

Ly: 20



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIO FENOLOGICO DE 5 ESPECIES DE PINUS  
EN LA REGION DE URUAPAN, MICH. (MEXICO).**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de

**B I O L O G O**

P r e s e n t a

**Miguel Angel Bello González**

México, D. F.

1983



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.

## INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION .....	1
II. GENERALIDADES	
II.1. Conceptos de fenología .....	3
II.2. Desarrollo histórico .....	3
II.3. Terminología .....	4
III. ANTECEDENTES .....	6
IV. DESCRIPCION DEL AREA .....	11
V. METODOLOGIA	
V.1. Obtención de datos .....	25
V.2. Observaciones fenológicas .....	26
V.3. Producción, recolección y manipulación de conos y semillas .....	29
VI. RESULTADOS	
VI.1. Ciclo anual de desarrollo .....	34
VI.2. Producción, plagas y análisis de conos y semillas.	38
VII. DISCUSION .....	54
VIII. CONCLUSIONES .....	59
IX. RESUMEN .....	60
X. LITERATURA CITADA .....	63

## INDICE DE CUADROS

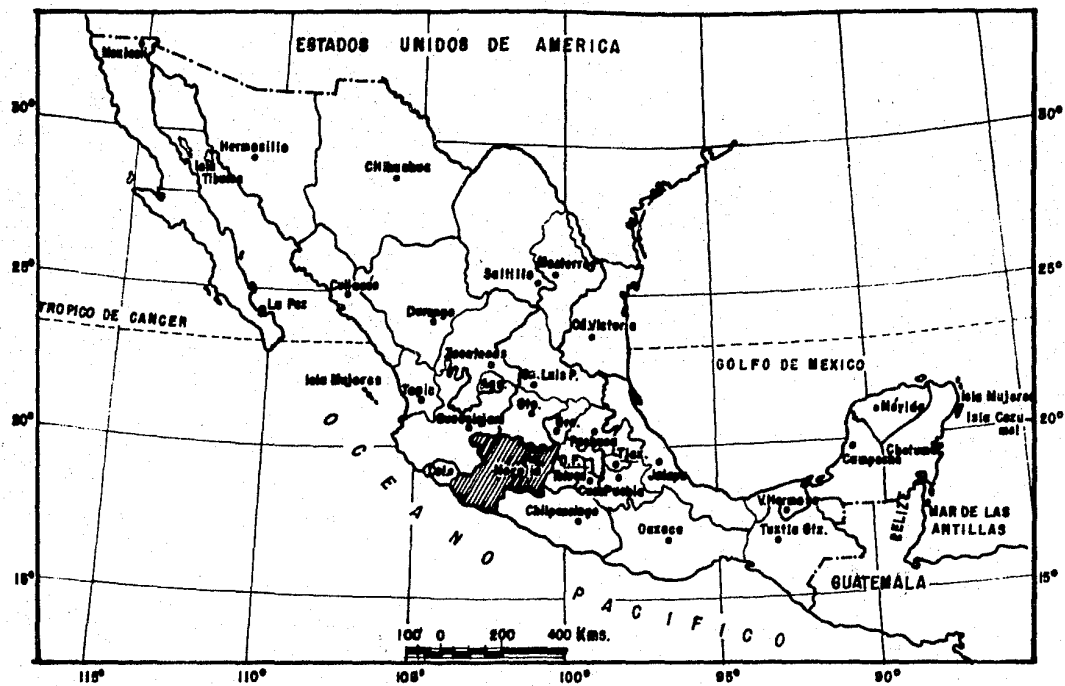
	Pág.
Cuadro 1.- Datos climatológicos. Campo Experimental Forestal "Barranca del Cupatitzio", Uruapan, Mich. ....	13
Cuadro 2.- Análisis de un perfil de suelo en el Bosque de - <u>Pinus lawsonii</u> .....	17
Cuadro 3.- Análisis de un perfil de suelo en el Bosque de - <u>Pinus michoacana</u> var. <u>cornuta</u> .....	18
Cuadro 4.- Análisis de un perfil de suelo en el Bosque de - <u>Pinus oocarpa</u> .....	21
Cuadro 5.- Análisis de un perfil de suelo en el Bosque de - <u>Pinus pringlei</u> .....	24
Cuadro 6.- Calendario de eventos fenológicos .....	42
Cuadro 7.- Potencial de semillas por cono .....	50
Cuadro 8.- Producción de semilla por especie .....	51
Cuadro 9.- Proporción de semillas atacadas por insectos ....	52
Cuadro 10- Análisis de semillas .....	53
Cuadro 11- Comparación de la floración en diferentes localidades de México y Centroamérica .....	56

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1.- Localización de las áreas de estudio .....	12
Fig. 2.- Forma de registro para el estudio fenológico .....	28
Fig. 3.- Separación por lotes y secado de conos para cada especie .....	30
Fig. 4.- Limpieza y desalado de la semilla .....	30
Fig. 5.- Medición del volúmen de conos .....	31
Fig. 6.- Separación de la semilla por el método de flotación.	32
Fig. 7.- Cuantificación del número de semillas germinadas ..	33
Fig. 8.- Calendario de eventos fenológicos .....	43
Fig. 9.- Calendario de la fase de fructificación .....	44
Fig. 10.- Inicio de la fase vegetativa de <u>Pinus pringlei</u> ....	34
Fig. 11.- Pleno desarrollo de la floración de <u>Pinus pringlei</u> .	36
Fig. 12.- Estróbilo femenino de <u>Pinus lawsonii</u> .....	37
Fig. 13.- <u>Diorycytria erytropasa</u> , Lepidóptera .....	40

## INDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1.- Climogramas Ombrotérmicos 1980-1981 .....	14
Gráfica 2.- Fases fenológicas de <u>Pinus pringlei</u> .....	45
Gráfica 3.- Fases fenológicas de <u>Pinus oocarpa</u> .....	46
Gráfica 4.- Fases fenológicas de <u>Pinus lawsonii</u> .....	47
Gráfica 5.- Fases fenológicas de <u>Pinus douglasiana</u> .....	48
Gráfica 6.- Fases fenológicas de <u>Pinus michoacana</u> var. <u>cornu-</u> <u>ta</u> .....	49



Mapa 1. UBICACION DEL ESTADO DE MICHOACAN EN LA REPUBLICA MEXICANA (ADAPTADO DE GARCIA DE MIRANDA Y FALCON DE GYVES, 1977). \_

## INTRODUCCION

México es un país rico en cuanto al número de especies de interés forestal y en consecuencia, con abundancia de germoplasma de alta calidad genética.

El Estado de Michoacán que es uno de los Estados con mayor superficie boscosa, cuenta actualmente con 20 580 Km<sup>2</sup> de masas arboladas, de las cuales 17 360 Km<sup>2</sup> corresponden al bosque de Coníferas, es decir a escala nacional la entidad ocupa el 10º lugar en este renglón (INF. 1977).

Dentro de los numerosos taxa de este grupo botánico, varias de las especies, en particular del género Pinus, se explotan actualmente con fines de producción maderable y de resinas y otras se utilizan en la protección a otros recursos, como en la recuperación de suelos degradados, mejoramiento del ambiente y recreación. De este modo se hace notar la importancia que representa para el país la conservación de sus bosques, su protección, su explotación racional y planificada.

Entre las medidas para protegerlos, está precisamente el de conocer las especies que los componen, sus requerimientos del medio físico y biológico, así como las investigaciones sobre su ciclo de vida. El conocimiento detallado de cada una de sus etapas reproductivas y de crecimiento, se considera que podría contribuir en los programas de recolección de semillas, en los de mejoramiento y con ello a futuros trabajos de regeneración y repoblación de masas forestales de mayor calidad.

Los trabajos de recolección masiva de semillas deberán ser una labor permanente, con el conocimiento previo y en forma amplia de las fases que componen el ciclo de vida de las especies. De esta manera, es preciso realizar una serie de observaciones fenológicas durante varios ciclos, lo cual permite elaborar un calendario de fases, de primordial importancia en los estudios para el mejoramiento de los bosques.



El presente trabajo es una contribución al estudio sobre la determinación del crecimiento y desarrollo vegetativo, observaciones sobre la época de floración y fructificación, así como la aportación de algunos datos relacionados con la producción y el manejo de las semillas de cinco especies de Pinus: P. lawsonii Roetzl, P. douglasiana Mtnéz., P. michoacana var. cornuta Mtnéz., P. pringlei Shaw y P. oocarpa Schiede, localizados en el Campo Experimental - Forestal "Barranca del Cupatitzio", Cerro la Charanda y Paraje El Salto, situados en los alrededores de la Ciudad de Uruapan, Mich., en el Municipio del mismo nombre.

## GENERALIDADES

### Concepto de Fenología.

La fenología ha sido generalmente definida como las fases del ciclo de vida o actividad de plantas y animales en su ocurrencia temporal, a través del año. Estos estudios permiten obtener un calendario fenológico que puede ser - sobrepuesto con los calendarios astronómicos y civil, de tal modo que las estaciones del año no sean marcadas por fechas calendáricas, sino como grupo de fechas de estos eventos biológicos (Lieth, 1970).

En la mayoría de los casos, los estudios fenológicos descriptivos se han basado en las características morfológicas, anatómicas o de comportamiento, - las cuales son relativamente fáciles de observar en la naturaleza.

Más aún, estos estudios han estado reducidos generalmente a plantas arbóreas o migraciones de insectos y vertebrados. La mayoría de las observaciones fenológicas clásicas, fueron básicamente cualitativas y recientemente cuantitativas (Morgen, 1949; y Thornthwaite, 1952); este último concepto ha sido - llamado análisis de crecimiento. Es obvio que la fenometría tendrá un gran impacto en estudios futuros sobre productividad, por lo que este tipo de actividades han recibido recientemente amplio uso práctico en estudios florísticos, ecológicos y meteorológicos.

### Desarrollo Histórico.

Las observaciones y calendarios fenológicos fueron elaborados y utiliza-- dos en agricultura hace aproximadamente 1 000 años, en China y Roma.

El término "Fenología" no había sido usado antes de la mitad del siglo - XIX, cuando fue propuesto por el botánico Belga Charles Morren (1859-1860) - (Schnelle, 1955 y Abbe, 1905); pero a quien se considera como el padre de la moderna fenología y de trabajos sobre observaciones fenológicas es al botáni- co sueco Carolus Linnaeus (1751), quien estableció métodos para la correcta

ordenación de las observaciones anuales, citando la época del brote vegetativo, floración, fructificación y caída de hojas (Schnelle y Abbe, op. cit ). - En estos trabajos se reconocía ya, la necesidad de relacionar las observaciones fenológicas con las meteorológicas.

La fenología tuvo un pronto auge, por ser un instrumento importante en -- los planteamientos agrícolas y económicos, empezando con la elaboración de calendarios sobre floración y semillación.

Las relaciones del tiempo entre semillación y recolección semillera están dadas por Reaumur (1735) y finalmente desarrolladas a un nivel de mayor com--plejidad, que permitieron a Thornthwaite (1952) elaborar su regla de cálculo fenológico.

Esta última realización fue posible debido a los análisis detallados en - el crecimiento de ciertas especies y a las prácticas comunes sobre fisiología, la cual fue llamada "Fenometría" por Kaempfert (1948) y Morgen (1949), en su modificación de los estudios fenológicos.

La fenología es hoy en día, un buen instrumento en los estudios sobre -- agrometeorología, silvicultura, genética, ecología y otras disciplinas y por ello debe convertirse en una base común para ser complementada entre los diferentes especialistas.

### Terminología.

Para hacer más fácilmente las interpretaciones fenológicas, es necesario entender los términos utilizados, en particular los que se refieren al presente estudio.

Cada fase distintiva dentro del ciclo de vida de una especie es llamada - "Fenofase".

