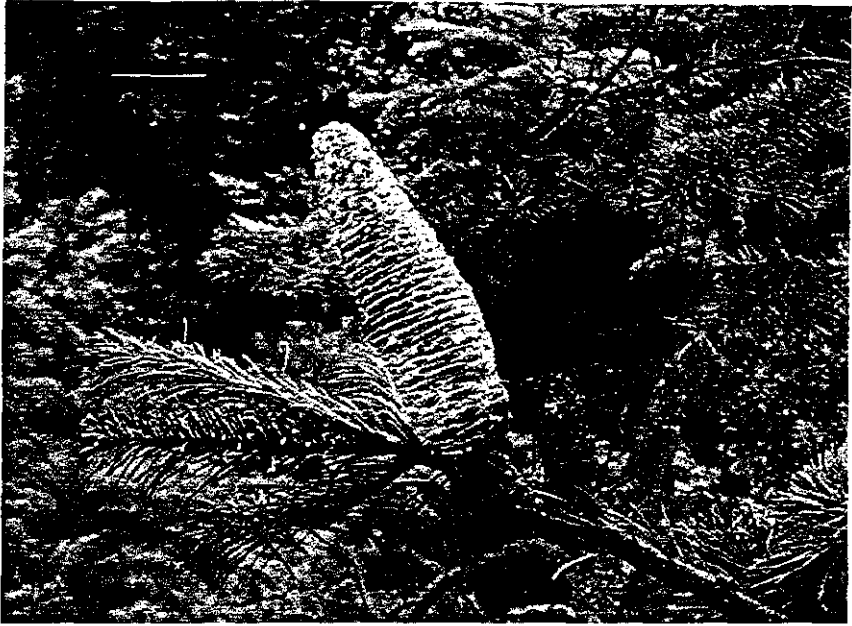


Fig. 3. *Abies religiosa* var. *emarginata* Loock et Mart. Escala = 2 cm.



Foto 3. *Abies guatemalensis* Rehder var. *jaliscana* Mart. Escala = 2 cm.

FASES FENOLÓGICAS

7.1. Fase vegetativa:

La fase vegetativa (V) se considerará activa cuando muestre evidencias de elongación en la base de la yema, y la emisión de primordios de hojas (V1). Cuando se observó aproximadamente la mitad de la longitud del desarrollo normal de la hoja se denotó como la plenitud de la fase (V2). Igualmente cuando las hojas jóvenes completaban su desarrollo (longitud máxima de la hoja), se registró como fin de la fase (V3).

FASES DE POLINIZACIÓN Y MADURACIÓN DEL CONO.

8.1. Formación de estróbilos masculinos:

A estas estructuras se les conoce como conos de polen, conillos de polen conillos masculinos, conos masculinos ó estróbilos microsporangiados (Ledig, 1998).

La actividad de estróbilos masculinos (F1) se caracterizó tomando como criterio: desarrollo de sus tres categorías: yema (Y), inicial (F11), plenitud (F12), y final (F13), haciéndose las siguientes observaciones para describirlas:

Y-----Estróbilos encerrados en la yema .

F11-----Todavía sin rápido crecimiento. Empieza el crecimiento.
Rápido crecimiento.

F12-----Abundante liberación de los granos de polen.
Desprendimiento total.

F13-----Fin de la liberación de polen.

8.2. Formación de Estróbilos Femeninos (Fr1, Fr2, Fr3)

Los denominaremos conillos femeninos, conos femeninos ó estróbilos megasporangiados (Ledig, 1998).

Para indicar la actividad en las tres categorías, desde la aparición del estróbilo femenino (Fr1), la elongación del conillo (Fr2), hasta la maduración del cono (Fr3), realizando las siguientes observaciones:

Fr1-----Aparición del estróbilo femenino: Esporófilas (escamas) abiertas (polinización) y cierre.

Fr2----- Estado máximo de desarrollo vegetativo.

Fr3----Cono maduro. Deshidratación del cono. Apertura de escamas y dispersión de escamas y semillas. Si el 60% de los árboles del sitio de muestreo se encuentran en esta fase se considerará suficiente para caracterizar la plenitud de la fase en toda la población estudiada (Bello, 1983) .

RESULTADOS

9.1. Observaciones A. religiosa

Mes 1

El desarrollo vegetativo se encontraba en comienzo y plenitud (V1,V2), con el follaje de color verde brillante con consistencia tierna, llegándose observar restos de los estróbilos masculinos que ya habían dispersado su polen (F13) con algunos granos residuales que no pudieron ser liberados por las lluvias manteniendo un color rojo-anaranjado como muestra de su estado de madurez. Los estróbilos femeninos ya se encontraban con sus brácteas cerradas (Fr1), indicativo del fin de su periodo de receptividad. Con respecto al estado de madurez de los conos estos presentaban tonalidades de color verde (Fr2), patrón frecuente en los rodales circundantes.

Mes 2

En esta fecha se aprecio en los 10 árboles distintas etapas de elongación (V1, V2, V3). Los estróbilos masculinos ya se encontraban en su mayoría en el suelo consecuencia de las lluvias y el viento. Los estróbilos femeninos se veían algo un poco más grande como consecuencia de la

disponibilidad de nutrientes. Los conos seguían con su coloración verde (Fr2) brillante, señal de inmadurez, y los estróbilos recientemente cerrados (Fr1).

Mes 3

El día 20 de septiembre el desarrollo vegetativo se mantuvo a su plenitud (V2) y en algunos árboles del resto del rodal se noto el término en el crecimiento de las ramillas (V3), por un cambio de la coloración de verde brillante a café, señal de un procesos de lignificación. En los estróbilos femeninos recién emergidos unos meses tienen un color morado con franjas claras (Fr1). Los estróbilos femeninos más grandes se observaron de colores verdes (Fr2 inmaduros) y en su mayoría morados (Fr3 maduros).