Los estudios de la fenología seleccionan para sus observaciones el princi

pio y el final de cada fenofase, especialmente para organismos en los cuales los cambios ocurren en un período muy corto de tiempo.

La forma en que ocurre la fenofase a lo largo del año es llamada "Fenodinámica". Contabilizando el porcentaje de especies en una comunidad que inician una fenofase dada, permite obtener los "Fenogramas". La elaboración de la fenodinámica para cada especie en una comunidad, o su presentación en cuadros comparativos se le llama "Espectro-Fenológico" (representación gráfica).

## ANTECEDENTES

La actividad fenológica de muchas coníferas, especialmente de pinos, esta en general poco estudiada, encontrándose solo escasas referencias en cuanto al tiempo en el desprendimiento del polen y polinización para la región de América Latina en pinos y abetos (Abies) (Critchfield, 1966).

Algunas especies de pinos mexicanos florecen a fines de año, como es el caso de P. pringlei en noviembre y diciembre, antes que P. oocarpa Schiede con el que suelo asociarse (Shaw, 1909).

Pinus durangensis Martínez, nativo del noroeste de México la realiza en abril (Martínez, 1948). Ocasionalmente otras especies liberan el polen en septiembre u octubre, mientras que la presencia de polen y estróbilos femeninos receptivos de P. ayacahuite Ehrenb, ocurre en octubre (Little, 1962).

Por otra parte P. oocarpa completa su polinización fuera de México (Montañas de Nicaragua) a mediados de febrero (Mirov, 1962).

La ocurrencia en el proceso meiótico del polen de Pinus pinceana Gord, se presenta a mediados de marzo en noreste de México, ya que la meiosis en pinos generalmente ocurre precediendo el desprendimiento del polen en cerca de tres semanas; la polinización probablemente tiene lugar a principios de abril en este pino piñonero (Díaz Luna, 1962).

Se han hecho observaciones sobre el tiempo en el desprendimiento del polen en abetos (Abies), señalándose que el polen de los estróbilos de Abies religiosa (H.B.K.) Schlecht. et Cham. maduran entre marzo y mayo en el Centro de México (Hidalgo y Distrito Federal) (Martínez, 1963), y en marzo y abril en el Valle de México (Madrigal, 1967).

Otros estudios, determinan los aspectos sobre hibridación natural en tres

especies de Pinus: P. montezumae, P. hartwegii y P. rudis.

En los resultados obtenidos menciona la fenología de estas especies, así como datos de germinación y algunos aspectos de caracteres morfológicos, sobre todo aquellos que fueron fácilmente mensurables como son largo y ancho del cono, longitud y ancho de las escamas del cono (Hernández, 1967).

Este autor (Hernández, op. cit), observó que las yemas florales masculinas en las tres especies citadas, aparecen con diferencias de tiempo; P. montezumae empiezan a brotar durante la tercera semana de febrero y primera de marzo y ya para la segunda quincena de marzo está en plena floración.

Las yemas de P. hartwegii empiezan a brotar en la primera semana de marzo y maduran a mediados del mes. Finalmente se inicia la formación de yemas florales en P. rudis a fines de abril y principios de mayo, observándose que la maduración se efectúa más o menos en 20 días.

Por su parte, Flores Calderón (1969), registra algunos datos sobre determinación de los principales años semilleros, correspondientes a especies del Grupo Ponderosa: Pinus engelmannii, P. durangensis y P. arizonica, en el noroeste del Estado de Chihuahua y noreste del Estado de Sonora, para los cuales los años semilleros normales y los de mayor abundancia, correspondieron en promedio de 100 a 130 conos por árbol respectivamente. Para cada cono se determinó que contiene 60 a 80 semillas viables aproximadamente, según la especie que se trate, y por lo que corresponde al poder germinativo, en las semillas recién cosechadas es de 95 % en el laboratorio, más 1.5 % si se trata de pinos jóvenes.

De esta manera se observó que para P. engelmannii, se requiere un ciclo de semillación normal de 4 años, que coincide con el P. arizonica; mientras que para P. durangensis el ciclo de semillación normal es de 6 años.

Estudios más recientes describen los efectos producidos por el fotoperiodo en el crecimiento vegetativo de Pinus patula Schl. et Cham. y P. montezumae Lamb. (Patiño, 1970), donde se concluye que el crecimiento en altura para

P. patula fue altamente significativo en el tratamiento de 24 horas de luz; - los tratamientos de 16 y 14 horas le seguían en importancia. El menor crecimiento en altura se registró en los tratamientos con 10, 8 y 6 horas de iluminación.

Por lo que corresponde a P. montezumae Lamb., no se obtuvieron diferen---cias significativas; el mayor incremento observado en altura, correspondió al tratamiento de 24 horas luz, siguiéndole en importancia los tratamientos de - 14 y 8 horas de iluminación.

De las observaciones efectuadas en las especies mencionadas, se infiere - que la duración del día (horas luz) es un factor primordial en la determina---ción del inicio y la culminación del crecimiento en las yemas.

Por último existen datos sobre la época de floración y fructificación, - así como la recolección y manejo de semillas de algunas especies. Patiño -- (1973) realizó observaciones fenológicas tanto en rodales naturales como en - pinetos y plantaciones en diversas regiones del país, señalando que la época de floración para la mayoría de las especies de Pinus nativas de México, está comprendida entre los meses de enero a abril, mientras que la maduración de - los conos se presenta de octubre a febrero.

En los estudios y publicaciones del extranjero existe basta información - destacando los trabajos de Miroy (1956, 1962) quien señala la ocurrencia de - las fases fenológicas desde la polinización hasta la maduración de las semi---llas en diversos pinos tropicales, observándose que el tiempo que transcurre entre la polinización y la maduración de las semillas es de 15 a 16 meses, - que comprende por lo tanto dos veranos y un invierno; por supuesto, muchos - factores genéticos y del ambiente local, determinan el tiempo en que se reali---za la liberación del polen. Cabe destacar la especie Pinus radiata D. Don que libera el polen en marzo, tanto en su ambiente natural (Costa del Pacífico) - como en las plantaciones de las partes altas de la Sierra Nevada, también se indica que el fotoperíodo no afecta el florecimiento de los pinos, comportán---dose por lo tanto como neutrales desde este punto de vista.

Lanner (1966) realizó observaciones sobre fenología y estudios en el desarrollo de los pinos introducidos en Hawai. Señala que las especies introducidas en esa región, en un habitat que no es el original, con frecuencia logran desarrollarse adecuadamente. En este estudio se muestra la manera en que el ciclo estacional del crecimiento y la floración, han sido influidos por las condiciones climatológicas prevalentes y se propone definir el comportamiento poco común de algunas especies, en términos de la interacción del clima y su nuevo medio ambiente.

Este mismo autor (Lanner, op. cit.) observó la ocurrencia de la fase de floración para algunas especies introducidas en Hawai, tales como Pinus patula Schiede, P. ayacahuite Ehrenb., P. leiophylla Schiede y P. montezumae Lamb., la cual se presenta entre los meses de diciembre a mayo.

Schuvert y Rietveld (1970), se refieren en su estudio a la fenología, maduración de los conos y producción de semillas de P. aristata Engelm., de las montañas del Este de California, Nevada, Utah, Colorado, Arizona y Nuevo México. Observaron que la yema vegetativa empieza su activa elongación a principio de junio, mientras que los botones florales maduran alrededor del 22 de julio, con la consecuente dispersión del polen 5 días después.

De acuerdo con estos autores (Schuvert y Rietveld op. cit.), la maduración de la semilla se efectúa del 24 de septiembre al 2 de octubre y fue liberada entre el 27 de septiembre y el 10 de octubre; también demostraron la correlación existente entre la semilla viable y el peso específico del cono, e igualmente entre longitud y diámetro del cono.

Concluye el estudio con el porcentaje de semillas viables por cono, en estrecha relación con el total de semillas y su peso específico.

Sorensen y Campbell (1971) realizaron un estudio sobre la correlación entre la fecha de floración y el crecimiento del brote vegetativo de Pseudotsuga menziesii var. menziesii, indicándose de acuerdo a los resultados, la escasa correlación entre la fecha de aparición del brote floral y la yema vege-



tativa, lo cual concuerda con el trabajo de Mclemore y Derr (1965), en cuanto a la correlación de la floración del estróbilo receptivo y la fecha de madurez del cono entre árboles de Pinus palustris Mill..

Ambos estudios mostraron que aunque puede haberse un mecanismo interno general que regula la fenología en todos los árboles, bajo ciertos eventos climatológicos se observa una marcada independencia en la fenología de los diversos procesos intrínsecos de las plantas.

Finalmente el trabajo de Lieth (1974), sobre bases fenológicas y modelos estacionales.

## DESCRIPCION DEL AREA

## Campo Experimental Forestal "Barranca del Cupatitzio".

Localización y Extensión.- El Campo Experimental Forestal se localiza a 5 Km al Noroeste de la Ciudad de Uruapan, Mich., con una superficie aproximada de 471 Ha. Está comprendido entre los paralelos  $19^{\circ} 25' 40''$  de latitud Norte y los meridianos  $102^{\circ} 05' 30''$  longitud Oeste (Fig. 1).

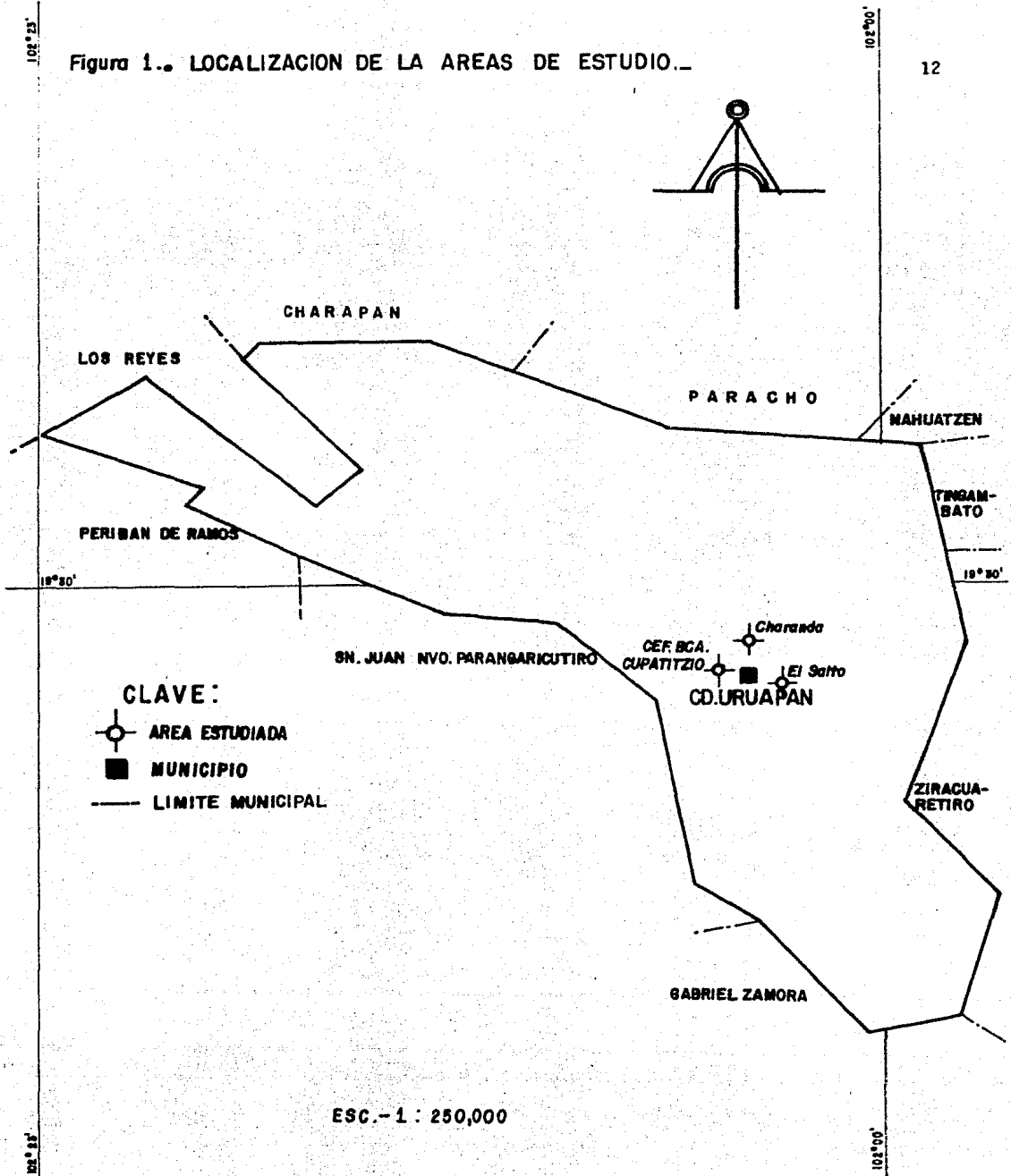
Clima.- Según la clasificación de Köppen modificada por García (1973), la fórmula climática del Campo Experimental es semicálido subhúmedo de tipo (A) C ( $w_1$ ) (w) es decir, con temperatura media anual de  $17.6^{\circ}\text{C}$ , registrándose las más altas temperaturas ( $19.7^{\circ}\text{C}$ ) en el mes de junio y las del mes más frío ( $13.32^{\circ}\text{C}$ ) en enero. La precipitación del mes más seco es de 0.0 mm en marzo y la del mes más lluvioso con 443.2 mm en agosto (Cuadro 1 y Gráfica 1).