Mes 4

En las ramillas había indicios de elongación (V2) y en otras este había finalizado (V3) caracterizándose por mayor rigidez con respecto a otras nuevas ramillas. Los estróbilos femeninos conservaron su tamaño y coloración morada (Fr1). Los conos femeninos presentaban colores morados (Fr3), muestra de la culminación de la fructificación.

Mes 5

El desarrollo del follaje llegó a su fin (V3) presumiblemente por el descenso de las temperaturas. En este mes ya son visibles las yemas de las cuáles se originarán los estróbilos microesporangiados (masculinos) y megasporangiados (Y). Los conos femeninos de los diez árboles en su totalidad son de color morado (Fr3), llevándose a cabo el proceso de deshidratación de los conos que termina con la dispersión de la semilla. Los estróbilos femeninos más pequeños permanecen sin cambios (Fr1).

Mes 6

En este mes tampoco se observó crecimiento a nivel de los meristemos laterales y apicales (V3). Las yemas permanecieron en estado de dormancia. Las yemas reproductivas se conservaron sin actividad (Y). En uno de los árboles los estróbilos de semilla (conos) comenzaron la pérdida de humedad (Fr3) para comenzar la dispersión de semilla cambiando al color café. Los estróbilos en Fr1 permanecen latentes.

Mes 7

El follaje mantiene su estado dormante (V3), al igual que el desarrollo reproductivo se mantiene en yemas (Y). Los conos (estróbilos) en su mayoría se encuentran de color café, con poco contenido de resina liberando las semillas aladas (Fr3). Los estróbilos Fr1 conservan su apariencia del mes anterior.

Mes 8

Las ramillas durante febrero continuaron sin presentar desarrollo vegetativo (V3). Las actividades reproductivas también se encuentran ausentes (Y) por las bajas temperaturas y heladas frecuentes que se presentaron en este mes. Los conos dispersaban sus semillas (Fr3) con ayuda de ligeras lluvias y vientos invernales. Estróbilos pequeños continúan en el estadio Fr1.

Mes 9

El follaje permaneció sin presentar aumento en sus actividades metabólicas (V3). Las yemas reproductivas siguieron sin crecer (Y), seguramente por la prolongación de las bajas temperaturas invernales. Los árboles ya casi han terminado de llevar a cabo la dispersión de la semilla (Fr3)

al tener cuando menos la mitad de sus escamas deciduas. Los estróbilos polinizados unos meses atrás continúan sin cambios (fr1)

Mes 10

Los meristemos manifestaron un hinchamiento en las yemas como señal de la aparición del nuevo follaje (V1). Las yemas reproductivas aumentaron su tamaño para dar lugar a los estróbilos microesporangiados (F11). Los estróbilos se encontraban de color verde con un aumento visible en su tamaño (Fr2) indicador de un estadio de inmadurez en su semilla.

Mes 11

Comenzó el surgimiento de los nuevos brotes (V1) en todas las ramas de las copas de los oyameles a lo largo de los sitios de muestreo. Estróbilos micrósporangados y megasporangiados se encontraban en diferentes etapas (F11, F12) de la dispersión del polen, a excepción de los estróbilos femeninos presentaron marchitamiento en todos los oyameles que se observaron, quizás por una helada tardía. Los conos de semilla permanecían en la plenitud de crecimiento (Fr2).

Mes 12

Se alcanzó la plenitud en el desarrollo de las ramillas (V2) también siguieron con nuevas hojas (V3). Los estróbilos megasporangiados se encontraban de color rojo en su totalidad (F13). Los conos de semilla se veían verdes y en otros oyameles morados pero del mismo tamaño que los verdes por lo que los 2 se encontraban inmaduros (Fr2).

9.2. Observaciones *A. religiosa* var. *emarginata*

Mes 1

A. religiosa var. *emarginata* comenzó a ser observado el 14 de julio de 2003 en el camino viejo al picacho del Nevado de Colima a una altitud de 2710 msnm por su ausencia en altitudes menores, probablemente por la tala. En los 10 árboles no se presentaban (V3) yemas vegetativas. La presencia de estróbilos reproductivos (F13) fue nula. Se observó conos verdes (Fr2) inmaduros.

Mes 2

Las ramillas permanecieron sin elongarse (V3). En cuanto las funciones reproductivas estuvieron ausentes (F13). Los conos de semilla estaban sin cambio en su tamaño (Fr2).

Mes 3

Las zonas foliares continuaron su estado de dormancia (V3). Las yemas reproductivas ya eran evidentes (Y). Los conos de semilla se encuentran en etapa plena de crecimiento (Fr2).

Mes 4.

Las ramillas de las comenzaron a brotar (V1) en un 10% de la copa de todos los abetos. Las yemas reproductivas permanecieron sin actividad (Y). Conos siguieron manteniendo un color verde señal de inmadurez (Fr2).

Mes 5

El estado vegetativo se mantuvo en su primer estadio (V1) quizás por el descenso más marcado de las temperatura, lo que mantuvo sin actividad las yemas (Y). Los conos comenzaron a registrar la coloración de maduración (Fr3) caracterizada por un obscurecimiento hacia el color café.

Mes 6

Las ramillas siguen en su estado de inicio (V1) pero en algunas se nota grandes exudaciones de resinas, mecanismo probable para evitar daño por las bajas temperaturas. Los conos presentaron deshidratación y apertura de las escamas (Fr3). Las yemas conservaron su falta de actividad (Y).

Mes 7

Había ramillas en etapa de desarrollo (V1) de yemas recién reventadas a brotes con las hojas casi desplegadas. Las yemas más grandes (Y) señalizando la apertura en un par de semanas más. Los conos se ven más deshidratados e hinchados (Fr3) sin empezar a desintegrarse.

Mes 8

Los meristemos se encontraron en varios estadios de desarrollo de yemas reventadas, yemas con hojas desplegadas y ramillas nuevas en elongación (V1 y V2). Las estructuras reproductivas masculinas y femeninas presentaron un mayor punto de hinchazón hasta el punto de reventar mostrando las estructuras (Fl1 y Fr1). Los conos cambiaron a un color café claro (Fr3) comenzando a dispersar semilla con ayuda del viento.

Mes 9

El desarrollo vegetativo estuvo continuo en su producción de nuevos brotes (V1) así como la plenitud del crecimiento de ramillas (V2). Los estróbilos femeninos (Fr1) surgidos se encontraban receptivos. Los conos de polen estuvieron en su origen de crecimiento y elongación (F11 y F12). Los conos están en Fr3.

Mes 10

El desarrollo vegetativo se ubico en plena elongación de sus meristemas (V2). Los estróbilos masculinos estaban en dispersión de polen (F12), los estróbilos femeninos se veían con las escamas cerradas (F13). Los conos completan su desarrollo al haber dispersado la semilla en su totalidad (Fr3). Los estróbilos megasporangiados continúan en el estadio Fr1.

Mes 11

Los meristemas se encuentran a término de su crecimiento (V3).obscurecimiento, con muestra de procesos de lignificación y en otros se observan procesos de crecimiento (V2). Los estróbilos masculinos están rojos (f13). Los femeninos con escamas cerradas (F13). Los conos ya han dispersado la totalidad de su semilla (Fr3). Los estróbilos femeninos permanecieron sin crecer (Fr1).

Mes 12

Crecimiento de los meristemas a su término en su desarrollo (V3). Los estróbilos de polen son rojos en su totalidad (F13). Los estróbilos femeninos se encuentran sin desarrollo (F13). Los conos se encuentran sin

semilla (Fr3) apreciándose el ráquis. Los estróbilos megasporangiados no muestran crecimiento (Fr1).

9.3. Observaciones A. guatemalensis var. jaliscana

Mes 1 Cumbre de Guadalupe

Los árboles de que se monitorearon estaban a plenitud en la elongación de sus ramillas, apreciándose que el comienzo del surgimiento de yemas vegetativas se llevó a cabo varios meses antes, el color y la textura de los brotes eran de un tejido recién salido que no era tan suave en su textura (comparado cuando acaba de aparecer), con firmeza al tacto en los meristemas. Los estróbilos masculinos, eran de colores amarillo brillante (fl2) pero con las esporófilas con muy poco polen y otros de color rojo-anaranjado (Fl3) sin granos de polen para ser dispersados (Fl3). Los estadios de crecimiento de conos se mostraban distintos en los árboles marcados, apreciándose conos de color verde (Fr2) en unos árboles conos morados (Fr3) y Fr1 (verdes) patrón que se repetía en otros oyameles del área de muestreo.

Mes 1 Monte Grande

El desarrollo vegetativo estaba en su apogeo (V2). Los estróbilos masculinos se encontraban de color amarillo habiendo dispersado casi todo su polen (Fl2), los estróbilos femeninos tenían cerradas sus escamas. Los conos de semilla se encontraban en estadios de inmadurez (Fr1, Fr2) y madurez (Fr3), prevaleciendo la madurez.

Mes 2 Cumbre de Guadalupe

En el sitio de la Cumbre de Guadalupe el desarrollo de ramillas se encontró en la fase de crecimiento y elongación (V2). La polinización se reflejó en estadios de madurez con estróbilos de polen de color amarillento y fin de las funciones de los estróbilos masculinos con color rojo característico cuando terminan esta etapa (F12 y F13). Los conos se vieron en estadio temprano sin cambios (Fr1) de madurez. También inicio la dispersión de semilla por cambio de la coloración y humedad (conos) del morado a café claro (Fr3).

Mes 2 Monte Grande

En Monte grande se apreció elongación (V2) como en la cumbre de Guadalupe descrita como el aumento de la longitud de la ramilla y el despliegue de las nuevas hojas. La polinización se encuentra en las fases de deposición y fin de la dispersión (F12 y F13). Los conos se ven maduros (Fr3) de color morado y café. Los conos Fr1 siguen sin cambiar.

Mes 3 Cumbre de Guadalupe

En la Cumbre de Guadalupe la fase de elongación llegó a su término (V3), se aprecian zonas de lignificación en algunos meristemos. Los estróbilos femeninos permanecen de una coloración verde sin cambio en su tamaño (F13), en cuanto a los estróbilos masculinos tienen un color rojo (F13). Los conos de semilla se mantienen en etapa de dispersión (Fr3). En algunos conos que quedaban en el árbol había plántulas germinando, por la incidencia del período de madurez de la semilla con las lluvias.

Mes 3 Monte Grande

En Monte Grande el aumento de longitud en las ramillas se siguió observando detenido (V3). Los estróbilos masculinos rojos (F13) comenzaron a caer debido a las primeras lluvias. Los estróbilos femeninos están en estadio de crecimiento lento (F13) debido tal vez a que se lleva a cabo la fecundación dentro de la estructura reproductiva. Los conos con semilla ya liberándose casi han terminado su proceso de precipitación en el suelo del bosque (Fr3) presentándose plántulas germinadas dentro de los conos aún sin terminar su desintegración.