Topografía.- El Campo Experimental presenta las características predominantes de la Sierra Tarasca, en el cual se registra la altitud media de 1,700 m.s.n.m. y la elevación mayor corresponde al Cerro Chiquito con 2,000 m.s.n.m., que esta constituido por rocas basálticas, arenas y cenizas volcánicas recientes, las más superficiales derivadas de las emisiones del volcán Parícutín.

Suelo.- Los tipos de suelo dominantes fueron originados por los derrames de lava (Litosoles), que ocupan el 60 % del área total, además de Andosoles derivados de cenizas volcánicas. Con base en las descripciones de tres perfiles de suelo, las características de estos suelos, ubicados en Campo Experimental Forestal son los siguientes:

Sitios N° 1 y 2.- El color dominante en material seco corresponde al amarillo-moreno con clave 10 YR 5/4, su textura es de migajon-arenoso y arena-migajosa. Los valores de pH varía de 6.49 a 6.95 de la capa superficial a las -

Figura 1.. LOCALIZACION DE LA AREAS DE ESTUDIO..



Cuadro 1. DATOS CLIMATICOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL FORESTAL  
"BARRANCA DEL CUPATITZIO", EN LOS AÑOS 1980-1981

13

Latitud : 19° 28' Norte  
Longitud : 102° 05' W de Greenwich  
Altitud : 1850 m.s.n.m.

MES	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)		PRECIPIT. MEDIA MENSUAL (mm.)	
	1980	1981	1980	1981
ENERO	13.32	13.21	211.90	102.10
FEBRERO	14.91	7.30	4.80	4.30
MARZO	16.47	9.71	0.00	0.9
ABRIL	17.82	13.00	20.40	47.60
MAYO	19.77	14.29	2.20	55.80
JUNIO	19.78	15.43	178.60	411.20
JULIO	18.85	15.25	245.80	339.10
AGOSTO	17.92	15.48	445.20	388.12
SEPTIEMBRE	18.10	15.16	374.40	253.90
OCTUBRE	17.77	14.00	75.40	417.31
NOVIEMBRE	14.98	10.58	64.00	13.10
DICIEMBRE	14.95	7.93	2.00	9.61

	1980	1981
Temperatura media anual	17.06 °C	13.21 °C
Temperatura mes más frío	13.32 °C Enero	7.30 °C Febrero
Temperatura mes más caliente	19.78 °C Junio	15.48 °C Agosto
Precipitación anual	1622.70 mm.	2033.42 mm.
Mes más seco	0.00 mm. Marzo	0.9 mm. Marzo
Mes más húmedo	445.00 mm. Agosto	417.31 mm. Octubre

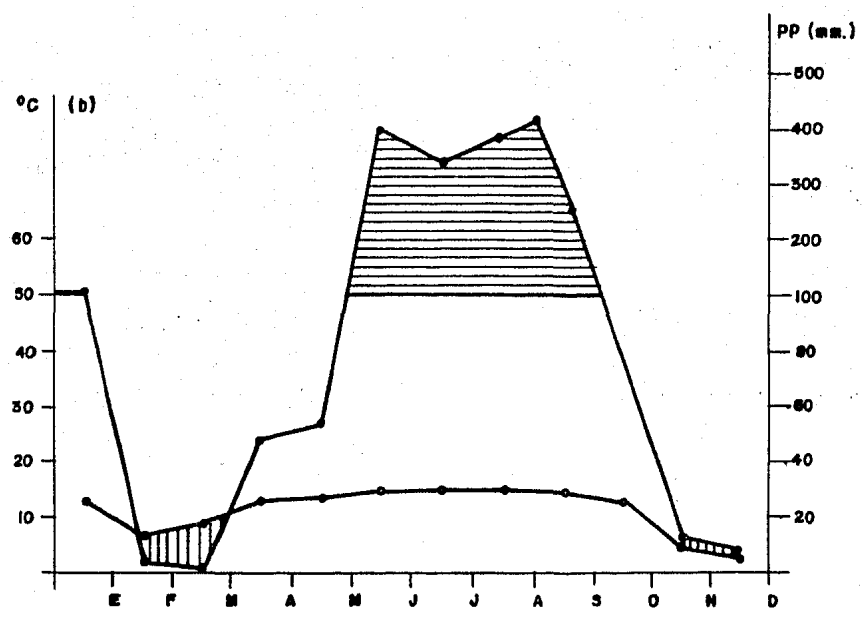
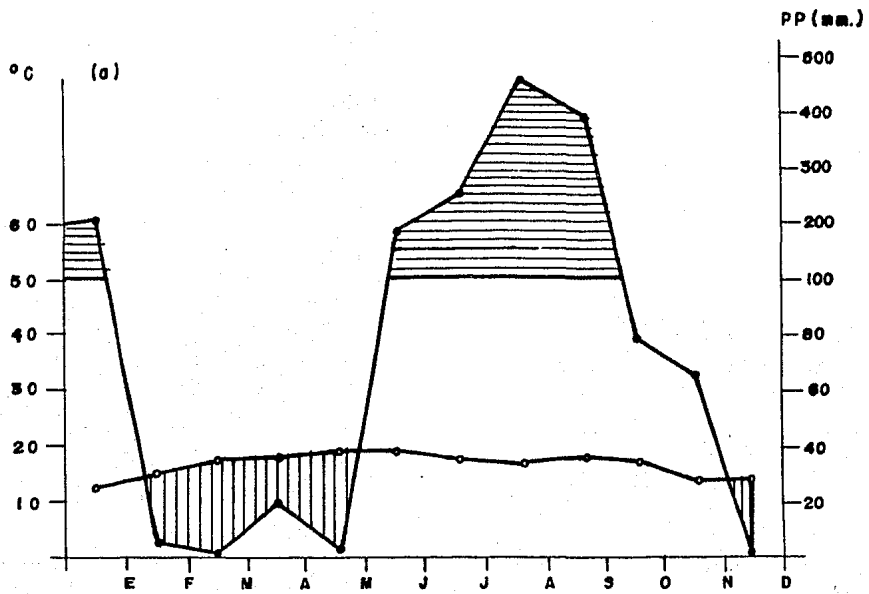


Gráfico 1. (a) CLIMOGRAMA OMBROTERMICO 1980. ESTACION METEOROLOGICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL FORESTAL, "BARRANCA DE CUPATITZIO", URUAPAN, MICH...  
 (b) CLIMOGRAMA OMBROTERMICO 1981. ESTACION METEOROLOGICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL FORESTAL, "BARRANCA DE CUPATITZIO", URUAPAN, MICH...

—●—	PRECIPITACION	▨	PRECIPITACION MAYOR DE 100mm.
—○—	TEMPERATURA	▩	ESCASA PRECIPITACION Y TEMPERATURA POR DEBAJO DEL PROM.

capas profundas respectivamente y en cuanto al contenido de materia orgánica se aprecian valores de 2.94 % en la parte superficial y de 1.01 % en la capa más profunda.

La capacidad de intercambio de cationes totales (C.I.C.T. Meq/100 gr.) - varía de 21.6 a 29.28 %.

Con base en los resultados de este análisis y la información de campo, se han caracterizado como Andosoles (Gómez Tagle, 1980) (Cuadro 2).

Sitio N° 3.- El color dominante en el material seco correspondió al amarillo moreno, con clave 10 YR 5/3; su textura varía de arena migajosa a arena - en las diferentes capas. Los valores de pH varían de 6.75 a 6.92. El porcentaje de materia orgánica es de 1.17 en la capa más profunda a 2.93 y 4.73 en - las superficiales.

La capacidad de intercambio de cationes (C.I.C.T. Meq/100 gr.), es de - 14.88 en la capa superficial y 11.4 en la profunda.

Este suelo corresponde también al tipo Andosol (Gómez Tagle, 1980) (Cuadro 3).

Vegetación.- Dentro del Campo se pueden apreciar 4 asociaciones de Pinus de importancia por la superficie que ocupan, así como algunas latifoliadas, - particularmente encinos (Pinus-Quercus):

- Bosque de Pinus michoacana var. cornuta.- Se encuentran en suelos profundos, desde la zona de "Malpais" hasta la parte superior del Cerro Chiquito.

- Bosque de Pinus douglasiana.- Es el que cubre mayor superficie, encontrándose en las partes bajas y suelos profundos.

- Bosque de Pinus lawsonii.- Se localiza en la parte más baja del Campo -

Experimental sobre "Malpaís" medianamente intemperizado.

- Bosque de Pinus leiophylla.- Se asocia con las especies antes mencionadas y ocupa una franja de suelo profundo derivada de arenas y cenizas volcánicas recientes.

Las especies de latifoliadas más abundantes corresponden al género Quercus conocidas como encinos o robles , con Q. obtusata, Q. castanea, Q. candicans y menos abundante Q. rugosa. Estas especies se encuentran en suelos profundos, así como en "Malpaís" parcialmente intemperizado.

Algunas otras especies que se encuentran en forma escasa asociadas a las ya citadas son:

Alnus firmifolia Fernald., Carpinus caroliniana Walt., Clethra mexicana - DC., Arbutus xalapensis H.B.K., Acacia pennatula (Schlecht. et Cham.), Erythrina americana Mill., Tecoma stans H.B.K., Prunus capuli Cav.

CUADRO 2 - ANALISIS DE UN PERFIL DE SUELO EN BOSQUE DE PINO (Pinus lawsoni y Pinus douglasiana).

EN LOS SITIOS PERMANENTES 1 Y 2 DEL CAMPO EXPERIMENTAL FORESTAL.

"BARRANCA DEL CUPATITZIO", URUAPAN, MICH. (ALTITUD: 1810 m.s.n.m.)

CLASIFICACION: ANDOSOL (GOMEZ TAGLE, 1980).