Mes 4 Cumbre de Guadalupe

Las lluvias en la Cumbre de Guadalupe no causan ninguna variación en el desarrollo de las ramillas, por lo que se interpreta que han llegado a la etapa V3. Debido a una posible recanalización de nutrientes a otras funciones como las reproductivas. Se observa la formación de las nuevas yemas reproductivas para la siguiente temporada (Y). La única señal de los conos es que han dejado los ráquis visibles (Fr3) marcando el fin del ciclo reproductivo de los oyameles en el municipio de Talpa de Allende.

Mes 4 Monte grande

En Monte Grande las lluvias han sido copiosas causando la desaparición de los estróbilos masculinos, Dándose a la vez la formación de las nuevas yemas reproductivas (Y) para la siguiente estación reproductiva. Las partes vegetativas no manifiestan ningún crecimiento (V3). Los conos han esparcido toda la semilla y cerrado el ciclo reproductivo.

Mes 5 Cumbre de Guadalupe

La Cumbre de Guadalupe en lo que refiere al desarrollo foliar no mostró cambio (V3). Las yemas ya formadas permanecen sin manifestar actividad que lleve al aumento de su tamaño (Y). Los estróbilos femeninos no han crecido (Fr1).

Mes 5 Monte Grande

En Monte Grande los meristemos siguieron con ausencia de cambios conspicuos en su crecimiento (V3). Las yemas de las que derivan los 2 tipos de estróbilos permanecieron estables en sus cambios cíclicos (Y). Los nuevos conos de semilla en desarrollo (Fr1) siguen sin actividad.

Mes 6 Cumbre de Guadalupe

La Cumbre de Guadalupe no presenta actividad vegetativa en sus oyameles (V3). Las yemas reproductivas conservan el estadio Y con un ligero aumento en el tamaño para llevar a cabo sus funciones de polinización. Los nuevos conos de semilla estaban aún sin aumento en su tamaño (Fr1).

Mes 6 Monte Grande

Los oyameles en Monte Grande no han crecido en sus meristemos tal vez causado por la cantidad de humedad que tienen disponible (V3), como resultado de la pérdida de energía para sus funciones vitales durante la sequía de la temporada pasada. Los órganos reproductivos siguen sin hacer aparición (Y) probablemente por el vínculo que hay con la disminución de humedad necesaria para disparar el surgimiento de las estructuras. Los conos siguen sin mostrar aumento en su tamaño (Fr1).

Mes 7 Cumbre de Guadalupe

La Cumbre de Guadalupe conserva altos niveles de humedad, en este sitio el desarrollo foliar se mantiene inactivo (V3). Las yemas reproductivas están en letargo (Y) hasta que la humedad disminuya más en un nivel en el cual sea adecuado para llevar a cabo la dispersión del polen. Los conos siguen sin presentar aumento en su actividad metabólica para aumentar el volumen (Fr1).

Mes 7 Monte Grande

Se ve un ligero aumento en el tamaño de los ápices de algunas ramillas de las partes más bajas de los oyameles, pero no suficiente para considerar un cambio de estadio por lo que sigue estando en (V3). Las yemas siguen sin cambiar (Y). Los conos mantienen su tamaño en el estadio Fr1.

Mes 8 Cumbre de Guadalupe

En la Cumbre de Guadalupe se evidencia que el desarrollo de los meristemos de la ramas más bajas comienza con yemas vegetativas reventadas (V1). Los estróbilos masculinos comienzan a aparecer (F11) por lo que ya se considera que la polinización ha dado comienzo. Los estróbilos femeninos se han engrosado y hecho más largos por lo que se considera que han entrado en la etapa Fr2.

Mes 8 Monte Grande

En Monte Grande la polinización ha dado comienzo con el surgimiento de los estróbilos masculinos (F11). El crecimiento de áreas foliares ha comenzado por las partes más bajas de la copa de los *Abies* (V1). Los

estróbilos femeninos han aumentado su volumen (Fr2) señal de aumento en la canalización de nutrientes para formar los conos.

Mes 9 Cumbre de Guadalupe

En la Cumbre de Guadalupe se lleva a cabo la polinización a su plenitud (Fl2) y los estróbilos masculinos estaban llenos de polen y otros con las esporófilas vacías y los femeninos en época receptiva (Fr1). Las hojas ya se encuentran desplegadas con comienzo en la elongación de las nuevas ramas (V2). Los conos de semilla se encuentran de un color verde (Fr2) dando señales de crecimiento, así como exudación de resina.

Mes 9 Monte Grande

En Monte Grande la polinización esta en auge (Fl2). La elongación de las ramillas (V2) es notable. Los conos de semilla son verdes (Fr1). Los conos en Fr2 están llenos de resina.

Mes 10 Cumbre de Guadalupe

Lo acontecido en la Cumbre de Guadalupe nos dice que las hojas y las ramas siguen en aumento de longitud (V2). Los estróbilos masculinos están de color amarillo (Fl2). Los conos conservan coloración verde de inmadurez (Fr2).

Mes 10 Monte Grande

En Monte Grande las copas de los árboles se mantienen en plenitud de crecimiento vegetativo (V2). En cuanto a las actividades reproductivas los estróbilos masculinos cargan muy poco polen (Fl2), a pesar de su color

amarillo. Los conos de semilla son verdes (Fr2) esperando que en unos meses más maduren.

Mes 11 Cumbre de Guadalupe

En la Cumbre de Guadalupe las zonas vegetativas seguían creciendo vigorosamente (V2). La polinización se encuentra en proceso (F12). Los conos femeninos mantienen el estadio de inmadurez (Fr2).