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	COLOR		DENSIDAD	pH (H <sub>2</sub> O)	MATERIA ORGANICA (%)	C.I.C.T. (meq./100 <sub>g</sub> )
		SECO	HUMEDO				
0 - 23	Migajón arenoso	10YR 5/3	10YR 2/2	0.92	6.55	2.94	21.0
23 - 48	Migajón arenoso	10YR 4/3	10YR 2/2	0.90	6.46	4.03	22.50
48 - 66	Migajón arenoso	10YR 5/3	10YR 3/2	0.94	6.50	2.84	21.0
66 - 81	Migajón arenoso	10YR 5/4	10YR 2/2	0.99	6.60	1.14	21.12
81 - 149	Migajón arenoso	10YR 5/4	10YR 2/2	0.92	6.62	0.44	23.04
149 - 172	Arena migajosa	10YR 5/4	10YR 3/3	0.97	6.69		21.12
172 - 185	Franco	10YR 5/4	10YR 2/2	0.75	6.64	1.19	20.20
185 - 220	Arena migajosa	10YR 5/3	5YR 3/3	0.94	6.63	0.78	20.16
220 - 241	Migajosa arenosa	10YR 5/4	5YR 3/3	0.89	6.95	1.01	22.50



CUADRO 3 - ANALISIS DE UN PERFIL DE SUELO DEL BOSQUE DE PINO (*Pinus michoacana* var. *cornuta*).  
 EN EL SITIO 3 DEL CAMPO EXPERIMENTAL FORESTAL.  
 "BARRANCA DEL CUPATITZIO", URUAPAN, MICH. (ALTITUD: 1900 m.s.n.m.)  
 CLASIFICACION: ANDOSOL (GOMEZ TAGLE, 1980).

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	COLOR		DENSIDAD	pH (H <sub>2</sub> O)	MATERIA ORGANICA (%)	C. I. C. T. (meq./100g)
		SECO	HUMEDO				
0 - 24.5	Arena migajosa	10YR 5/3	7.5YR 3/2	1.10	6.75	2.93	14.36
24.5 - 54	Arena migajosa	10YR 4/2	10YR 3/1	1.10	6.77	4.73	14.16
54 - 77	Arena migajosa	10YR 5/3	7.5YR 3/2	1.12	6.80	2.44	12.96
77 - 140	Arena	10YR 5/3	7.5YR 3/2	1.18	6.92	1.24	12.325
140 - 200	Arena	10YR 5/3	7.5YR 3/2	1.30	6.77	1.17	11.40

## EL SALTO

Localización.- La localidad conocida como El Salto se encuentra aproximadamente a 6 Km al SE de la Ciudad de Uruapan, Mich., por la carretera Uruapan-Ziracuaretiro. Su posición geográfica corresponde a los 19° 24' latitud Norte y 102° 03' longitud Oeste (Fig. 1).

Clima.- Según el sistema de Köppen modificado por García (1973), el clima corresponde a la fórmula (A) C (w<sub>1</sub>) (w), es decir, semicálido subhúmedo con lluvias de verano. La temperatura media anual oscila entre 16.3 a 22.0 °C.

La precipitación pluvial anual es de 1 335 a 1 500 mm, con estación de lluvias en verano y otoño y otras de secas en primavera e invierno.

Suelo.- Las características del perfil analizado para esta localidad, Sitio 4, corresponden a la siguiente descripción:

El color dominante en el material seco es rojo moreno, 5 YR 5/3 y 4/6 - en las capas superficiales y rojo amarillento en las capas profundas. En húmedo varía de 2.5 YR al 5 YR, con textura arcillo-limoso; los valores de pH son de 6.5 en las diferentes capas. En cuanto al contenido de materia orgánica - los valores varían de 0.43 % en la capa profunda a 9.07 % en la superficial.

La capacidad de intercambio de cationes (C.I.C.T.) es de 18.05 a 21.65 % Meq/100 gr. de la capa profunda a la superficial.

Por estas características se le clasifica como Luvisol (Gómez Tagle, 1980) (Cuadro 4).

Vegetación.- El tipo de vegetación corresponde al Bosque de pino-encino, con la especie Pinus oocarpa como dominante y Quercus resinosa como codominante Quercus conspersa se encuentra en pequeña superficie, al igual que Pinus -

douglasiana, P. lawsonii y P. michoacana.

En las cañadas se encuentra Alnus arguta, asociada a las especies antes -  
mencionadas.

CUADRO 4 - ANALISIS DE UN PERFIL DE SUELO EN BOSQUE DE PINO... (Pinus oocarpa)  
 EN EL SITIO 4 "EL SALTO", URUAPAN, MICH. (ALTITUD: 1570 m.s.n.m.)  
 CLASIFICACION: LUVISOL (GOMEZ TAGLE, 1980).

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	COLOR		DENSIDAD	pH (H <sub>2</sub> O)	MATERIA ORGANICA (%)	C.I.C.T. (meq./100g)
		SECO	HUMEDO				
0 - 2	Arcilla limosa	5YR 5/3	5YR 3/3	0.80	6.5	9.57	21.51
2 - 31	Arcilla limosa	5YR 4/6	2.5YR 3/4	1.02	6.5	3.40	19.0
31 - 52	Arcilla	2.5YR 5/6	2.5YR 3/6	0.92	6.5	0.83	18.05
52 - 90	Arcilla	5YR 6/6	5YR 4/6	0.94	6.5	0.59	20.9
90 - 120	Arcilla	5YR 5/4	5YR 4/4	0.99	6.5	0.53	25.65
120 - 150	Arcilla	2.5YR 6/6	2.5YR 3/6	0.94	6.5	0.43	18.50

## Cerros La Charanda - La Cruz

Localización y Extensión. - Esta localidad se encuentra a 1 Km al N de la Ciudad de Uruapan, Mich., con superficie aproximada de 870 Ha; su posición geográfica corresponde a los 19° 26' latitud Norte y 102° 04' longitud Oeste (Fig. 1).

Clima. - Según el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1973), el clima es semicálido subhúmedo de tipo (A) C ( $w_1$ ) (w), con régimen de lluvias de verano y oscilación térmica de 5 °C, temperatura media anual de 16.3 °C y la precipitación media anual de 1335 mm.

Topografía. - La superficie del cerro se encuentra cubierta por arenas y cenizas volcánicas recientes. Tiene altitud media de 1850 m.s.n.m., en el Cerro La Charanda y la elevación mayor corresponde al Cerro de la Cruz, que alcanza 2300 m.s.n.m.

Suelo. - Las características del perfil analizado para esta localidad (Sitio 5) son las siguientes:

El color dominante en el material seco corresponde al 10 YR 5/3 y 4/3 en las capas superficiales y de 10 YR 5/4 y 6/4 en las capas medias y profundas o sean castaño oscuro y amarillo moreno respectivamente.

En húmedo varía del 10 YR 3/2, 3/4 al 10 YR 3/6 correspondiendo al castaño oscuro y muy oscuro, con textura de migajón-arenoso y arena-migajosa: los valores de pH son de 5.8 a 6.1. Para el contenido de materia orgánica los valores varían de 0.96 en la capa profunda a 5.06 y 5.32 en la superficial.

La capacidad de intercambio de cationes (C.I.C.T. ) es de 17.6 en la capa superficial hasta 30.8 en la profunda.

Por estas características se clasifican como Andosol (Gómez Tagle, 1980) (Cuadro 5).

Vegetación.- El tipo de vegetación predominante es el Bosque de pino-encino, cuyas especies de Pinus en orden de importancia son: P. pringlei, P. douglasiana, P. lawsonii, P. michoacana var. cornuta, P. leiophylla y P. maximinoi.

Las especies de Quercus son: Q. obtusata y Q. castanea. Otras latifoliadas que se encuentran en esta comunidad son: Arbutus xalapensis H.B.K., Clethra mexicana DC. y Carpinus caroliniana Walt.

CUADRO 5 - ANALISIS DE UN PERFIL DE SUELO EN BOSQUE DE PINO (Pinus pringlei).  
 EN EL SITIO 5 CERRO "LA CHARANDA", URUAPAN, MICH. (ALTITUD: 1850 m.s.n.m.)  
 CLASIFICACION: ANDOSOL (GOMEZ TAGLE, 1931).

PROFUNDIDAD (cm.)	TEXTURA	COLOR		DENSIDAD	pH (H <sub>2</sub> O)	MATERIA ORGANICA (%)	C.I.C.T. (mcq./100g)
		SECO	HUMEDO				
0 - 11	Migajón arenoso	10YR 5/3	10YR 3/2	0.90	5.80	5.32	17.00
11 - 29.5	Migajón arenoso	10YR 4/3	10YR 3/2	0.85	5.70	5.06	22.00
29.5 - 67	Franco	10YR 5/4	10YR 3/4	0.90	6.22	1.37	20.40
67 - 93	Migajón arenoso	10YR 5/4	10YR 3/4	1.00	6.00	1.17	27.50
93 - 135	Migajón arenoso	10YR 5/4	10YR 3/4	0.86	6.07	0.34	23.05
135 - 157	Migajón arenoso	10YR 6/4	10YR 3/6	0.91	6.12	0.96	20.30

## METODOLOGIA

### Obtención de datos.

En cada una de las tres áreas estudiadas se establecieron 5 sitios permanentes para todas las observaciones fenológicas. Estos sitios quedaron ubicados de la siguiente manera:

- Sitios 1,2,3 - Campo Experimental Forestal "Barranca del Cupatitzio".
- Sitio 4 - Paraje El Salto.
- Sitio 5 - Cerro La Charanda.

Como primera etapa del trabajo se hicieron 3 viajes de reconocimiento para la selección, tanto de los 5 sitios permanentes como de los árboles que fueron objeto de las observaciones fenológicas.

El criterio para tal selección, consistió principalmente en que fuesen rodales con buena capacidad de fructificación, así como que se registrara el mínimo grado de disturbio.

Para los árboles se consideró conveniente elegirlos por su vigor, edad y diámetro, abundancia-dominancia, con fustes rectos, con floración masculina y femenina abundante, así como por su buen estado sanitario.

Los árboles fueron marcados con pintura blanca de aceite en la parte media del tronco y observados con binoculares (7 x 50) a intervalos mensuales; el periodo de observación comprendió de enero de 1980 a junio de 1981.

Se efectuaron observaciones preliminares en sitios contiguos de septiembre a diciembre de 1979, para compararlos con los registros del lapso de tiempo arriba citado.

Para el registro mensual de la información de cada árbol seleccionado se elaboró una forma especial tomando en cuenta las siguientes fases: yema (Y),



fase vegetativa (V), floración (F1), fructificación (Fr).

Estas fases fueron subdivididas con mayor detalle, al establecer 3 categorías para caracterizarlas: inicio (1), plenitud (2) y final (3) del desarrollo (Fig. 2).

El número de árboles seleccionados para las observaciones fenológicas fue de 10 por especie, por lo que se marcaron un total de 50 árboles de las 5 especies mencionadas para los 5 sitios: Sitio 1= Pinus lawsonii; Sitio 2= Pinus douglasiana; Sitio 3= Pinus michoacana var. cornuta; Sitio 4= Pinus oocarpa y Sitio 5= Pinus pringlei.

Según Frankie et al. (1974), un mínimo de 5 árboles por especie en Selvas, podría ser considerado el adecuado. Sin embargo, a causa de las variaciones intrínsecas, así como a las diferencias en habitat entre los miembros de una población, este autor consideró que el número más conveniente sería de 10 árboles.

Además de haberse realizado observaciones mensuales en los árboles marcados, se tomaron datos fenológicos adicionales en árboles sin marca, para hacer comparaciones con los primeros.

Se obtuvieron muestras botánicas y fueron depositadas en el herbario del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente, Uruapan, Mich.

#### Observaciones fenológicas.

El procedimiento que se siguió para caracterizar cada fase, consistió en seguir su estado de desarrollo, basado en parte en la clasificación del Instituto de Genética Forestal de Placerville, California (Cumming y Righther, 1948) y que comprende los siguientes aspectos: Fase vegetativa, floración y fructificación.

Fase vegetativa.- La fase vegetativa se consideró activa cuando mostró -

evidencias de elongación en las yemas, así como la emisión de primordios de hojas ( $V_1$ ). Cuando se observó aproximadamente la mitad en la longitud del desarrollo normal de la hoja, se registró como plenitud de la fase ( $V_2$ ). En forma similar, cuando las hojas jóvenes completaban su desarrollo (longitud máxima de la hoja), se registró como fin de la fase ( $V_3$ ).

Floración masculina.- Para caracterizar esta fase, se tomó como criterio el desarrollo de sus tres categorías: inicial ( $Fl_1$ ), plenitud ( $Fl_2$ ) y final ( $Fl_3$ ), de la siguiente manera para describirlas:

- Y - Estróbilo encerrado en la yema.
- $Fl_1$  - Emisión del estróbilo - desarrollo gradual de las microsporófilas.  
- completo desarrollo del estróbilo.
- $Fl_2$  - Abundante liberación de los granos de polen.
- $Fl_3$  - Fin de la liberación del polen.

Floración femenina.- Para indicar la actividad en las 3 categorías, se hizo de la misma manera que como se procedió para la floración masculina, desde la aparición del estróbilo femenino ( $Fr_1$ ), la elongación del conillo ( $Fr_2$ ), - hasta la maduración del fruto ( $Fr_3$ ), habiéndose realizado las siguientes observaciones con la siguiente secuencia:

- $Fr_1$  - Aparición del estróbilo femenino - Esporófilas (escamas) parcialmente abiertas - Esporófilas abiertas por completo - Esporófilas parcial y totalmente cerradas.
- $Fr_2$  - Elongación del conillo.
- $Fr_3$  - Cono maduro. Inicio en la apertura de las escamas y dispersión de la semilla.

Cuando el porcentaje mayor de árboles (60 %) presentaban una determinada fase, se consideró suficiente para caracterizar la dominancia en toda la población estudiada.

CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALES DE OCCIDENTE.

= URUAPAN., NICH. MEXICO.

HOMBRE CIENTIFICO \_\_\_\_\_ FAMILIA \_\_\_\_\_  
LOCALIDAD \_\_\_\_\_ ESTADO \_\_\_\_\_ MUNICIPIO \_\_\_\_\_  
HABITAT \_\_\_\_\_ A.S.N.M. \_\_\_\_\_ m.  
TIPO DE VEGETACION \_\_\_\_\_ ASOCIACION \_\_\_\_\_  
FORMA BIOL. \_\_\_\_\_ VIGOR \_\_\_\_\_ ABUNDANCIA \_\_\_\_\_  
ALTURA \_\_\_\_\_ m. DIAMETRO \_\_\_\_\_ No. DE ARBOL \_\_\_\_\_  
FASE FENOLOGICA: V<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ V<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ V<sub>3</sub> \_\_\_\_\_  
Fl<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ Fl<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ Fl<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ Fr<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ Fr<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ Fr<sub>3</sub> \_\_\_\_\_  
COLOR DE LA INFLORESCENCIA \_\_\_\_\_ No. DE COLECTA \_\_\_\_\_  
OBSERVACIONES \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
REALIZO \_\_\_\_\_.

Fig. 2 - FORMA DE REGISTRO PARA ESTUDIOS FENOLOGICOS.

### Producción, recolección y manipulación de conos y semillas.

El trabajo de recolección de conos, consistió primeramente en la selección de 5 árboles por especie y por sitio, que tuvieran las características antes mencionadas para las observaciones fenológicas.

Posteriormente se procedió a la corta o recolección de los conos, lo cual se hizo subiendo a los árboles con soga y/o "bicicleta" (baum-belum), utilizando para el corte de las ramillas con el cono una podadora o gancho cortador con secciones de aluminio.

Los conos cosechados se colocaron en costales de fibra de yute con capacidad cada uno de 50 Kg, para cada costal se utilizó una etiqueta con el nombre de la especie y los datos de campo: localidad, municipio, hábitat, altitud, tipo de vegetación, abundancia, número de colecta, observaciones y fecha -- (Fig. 2).

Terminada la recolección, los costales se transportaron al patio de secado, con piso de cemento, donde se pesó cada costal. Después se expusieron los conos al sol, extendiéndolos en el secadero; todos los conos fueron separados por lotes (Fig. 3) y en esta forma se hizo el registro de la cosecha por sitios.

De tiempo en tiempo (periodicidad) se realizaba el movimiento de los conos por medio de una pala, para que el secado fuese más efectivo y uniforme.

Limpieza y desalado de la semilla.- Una vez que se hubo concluido el secado y la apertura de los conos, quedó liberada la semilla (del 14 de enero al 27 de febrero de 1981), procediéndose a recogerla del patio de secado para colocarla en bolsas de papel encerado.

La limpieza consistió en separar las impurezas (fragmentos de hojas, de conos, semillas vanas y otros restos orgánicos), mediante la utilización de diferentes tamices con malla de alambre. La separación del ala en la semilla, se efectuó frotándola con las manos sobre la malla (Fig. 4). La semilla lim--

pia fue tratada con fungicida Vitizan.

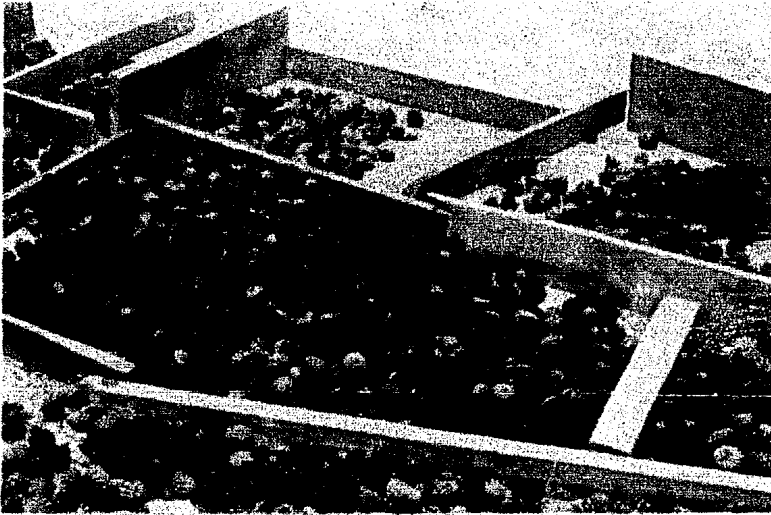


Fig. 3 Separación por lotes para el secado de los conos.

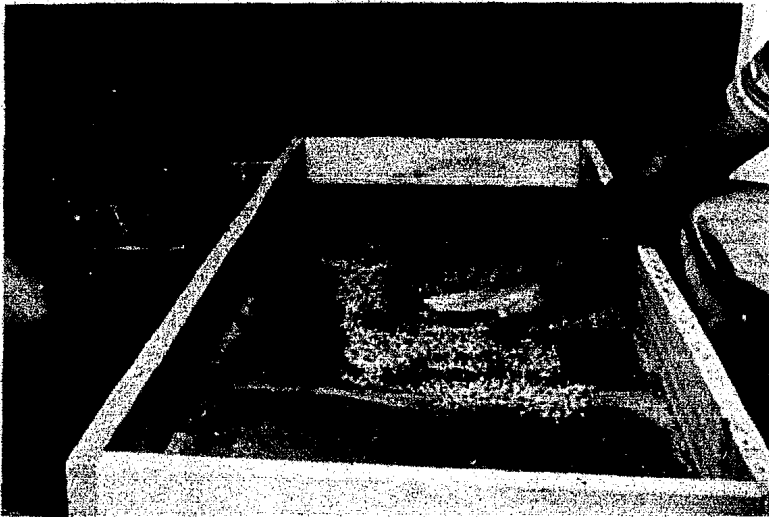


Fig. 4 Limpieza y desalado de la semilla.

Producción de conos y semillas.- Para conocer la producción de conos, se estimó primero el número de conos por  $m^3$ ; este valor se determinó por el método denominado del xilómetro, que consistió en sumergir un determinado número de conos tomados al azar, en un cilindro con agua equivalente a 1 litro -- ( $1 \text{ dm}^3$ ); el agua desalojada sirvió para estimar este valor (Fig. 5).



Fig. 5 Medición del volúmen de conos por el método del xilómetro.

El número de semillas por unidad de peso se determinó tomando 10 submuestras de 100 semillas cada una y pesándolas en una balanza de precisión; así se obtuvo el número de semillas por Kg.

Prueba de germinación.- Los estudios de germinación se efectuaron de acuerdo a los lineamientos de la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (I.S.T.A.) y la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (A.O.S.A.), cuyos criterios han sido unificados y aprobados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O., 1956, 1961).

Se tomaron 4 submuestras de 100 semillas seleccionadas por el método de --

flotación, que consistió en colocarlas en un recipiente con agua destilada, - donde las semillas vanas y la basura flotan, mientras que las sanas y completas se depositan en el fondo (Fig. 6).



Fig. 6 Separación de las semillas por el método de flotación.

Una vez separadas estas semillas se sembraron en cajas de Petri, utilizándose algodón estéril como sustrato; posteriormente se colocaron en una estufa para germinación a 25 °C durante 15 días, para estimar así la velocidad de crecimiento y el número y % de semillas germinadas (Fig. 7). El promedio de las semillas germinadas en las 4 submuestras, se consideró como el tanto por ciento de la muestra total analizada.

Para el apoyo a estas pruebas se estimó la viabilidad, que consistió en el corte de la testa y extracción de los embriones en 400 semillas.



Fig. 7 Cuantificación del número de semillas germinadas.



## RESULTADOS

Ciclo anual de desarrollo.

Para la mejor comprensión del ciclo anual de desarrollo de las 5 especies de Pinus, se indican los datos en el cuadro 6, en las figuras 8 y 9 y las gráficas 2 a 6. A continuación se describe cada fase del ciclo, referida a todas las especies estudiadas:

Actividad vegetativa.- El Bosque de pino se mantiene siempre verde durante todo el año para las cinco especies, las cuales producen nuevas hojas en forma continua, sin embargo, en los meses más secos (febrero y marzo) los cambios en algunas especies, por lo que se refiere al inicio y la caída propiamente de las hojas, se hicieron evidentes (Fig. 10).



Fig. 10. Inicio de la fase vegetativa en Pinus pringlei.

Periodicidad en la caída de las hojas.- En las especies de Pinus, hay una tendencia hacia la caída de las hojas, la cual ocurre en las especies estudiadas durante los meses de noviembre a mayo, pero difiere en tiempo para cada una en este período de la fase.

En Pinus pringlei, P. oocarpa y P. douglasiana se presenta en noviembre, siguiéndole P. michoacana en marzo y P. lawsonii en mayo; estas dos últimas - con la particularidad de perder sus hojas en la estación más seca, declinando la pérdida a medida que las precipitaciones pluviales aumentan mensualmente - (junio a septiembre).

Inicio del estado vegetativo.- La periodicidad con que se presentó la categoría  $V_1$  para las 5 especies, es diferente en cada una de ellas: noviembre para Pinus pringlei; diciembre Pinus oocarpa; febrero Pinus douglasiana; --- abril Pinus michoacana var. cornuta y junio Pinus lawsonii.

Estas observaciones coinciden con los meses en que la precipitación es muy baja, excluyendo junio para P. lawsonii, que fue el mes en que se inicia el período de lluvias; aunque también es el mes en que se registran las más altas temperaturas, por lo que podría pensarse que éste es uno de los factores que probablemente pudo acelerar el desarrollo del brote vegetativo para esta especie.

Actividad de la floración.- La fase de floración se presenta estrechamente asociada con el estado vegetativo en su período inicial ( $V_1$ ) y en su pleno desarrollo ( $V_2$ ) (Fig. 11).

Periodicidad de la floración masculina.- Durante el mes de enero y los meses secos de febrero y marzo, dos de las especies florecieron: Pinus oocarpa y Pinus douglasiana.

Se pudo observar que en el mes más seco (marzo), solamente Pinus michoacana var. cornuta presentó la fase de plena floración ( $F_2$ ), mientras que Pinus

pringlei y Pinus lawsonii tempranamente iniciaron y concluyeron esta fase, a fines de año (noviembre y diciembre).