Mes 11 Monte Grande

En Monte Grande las ramillas aún están desarrollándose (V2). Los estróbilos femeninos se ven con las escamas cerradas, de color verde llenos de resina (Fr2), los masculinos se ven amarillos sin polen y rojos (F12 y F13 respectivamente).

Mes 12 Cumbre de Guadalupe.

En la Cumbre de Guadalupe las ramillas aún muestran crecimiento de los meristemas de la copa (V2). Los estróbilos masculinos se mantienen rojos y amarillos (F13 y F12). Los conos muestran obscurecimiento sin llegar a considerarse maduros (Fr3).

Mes 12 Monte Grande

En Monte Grande hay estróbilos amarillos y rojos (F12 y F13). Las zonas de follaje aún se ven ligeramente laxas (V2) señal de que no ha terminado el crecimiento. Los conos son verdes aunque en otras zonas del área se tornan más oscuros señal del comienzo de la maduración (Fr2).

Tabla 1. Desarrollo vegetativo de los *Abies* del Occidente del estado de Jalisco

		DESARROLLO VEGETATIVO											
<i>A. religiosa</i>	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
V3									X	X	X		
V2					X	X	X	X	X	X			
V1				X	X	X	X	X	X				
<i>A. religiosa</i>													
<i>var emarginata</i>													
V3	X	X	X	X	X	X							
V2	X	X	X	X	X							X	
V1										X	X	X	
<i>A. guatemalensis</i>													
<i>var jaliscana</i>													
V3				X	X	X							
V2	X	X	X	X	X	X							
V1										X	X	X	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	

Tabla 2. Época de polinización de los *Abies* del Occidente de Jalisco.

	POLINIZACIÓN											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<i>A. religiosa</i>												
FL3					X	X						
FL2					X							
FL1				X								
<i>A. religiosa</i> var <i>emarginata</i>												
FL3				X								
FL2			X	X								
FL1		X	X									
<i>A. guatemalensis</i> var <i>jaliscana</i>												
FL3	X											
FL2	X											X
FL1											X	X
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

Tabla 3. Época de semillación (fructificación) de los *Abies* del Occidente de Jalisco

	FRUCTIFICACIÓN											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<i>A. religiosa</i>												
FR3									X			
FR2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FR1				X								
<i>A. religiosa</i> var <i>emarginata</i>												
FR3											X	
FR2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FR1		X										
<i>A. guatemalensis</i> var <i>jaliscana</i>												
FR3				X	X	X						
FR2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FR1											X	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

DISCUSIÓN

10.1. Áreas vegetativas

Al comenzar el nuevo crecimiento foliar los meristemas se hinchan hasta surgir las nuevas yemas envueltas en un recubrimiento, mejor conocido como escama que se elonga hasta romperse para liberar los primordios de hojas que son de colores verde-amarillento. En *A. religiosa* el comienzo del nuevo follaje ocurrió a comienzos de la primavera (abril) cuestión contrastante con *A. religiosa* var. *emarginata* que lo hizo en el otoño (octubre) al igual que *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, mucho antes que *A. amabilis*, *A. procera*, *A. lasiocarpa*, *A. grandis* de E.U (Franklin & Ritchie 1970; Owens & Molder 1977). La ubicación más austral le confiere a estas poblaciones más horas de sol e inviernos menos severos.

10.2. Estróbilos masculinos

Los conos de polen están ubicados en la partes bajas de las ramas de la mitad de la copa a tres cuartos, a veces por debajo de los estróbilos femeninos. Primeramente al surgir se ven de color verde claro después estos se vuelven amarillos (en las tres especies) para volverse de color rojo al final de haber cumplido su función hasta obscurecer y ser precipitado por las lluvias o mantenerse persistente hasta un año. El primer *Abies* que comenzó sus procesos de desprendimiento de polen fue *A. guatemalensis* var. *jaliscana* a finales de noviembre, seguido de *A. religiosa* var. *emarginata*. a principios de febrero y finalmente *A. religiosa* a finales de abril. Estos datos reflejan diferencias con sus parientes de más al norte precipitan su polen de finales de mayo a principios de julio (Franklin & Ritchie, 1970; Owens & Molder, 1977).

10.3. Estróbilos femeninos

Los conos femeninos se encuentran localizados en la parte superior de la copa hasta en las últimas ramas, ocasionalmente a tres cuartos de la copa por encima de los estróbilos masculinos. Al surgir estos tienen sus brácteas abiertas para recibir el polen. El tiempo del ciclo del desprendimiento de polen a la liberación de la semilla toma dos años en *A. religiosa* (Madrigal, 1967) y un año en *A. guatemalensis* de Chiapas y Guatemala (citado por Fernández & Nepamuceno 1989). *A. guatemalensis* var. *jaliscana* fue el primero en llevar a cabo la recepción del polen, seguido del *A. religiosa* var. *emarginata* y después *A. religiosa*. Cuando el nivel de humedad ambiental disminuye a un nivel adecuado para los requerimientos de cada especie al surgir este tiene sus brácteas proyectadas de manera que haya recepción de polen. Los conillos femeninos de *A. guatemalensis* var. *jaliscana* miden 3.5 cm de largo por 1 cm de ancho y los de *A. religiosa* var. *emarginata* miden 7 cm de largo por 2 cm de ancho, ambas especies son de color verde brillante al surgir. *A. religiosa* produce estróbilos de color morado, teniendo semejanza con las dimensiones de *A. religiosa* var. *emarginata*. *A. religiosa* y *A. religiosa* var. *emarginata* tienen las brácteas proyectadas hacia abajo, mientras *A. guatemalensis* var. *jaliscana* las dirige hacia arriba cuando se encuentran receptivos. Al madurar los conos de *A. religiosa* var. *emarginata* se vuelven de color café-verdoso (Vázquez, et al. 1995., Debreczy com. pers). En *A. religiosa* (septiembre) y *A. guatemalensis* var. *jaliscana* (abril) al madurar sus conos pasan del color verde a morado. La dispersión de la semilla en *A. guatemalensis* var. *jaliscana* sucede a mediados de mayo ayudado por el calor de primavera. No se pudo apreciar ninguna variación entre los árboles de los sitios que estaban a