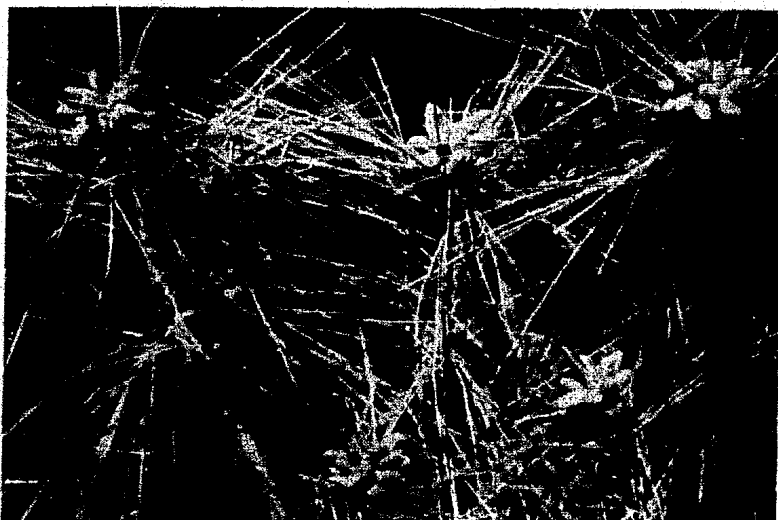


Fig. 11 Floración en pleno desarrollo ( $Fl_2$ ) asociado al inicio vegetativo ( $V_1$ ) en Pinus pringlei.

Periodicidad de la floración femenina.- El estróbilo femenino ( $Fr_1$ ) se observó en los meses de abril a junio, es decir, en la estación seca de primavera y en la húmeda de verano.

Por lo que respecta a Pinus douglasiana y Pinus michoacana var. cornuta - se presenta en los meses de mayo y junio, o sea, a mediados de primavera, -- mientras que en P. pringlei y en P. oocarpa es de mayo a julio (a mediados de primavera y principios de verano) y de abril a julio en P. lawsonii, es decir, en la primavera y principios de verano (Fig. 12).



Fig. 12. Estróbilo femenino ( $Fr_1$ ) en Pinus lawsonii.

Periodicidad de la fructificación.— Los períodos comprendidos desde la elongación del conillo ( $Fr_2$ ) hasta la maduración del cono y dispersión de la semilla ( $Fr_3$ ), ocurrieron durante julio de 1980 a marzo de 1981, que corresponden a una parte de las estaciones húmeda y seca respectivamente.

El período de la plenitud de la fase ( $Fr_2$ ) se observó en los meses de julio a febrero para Pinus douglasiana, P. lawsonii y P. pringlei; para P. michoacana var. cornuta y P. oocarpa de julio a enero y de agosto a marzo respectivamente.

Este período de la fructificación se presenta asociada al inicio de la floración masculina ( $Fl_1$ ), a la plenitud de ésta ( $Fl_2$ ), así como al inicio de la fase vegetativa ( $V_1$ ). Por lo que respecta al período final de la fructificación ( $Fr_3$ ), es decir a la maduración del cono y a la dispersión de la semilla, se presentó en los meses de febrero a abril para Pinus michoacana var. —

cornuta y de marzo a abril para Pinus pringlei, P. oocarpa, P. lawsonii y P. douglasiana. En este período, se observó asociado particularmente al período final de la floración masculina ( $Fl_3$ ), así como al inicio ( $V_1$ ) y plenitud de la fase vegetativa ( $V_2$ ).

Hay que hacer notar que la presencia de  $Fr_3$ , se observó en los meses con escasa precipitación, como ocurre a mediados de las estaciones de invierno y primavera.

#### Presencia de plagas y análisis de conos y semillas.

La información relativa al potencial de las semillas en las especies estudiadas, así como algunos otros datos que respaldan este resultado, como son el peso, longitud y número de escamas por cono se indican en el Cuadro 7.

Las características del cono, tales como número de escamas y semillas por cono, es un carácter propio de cada una de las especies (Bramlett, 1974). Los resultados obtenidos en este trabajo son los siguientes:

Pinus pringlei 100 escamas con 36 semillas, P. oocarpa 125 con 60, P. lawsonii 120 con 34, P. douglasiana 109 con 60 y P. michoacana var. cornuta 186 con 100.

Si se considera que el máximo redimiento en el número de semillas es -- igual a dos veces el número de escamas fértiles, entonces, se podrá estimar -- aproximadamente, el potencial en la producción de semillas en árboles individuales y en rodales o poblaciones determinadas.

Hay que hacer notar que no todas las escamas son funcionales, es decir -- que algunas son estériles, de tal manera que se tendrá productividad baja o -- alta en función de los factores bióticos y abióticos (Frankie et al., 1974).

En los datos que se presentan en los Cuadros 8 y 10 está la cuantifica--- ción de las semillas vanas, cuyos resultados en porcentaje se indican a con---

tinuación: Pinus pringlei 74 %, P. oocarpa 45 %, P. lawsonii 65 %, P. douglasiana 34 % y P. michoacana var. cornuta 33 %.

Este índice tan alto dió la pauta para tratar de relacionar este efecto con uno de los posibles factores bióticos como son las plagas insectiles, que redujeron el porcentaje de viabilidad de la semilla.

Plagas en las semillas.- La fenología del desarrollo del cono, particularmente en el período final de la fructificación ( $Fr_3$ ), se investigó en estrecha relación con el ataque de los insectos.

De acuerdo con los muestreos realizados en 2 500 semillas en las 5 especies (500 semillas por especie), se pudo estimar, por medio de la presencia de perforaciones laterales y apicales, el porcentaje aproximado de semillas atacadas o parasitadas.

Pinus oocarpa presentó 14.4 %, P. pringlei 8.6 % y P. michoacana var. cornuta 5 %. En P. douglasiana y P. lawsonii se obtuvieron cifras menores al 1.5 % (Cuadro 9).

Los insectos registrados que atacaron las semillas de Pinus son:

En Pinus michoacana var. cornuta, P. douglasiana y P. lawsonii - Laspeyresia sp. (Lepidóptera: Olethreutidae).  
Megastigmus albifrons Walker.  
(Himenoptera: Torymidae).

En P. oocarpa y P. pringlei - Dioryctria erytropasa (Lepidóptera: Pyralidae) (Fig. 13).



Fig. 13. Dioryctria erytropasa, máximo grado de ataque.  
(Foto. Del Rio Mora).

Este daño a las semillas probablemente se originó al inicio de desarrollo del cono (de agosto a diciembre), ya que se observaron malformaciones y perforaciones en la parte media y basal de algunos conos, en el período de recolección (noviembre y diciembre), correspondiente a la fase de pleno desarrollo - (Fr<sub>2</sub>).

Estas evidencias se observaron también a finales de la estación de otoño (noviembre), durante todo el invierno (diciembre a marzo) y principios de la primavera (marzo), por lo tanto es de suponer la posible relación entre el ciclo biológico del insecto y la fenología de la fructificación en las especies estudiadas (Del Rio Mora, 1981. Comunicación personal).

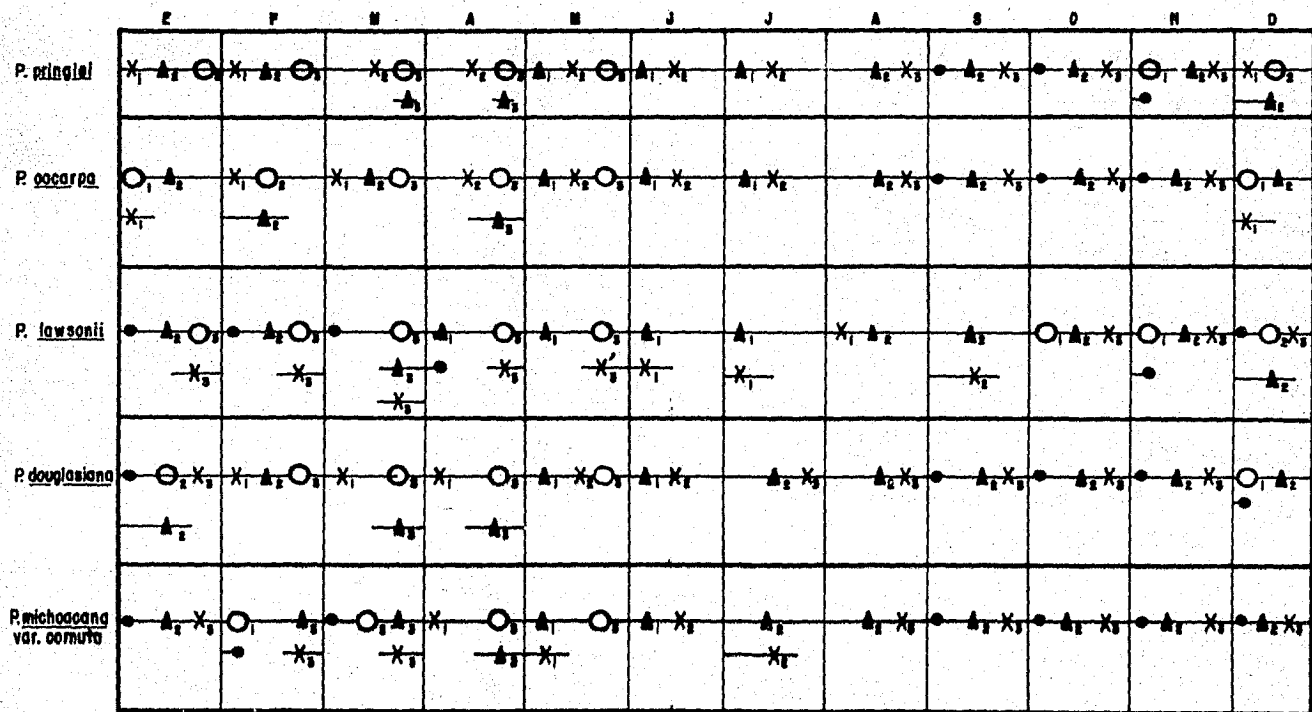
Análisis de la semilla.- El número de días que se requirieron para la iniciación de la germinación fue de 11 y 13 días, habiéndose registrado altos

porcentajes en las siguientes especies:

P. douglasiana (96.7 %), P. pringlei (94.5 %) y P. michoacana var. cornuta (83.7 %). Mientras que se registraron bajos, en comparación con los anteriores, para P. oocarpa (70.7 %) y P. lawsonii (73.7 %) (Cuadro 10).



Cuadro 6.. FENOLOGIA DE CINCO ESPECIES DE Pinus EN LA REGION DE URUAPAN, MICH., MEXICO.  
(1980-1981)



CLAVE		SIMBOLOGIA	
1	PRINCIPIO DE LA FASE	●	YEMA
2	PLENITUD DE LA FASE	X	HOJA
3	FIN DE LA FASE	○	FLOR
		Δ	FRUTO

Figura 8. CALENDARIO DE EVENTOS FENOLOGICOS DE CINCO ESPECIES DE Pinus EN LA REGION DE URUAPAN, MICH., (MEXICO)

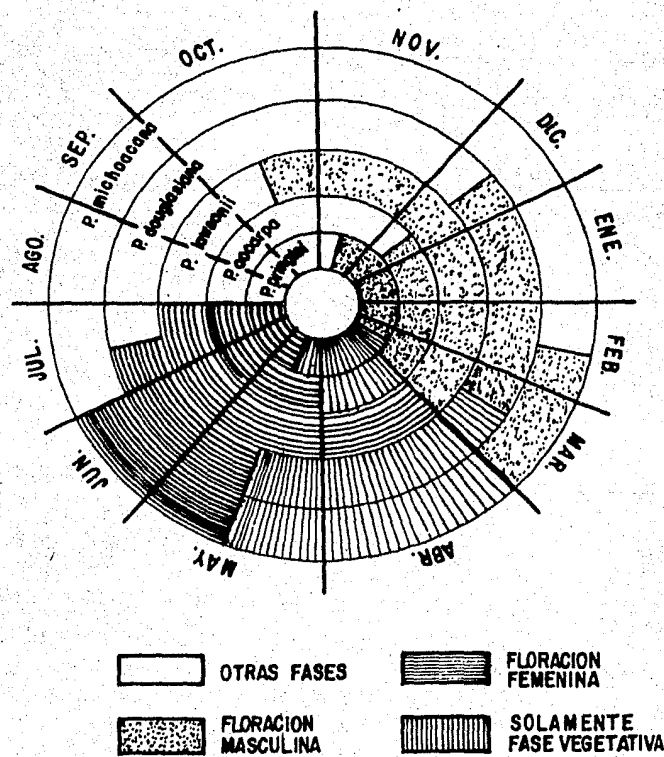
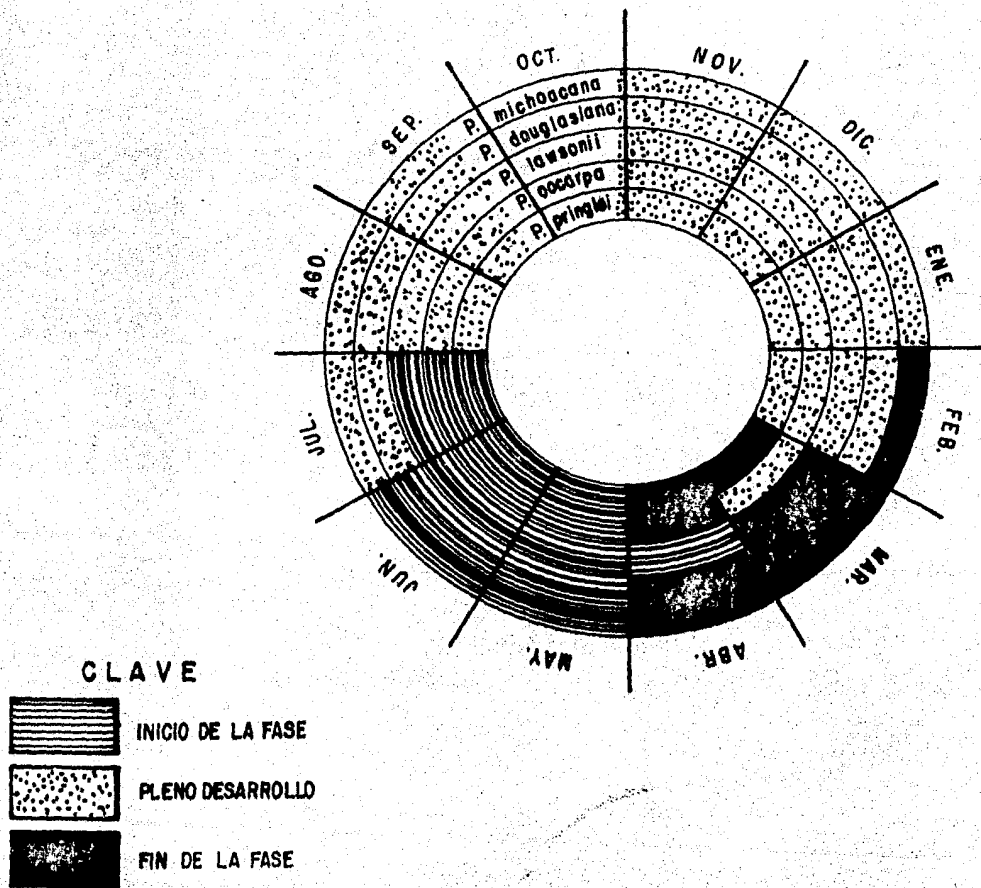
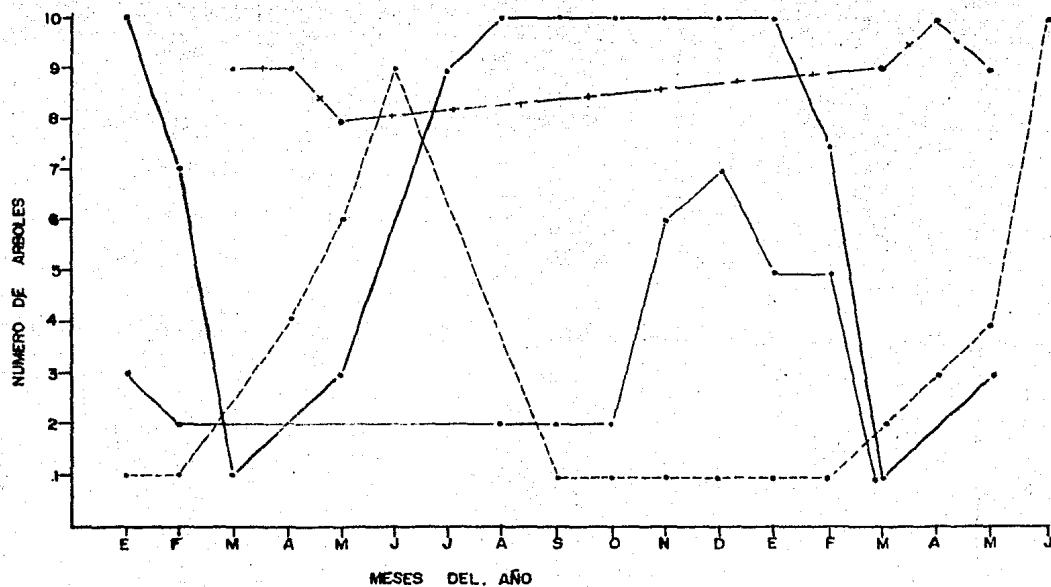


Figura 9. CALENDARIO DE LA FASE DE FRUCTIFICACION EN CINCO ESPECIES DE Pinus EN LA REGION DE URUAPAN, MICH., (MEXICO.)



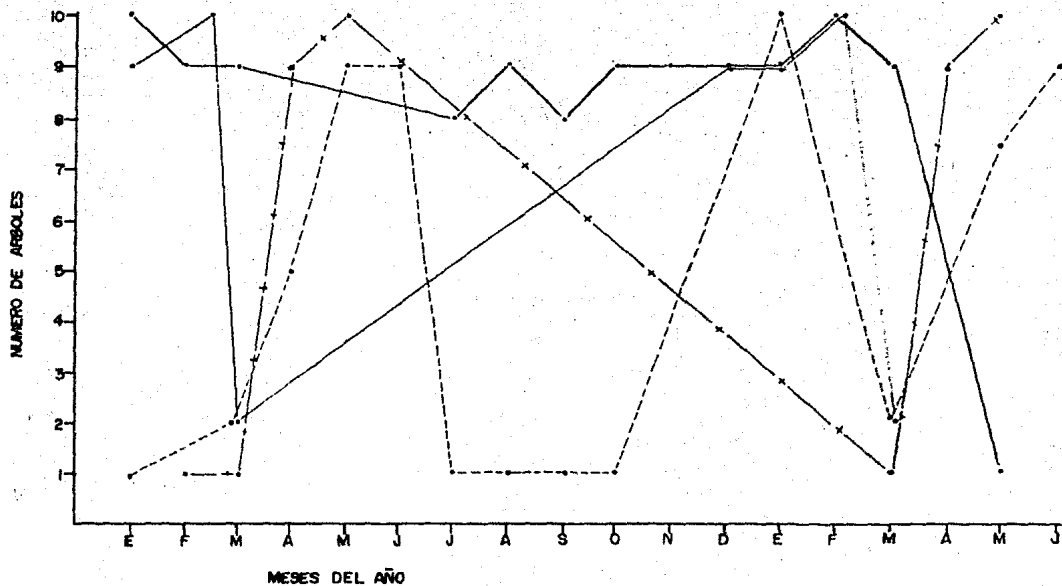
Gráfica 2. FASES FENOLOGICAS DE *Pinus pringlei* Shaw EN LA REGION DE URUAPAN, MICH., MEXICO. (1980-1981)



**CLAVE:**

- INICIO Y PLENO DESARROLLO DE LA FASE DE FLORACION (F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>)
- - - INICIO DE LA FASE DE FRUCTIFICACION (F<sub>1</sub>)
- PLENO DESARROLLO DE LA FRUCTIFICACION (F<sub>2</sub>)
- + - + - FIN DE LA FRUCTIFICACION (F<sub>3</sub>)  
APERTURA DE ESCAMA Y DISPERSION DE SEMILLA.

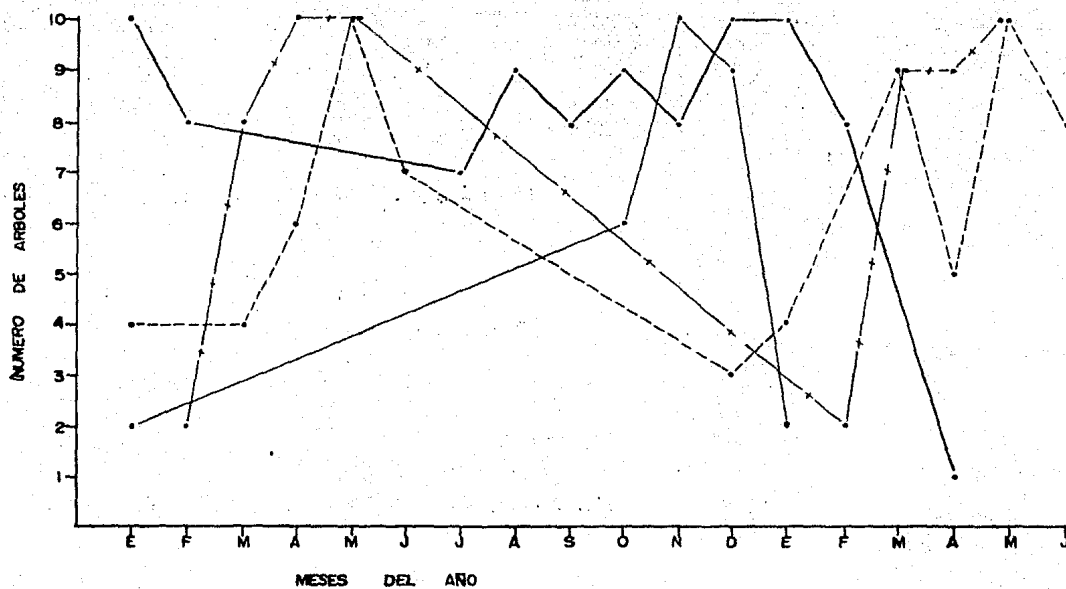
Gráfica 3. FASES FENOLOGICAS DE *Pinus occorpa* Schiede EN LA REGION DE URUAPAN, MICH.. (1980-1981)



**CLAVE:**

- INICIO Y PLENO DESARROLLO DE LA FASE DE FLORACION (F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>)
- - - INICIO DE LA FASE DE FRUCTIFICACION (Fr<sub>1</sub>)
- PLENO DESARROLLO DE LA FRUCTIFICACION (Fr<sub>2</sub>)
- + - FIN DE LA FRUCTIFICACION (Fr<sub>3</sub>)
- x - APERTURA DE ESCAMA Y DISPERSION DE SEMILLA.