diferentes altitudes en las fechas en las que se hizo la visitas, pero es probable que exista esta variación fenológica en función de la elevación y la exposición de laderas. A pesar de que los estróbilos masculinos estaban todavía sin alcanzar el color rojo, sin embargo esta coloración es engañosa por el escaso tiempo de dispersión del polen que puede ser de 6 días a 1 mes (Franklin & Ritchie, 1970), pudiendo fallar en precipitarse en los conillos femeninos, debido a la poca capacidad de dispersión de los oyameles, esto trae como consecuencia problemas con la producción de semilla viable (Arista & Talavera, 1994), agregándole a esto los problemas de producción de conos causados por falta de nutrientes para la formación de yemas reproductivas (Roger *et al.*, 1992). Lo anterior podría explicar la falta de reclutamiento de latizales y plántulas de *A. religiosa* var. *emarginata*, en detrimento de las cosechas completas de conos que pueden estar con todas las semillas vanas (Arista & Talavera, 1996). También se testificó la autopolinización por una ubicación desfavorable de los conillos femeninos bajo estróbilos masculinos en ramas laterales, aumentando la tasa de endogamia (Arista & Talavera, 1996). Por lo que el momento más óptimo de dispersión de polen es cuando acaba de surgir el cono masculino. El encuentro de tres sistemas montañosos (Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico provoca el encuentro de floras templadas de distinto origen e historia evolutiva, haciendo al Occidente un área rica de taxa boreales como lo son las especies de *Abies*. Aunque existe diferencias de color para identificar la duración del ciclo de maduración de los estróbilos masculinos (amarillo-rojo), se debe observar la presencia del polen en los estróbilos de color amarillo porque pasa más de un mes para que un cono de polen se torne rojo, por lo que el tiempo de función efectiva de precipitación del polen puede ser de poco más de una semana (Franklin & Ritchie, 1970). La cercanía de los tiempos de polinización de *A.*

religiosa var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana* los hace más susceptibles de hibridación que *Abies religiosa*. La época de polinización de *A. guatemalensis* var. *jaliscana* presenta una mayor cantidad de humedad ambiental comparado con los otros sitios en los cuales hay *Abies* en Jalisco, debido a que diciembre es más húmedo, comparado a los meses de febrero marzo y mayo en los que se lleva a cabo la dispersión y recepción de polen en las otras especies de oyameles de Jalisco. Sin embargo Franklin y Ritchie (1970) reportan que el desarrollo de la polinización en el mes de junio no es detenido por las frías y húmedas condiciones climatológicas, también mencionado por Chandler en Runions *et al.* (1999). El tiempo de maduración de conos y dispersión de semilla *A. religiosa* y *A. religiosa* var. *emarginata* corresponde con el de otras especies de abetos del mundo. Debreczy & Racz no encontraron variación en la época de maduración de conos (com. pers) de las especies mexicanas que publicaron en 1995. Así como también para su recolección de conos para ejemplares de herbario (com. pers). Por lo que al parecer el resto de su fenología corresponde al de otras especies de abetos del mundo. La polinización de invierno de *A. guatemalensis* var. *jaliscana* se encuentra a merced de alguna helada que cause grandes mortalidades en la producción de semillas de años siguientes. La evidencia de neblina y nubes bajas hace pensar que estos abetos cuentan con alguna adaptación en los granos de polen para llevar a cabo la polinización en árboles vecinos. Actualmente *A. religiosa* var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana* son considerados como *A. flinckii* Rushforth (1989) en la categoría de protección especial de la norma ecológica mexicana (Nom Ecol-059-2001).

CONCLUSIONES

En las distintas zonas de distribución del género *Abies* en Jalisco, hay variación en el tiempo de polinización y fructificación. No se encontró una diferencias en la variación fenológica entre árboles en relación a la altitud durante en las fechas monitoreadas. Son necesarios estudios más profundos de la biología de la reproducción para determinar con más exactitud el tiempo efectivo funcional de los estróbilos reproductivos de las especies de *Abies* de Jalisco y por ende en las de México. *A. guatemalensis* var. *jaliscana* la polinización, maduración de conos y dispersión de semilla se presenta en diferentes tiempos a otros abetos, apoyado por los datos inéditos que citan Fernández y Nepamuceno (1989) para *A. guatemalensis* de Chiapas. Inclusive lo citado por Macvean (2003) para *A. guatemalensis* var. *tacanensis* cuya polinización, maduración de conos y dispersión de semilla es entre mayo y junio como el resto de los abetos del mundo. La información de la polinización y coloración de conos de *A. guatemalensis* var. *jaliscana* y *A. religiosa* var. *emarginata* contradice la inclusión de las poblaciones de *A. guatemalensis* var. *jaliscana* en *A. flinckii* Rushforth (1989) y Aguirre *et al.* (2000). La cercanía de las poblaciones *A. guatemalensis* var. *jaliscana* a la vertiente del Pacífico explicaría la temprana dispersión de polen por el suministro de aire húmedo cálido evitando el enfriamiento excesivo que provoque temperaturas por debajo de cero grados celsius. El suministro de humedad hacia esta zona geográfica ha permitido el establecimiento de especies de coníferas endémicas o poco frecuentes como *Pinus jaliscana*, *Juniperus jaliscana* y *Podocarpus reichei*. También de latifoliadas como *Acer skutchii*, *Quercus insignis*, *Magnolia pacifica* y *Talauma mexicana*. La época de polinización de *A. guatemalensis* var. *jaliscana* es semejante a la de los pinos serótinos (noviembre a enero), especies más adaptadas a zonas cálidas y altitudes inferiores.

A. religiosa var. *emarginata* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana* son los más fotosintéticamente activos, asemejándose en el desarrollo vegetativo y posiblemente ser de los abetos con la mayor actividad fisiológica en comparación a lo estudiado por Aussenac (2002). Se sugiere que los datos fenológicos reportados serán útiles en programas futuros de conservación y manejo de este importante recurso forestal.

LITERATURA CITADA

Aguirre, P. E., G. R. Furnier & L. E. Eguiarte. 2000. Low Levels of Genetic Variation Within and High Levels of Genetic Differentiation Among populations of Species of *Abies* From Southern Mexico and Guatemala. *American Journal of Botany* 87(3):362-371.

Arista, M. & S. Talavera. 1994. Pollen Dispersal Capacity and Pollen Viability of *Abies Pinsapo*. *Silvae Genetica*. 43:2-3.

Arista, M. & S. Talavera. 1996. Density Effect on the Fruti-set, Seed Crop Viability and Seedling Vigour of *Abies pinsapo*. *Annals of Botany*. 77:187-192.

Arista, M. & S. Talavera. 1997. Gender Expression in *Abies pinsapo* Boiss. a Mediterranean Fir. *Annals of Botany*. 79: 337-342.

Aussenac, G. 2002. Ecology and Ecophysiology of Circum-Mediterranean Firs in the Context of Climate Change. *Annals of Forest Science*. 59:823-832.

Attree, S. & L. Fowke. 1993. Embryogeny of Gymnosperms, advances in synthetic seed technology of conifers. *Plant tissue and Organ Culture*. 21:1-35.

Bello, M. A. 1983. Estudio fenológico de Cinco Especies de *Pinus* en la Región de Uruapan. Michoacán. Boletín Técnico N0 96. CIFO. INIF. SF. SARH. México. 57 pp.

Bonner, F. 2002. (En Línea). (Referencia 2 mayo de 2002). Disponible en Web. <http://ntsl.fs.fed.us/wpsm/chapter1.pdf>

Chandler, L. & J. Owens. 2004. the pollination mechanism of *Abies amabilis*. Canadian Journal of Botany. 34: 1071-1080.

Conafor. Árboles de Navidad. (En Línea). (Referencia 9 de Diciembre de 2004). Disponible en Web. www.Conafor.gob.mx/programasnacionalesforestales/prodeplan/arboles_navidad.htm.

Critchfield, W. B. 1966. Phenological Notes on Latin American *Pinus* and *Abies*. Journal of the Arnold Arboretum. Harvard University. 47(4): 313-318.

Critchfield, W. 1988. Hybridization of the California firs. Forest Science. 34(1):139-151.

Cuanalo, H., E. Ojeda., A. Santos. y C. Ortiz. 2002 . Provincias, Regiones y Subregiones Terrestres de México. Colegio de Posgraduados. Centro de Edafología. Chapingo, México.

Dallimore, W. & A. B. Jackson. 1967. A Handbook of Coniferae including Ginkgoaceae. 4th Ed. New York. St Martin Press. 107-175.

Debreczy, Z. & Racz. I. 1995. New Species and Varieties of Conifers From Mexico. Phytologia. 78(4):217-243.

Dvorak, W. S. & J. K. Donahue. 1993. Reseña de Investigaciones de la Cooperativa de recursos de Coníferas de Centroamérica y México. Departamento forestal. Colegio de Recursos Forestales. Universidad Estatal de Carolina del Norte. USA 94 pp.

Dvorak, W. S., E. A. Gutierrez., G. R. Hodge., J. L. Romero., J. Stock. & O. Rivas. 2000. *Pinus Jaliscana*. In: Conservation & Testing of Tropical & Subtropical Forest Tree Species by the CAMCORE

Cooperative. College of Natural Resources. NCSU. Raleigh. NC. USA. pp 12-33.

Farjon. A. 1990. Pinaceae Drawings and Descriptions of the Genera *Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Tsuga*, *Cathaya*, *Pseudotsuga*, *Larix* and *Picea*. Regnum Vegetabile 121. Kônigstein, Germany. Koeltz Scientific Books. 330 pp.

Fernández, M. T. F. M. Nepamuceno. 1989. Variación Genética en *Abies guatemalensis* Rehder. Ciencia Forestal. 3-17.

Franklin, J. F. & G. Ritchie. 1970. Phenology of Cone and Shoot Development of Noble Fir and Some Associate True Firs. Forest Science. 16(3):356-364.

García, G. y J. Toral. 1999. Mejoramiento Genético en la República de Chile. Documento. Prodefo. Jalisco. 58 p.

Jacquish, B. 1997. Abasto y Manejo de Semillas a Partir de la Recolección en Rodales Naturales, Areas de Producción y Huertos Semilleros. En: J, Vargas., B. Bermejo., F. Ledig (eds.). Manejo de Recursos Genéticos Forestales. Colegio de Postgraduados y Universidad Autónoma de Chapingo, México. p. 321.

Johnsen, K. J. Major. 1997. Técnicas Ecofisiológicas en la Evaluación de Germoplasma. En: J, Vargas., B. Bermejo., F. Ledig (eds.). Manejo de Recursos Genéticos Forestales. Colegio de Postgraduados y Universidad Autónoma de Chapingo, México. p. 321.

Ledig, F. T. 1998. Genetic variation in *Pinus*. En: D. M. Richardson (ed). Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge. University Press. U. K. p. 251-280.

Liu, T. S. 1971. A Monograph of the Genus *Abies*. Department of Forestry. College of Agriculture. National Taiwán University. Taipei. Taiwán. China. 542 pp.

Macvean, A. 2003. *Abies guatemalensis* var. *tacanensis*. (En Línea). (Referencia 15 de Diciembre de 2004). (Disponible en Web).

www.rngr.net/publication/ttsm/Folder.2011.4726/Abies%20guatemalensis.pdf.

Madrigal, S., X. 1967. Contribución al Conocimiento de la Ecología de los Bosques de Oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K) Schl. et Cham.) en el Valle de México. Boletín técnico No 18. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México D.F. 98 p.

Martínez, M. 1963. Las Pináceas Mexicanas. Universidad Autónoma de México. 401 p.

Owens, J. N. & M. Molder. 1977. Sexual Reproduction of *Abies amabilis*. Canadian Journal of Botany. 55(21): 2653-2667.

Pérez de la Rosa, J. A. 2000. Coníferas. En: Jalisco-Costa Norte, Patrimonio Cultural y Productivo de México. (ed). Vázquez, J. A., Reynoso, J.

Pimentel, J. 2004. Diccionario Latín-español-español-latín vocabulario clásico, jurídico y eclesiástico. Ed. Porrúa. 1000 pp.

Ramírez, J. A. & F. Nepamuceno. 1986. Fenología de 3 Especies de Coníferas de la Región de los Altos de Chiapas. Ciencia Forestal 60(11):21-50.

Ramos, M. 1991. Estudio de la distribución del género *Abies* en la Sierra de Manantlán. Jalisco. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. 102 pp.

Reynoso, J. & Y. L. Rodríguez. Universidad de Guadalajara. México. Versión 1.0. 2000.

Roger, J., J. Arnold., B. Jett. & H. L. Allen. 1992. Identification of Nutritional Influences on Cone Production in Fraser Fir. American Journal of Soil Science. 56: 586-591.

Runions, C. J., K. H. Rensing, T. Takaso & J. N. Owens. 1999. Pollination of *Picea orientalis* (*Pinaceae*): Saccus Morphology Governs Pollen Bouyancy. American Journal of Botany. 86(2):190-197.

Rushforth, K. D. 1987. Conifers. New York. Facts on File Publications. 232 pp.

Rushforth, K. D. 1989. Two New Species of *Abies* (*Pinaceae*) From Western Mexico. Notes of Royal Botanic Gardens Edinburgh. 46(1):101-109.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México D.F. 432 pp.

Semarnat. 2003. El oyamel: Santuario para la celebración de la vida. (En Línea). (Referencia 3 de Agosto de 2005). (Disponible en Web). (http://www.conafor.gob.mx/comunicacion_social/imagenes%20temp/B122%202003.htm).

ST. Clair, J. & W. Critchfield. 1988. Canadian Journal of Forest Research. 18: 640-643.

Vázquez, J. A., R. Cuevas., T. Cochrane., H. Iltis., F. Santana & L. Guzmán. 1995. Flora de Manantlán. Universidad de Guadalajara-Imechbio/ University of Wisconsin-Madison. 315 pp.

Vidakovic, M. 1991. Conifers: Morphology and variation. Croatia: Graficki Zavod Hrvatske. 745 pp.

Welch, H. J. 1991. The Conifer Manual. Vol. 1. Kluwer Academic Publishers. Boston. Massachusetts. USA. 436 pp.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Bráctea: Hoja modificada que se desarrolla debajo de una flor o inflorescencia.

Dioico: Dícese de las especies vegetales que tienen los órganos reproductores masculino y femenino en diferentes individuos.

Dormante: Que se encuentra en dormancia.

Dormancia: Periodo de actividad metabólica mínima de un organismo. Es un medio para sobrevivir a condiciones ambientales adversas como frío o sequía.

Esporófilas: Estructura de las plantas vasculares que lleva a los esporangios, en plantas superiores los tienen altamente modificados y se agrupan en los estróbilos de las gimnospermas.

Estróbilos: Estructura reproductiva de las gimnospermas y ciertas pteridofitas.

Estróbilos megasporangiados: Estructura reproductiva femenina de las gimnospermas, haciendo énfasis en las coníferas, que se encarga de recibir el polen para formar al final una semilla.

Estróbilos microesporangiados: Estructura reproductiva masculina de las gimnospermas, que dispersa el polen.

Lignina: Uno de los principales materiales estructurales de las plantas vasculares. Junto con la celulosa uno de los componentes de la madera.

Lignificación: Proceso de formación de lignina en el área que llevará a cabo funciones de resistencia a la tracción y a la comprensión.

Meristemo: Región de división celular activa que tiene que tiene que ver principalmente con el crecimiento.

Monoico: Dicese de las plantas en las que un mismo individuo tiene los órganos reproductivos masculinos y femeninos.

Ráquis: Eje principal leñoso que contiene las escamas ovulíferas que dispersarán las semillas, dándose en géneros de coníferas como *Abies* y *Keeteleria*.

Subdioecia: fenómeno en el que los individuos monoicos solo presentan un solo tipo de estructura reproductiva por causas fisiológicas.