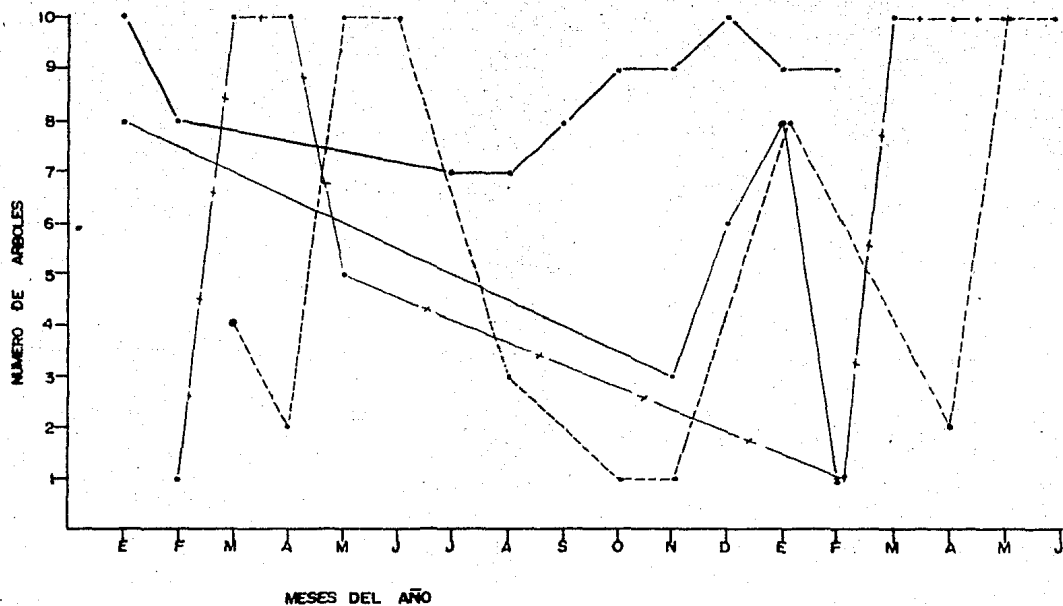
Gráfica 4. FASES FENOLOGICAS DE *Pinus lawsonii* Roehl EN LA REGION DE URUAPAN, MICH., MEXICO. (1980-1981)



**CLAVE:**

- INICIO Y PLENO DESARROLLO DE LA FASE DE FLORACION (F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>)
- - -●- - - INICIO DE LA FASE DE FRUCTIFICACION (Fr<sub>1</sub>)
- PLENO DESARROLLO DE LA FRUCTIFICACION (Fr<sub>2</sub>)
- + —●+ — FIN DE LA FRUCTIFICACION (Fr<sub>3</sub>)
- + —●+ — APERTURA DE ESCAMA Y DISPERSION DE SEMILLA

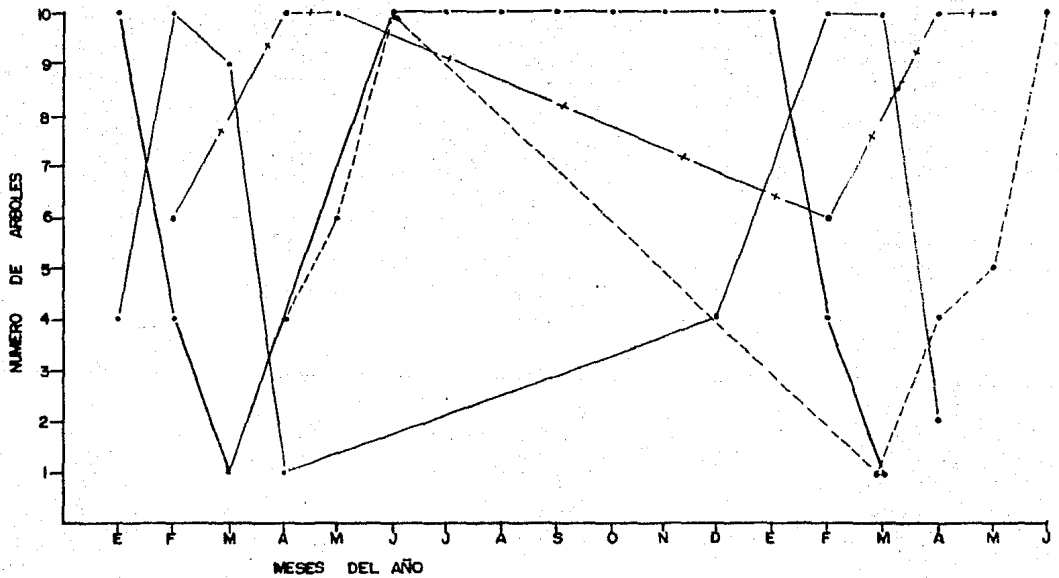
Gráfica 5. FASES FENOLOGICAS DE *Pinus douglasiana* Martínez EN LA REGION DE URUJAPAN, MICH, MEXICO. (1980-1981)



**CLAVE:**

- INICIO Y PLENO DESARROLLO DE LA FASE DE FLORACION (F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>)
- - -●- - - INICIO DE LA FASE DE FRUCTIFICACION (Fr<sub>1</sub>)
- PLENO DESARROLLO DE LA FRUCTIFICACION (Fr<sub>2</sub>)
- FIN DE LA FRUCTIFICACION (Fr<sub>3</sub>)
- - -x- - - APERTURA DE ESCAMA Y DISPERSION DE SEMILLA

Gráfico 6. FASES FENOLOGICAS DE *Pinus michoacana* var. *cornuta* Martínez EN LA REGION DE URUAPAN, MICH., MEXICO. (1980-1981)



**CLAVE:**

- INICIO Y PLENO DESARROLLO DE LA FASE DE FLORACION (F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>)
- - - - - INICIO DE LA FASE DE FRUCTIFICACION (F<sub>r1</sub>)
- PLENO DESARROLLO DE LA FRUCTIFICACION (F<sub>r2</sub>)
- + — + — FIN DE LA FRUCTIFICACION (F<sub>r3</sub>)
- APERTURA DE ESCAMA Y DISPERSION DE SEMILLA



CUADRO 7 - POTENCIAL DE SEMILLA POR CONO EN CINCO ESPECIES DE Pinus  
EN LA REGION DE URUAPAN., MICH. (MEXICO).

ESPECIE	Condición de Dehiscencia		PESO DEL CONO (gr.)	LONGITUD DEL CONO (cm.)	TOTAL DE ESCAMAS (nº)	ESCAMAS INFERTILES (nº)	ESCAMAS FERTILES (nº)	POTENCIAL DE SEMILLA (nº)	MUESTRA (conos)
	Serotinos	No Serotinos							
<i>Pinus prinlei</i> Shaw	*		30.9	6.26	100	82	18	36	120
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede	*		58.6	6.20	125	95	30	50	120
<i>Pinus lawsonii</i> Roehl.		*	19.6	4.80	120	103	17	34	120
<i>Pinus douglasiana</i> Ntz.		*	33.5	8.30	109	79	30	60	120
<i>Pinus michoacana</i> var. <i>cornuta</i> . Ntz.		*	145	16.85	186	136	50	100	120

CUADRO 8 - PRODUCCION DE SEMILLA EN 5 ESPECIES DE Pinus.  
(cosecha 1979 - 1980) EN LA REGION DE URUAPAN, MICH. (MEXICO).

ESPECIE	LUGAR Y FECHA DE RECOLECCION	Nº CONOS POR m <sup>3</sup> .	Nº SEMILLAS POR Kg.	SEMILLAS VANAS (Kg.)	SEMILLAS VIALES (Kg.)	PESO DASURA POR Kg. (gr.)	MUESTRA DE SEMILLA (gr.)
<i>Pinus pringlei</i> Shaw	Cerro La Charanda Noviembre	25,705	67,695	50,174	17,521	46	50
<i>Pinus cocarpa</i> Schiede	El Salto Noviembre	13,000	49,950	22,477	27,473	50	50
<i>Pinus lawsonii</i> Roehl.	CEF. Eca. De C. Noviembre	53,000	84,217	54,741	29,476	126	50
<i>Pinus douglasiana</i> Mtnz.	CEF. Eca. De C. Noviembre	8,133	60,668	20,412	40,256	120	50
<i>Pinus michoacana</i> var. <i>cornuta</i> Mtnz.	CEF. Eca. De C. Noviembre	2,200	43,383	14,396	28,987	44	50

CUADRO 9 - PROPORCION DE SEMILLAS ATACADAS POR INSECTOS  
 (PLAGADAS) EN CINCO ESPECIES DE Pinus.  
 EN LA REGION DE URUAPAN, NICH. (MEXICO).

ESPECIE	Muestra Nº. De Semillas	Nº. de Sem. atacadas	% de Sem. atacadas
<i>P. pringlei</i>	500	43	8.6
<i>P. oocarpa</i>	500	72	14.4
<i>P. lawsonii</i>	500	5	1.0
<i>P. douglasiana</i>	500	7	1.4
<i>P. nichoacana</i> var. <i>cornuta</i>	500	25	5.0

CUADRO 10 - ANALISIS DE LAS SEMILLAS DE 5 ESPECIES DE Pinus.  
 EN LA REGION DE URUAPAN, MICH. (MEXICO).

ESPECIE	Muestra Nº. de Semillas	Temperatura (°C.)	Tiempo de Germ. (dias)	Semillas germinadas	% de Germinación			% Semillas	
					máxima	media	mínima	vana	viabile
<i>Pinus pringlei</i> Shaw	400	25	13	378	100	94.5	20	74	26
<i>Pinus occarpa</i> Schiede	400	25	12	283	85	70.75	60	45	55
<i>Pinus lawsonii</i> Roehl	400	25	13	295	85	73.75	66	65	35
<i>Pinus douglasiana</i> Mtez.	400	25	11	387	100	96.75	37	34	66
<i>Pinus michocucana</i> var. <i>cornuta</i> Mtez.	400	25	12	335	86	83.75	31	33	67

## DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó que cada evento fenológico está en estrecha relación con los patrones estacionales y particularmente con el ciclo de las estaciones climáticas.

Muchos de los aspectos importantes requeridos para la evaluación de los procesos fenológicos, están dados por factores del medio ambiente, los cuales afectan el desarrollo.

En ocasiones, un sólo factor del medio ambiente puede ser identificado como el principal o más importante para el control del desarrollo (factores limitantes) (Liebig, 1843; Blackman, 1905).

### Fase vegetativa.

Esta correlación está mejor explicada en la caída de las hojas durante la estación seca, ya que se observó en el suelo forestal una mayor cantidad de hojarasca.

Otras investigaciones a este respecto, han sido realizadas por Baker (1936) y Beard (1946) en bosque tropical, quienes señalan que el grado en la caída de las hojas varía con respecto a la intensidad de la estación de secas. Las observaciones hechas durante año y medio en los sitios de estudio, apoyan esta observación.

Por lo que se refiere al inicio de la actividad vegetativa, también se presentó en los meses con escasa precipitación (diciembre a abril).

De acuerdo con Frankie et al. (1974), el inicio de esta fase en bosque se co empieza a fines de abril y mediados de mayo.

También de acuerdo con los resultados de este estudio y los antecedentes

revisados, es importante señalar el factor de humedad como limitante para la fase vegetativa.

### Fase de la floración.

Se conocen los efectos de los factores climáticos en el inicio y desarrollo de la floración, aunque la información sobre éste particular es fragmentaria.

En muchas especies de Pinus, el desarrollo de los primordios florales tiene lugar después de que el crecimiento vegetativo empieza a disminuir, fenómeno que se presenta aproximadamente a mediados y finales de otoño (octubre, noviembre y diciembre).

Se observó que las flores masculinas iniciaron su desarrollo más pronto - (octubre a febrero) que las femeninas (abril a junio).

Estas observaciones coinciden con las de Duff y Nolan (1955), quienes mencionan que el inicio se presenta en las masculinas.

Es importante hacer notar que el período de la floración de una especie - puede variar algunas veces de un año a otro y de una a otra localidad, debido principalmente a las variaciones en el medio ambiente. La mayoría de las especies de clima templado florecen una vez al año, pero algunas tropicales pueden hacerlo varias veces en ese mismo período, produciendo flores en gran cantidad un año y en otros no. La floración ligera y abundante en años alternos, es un hábito característico de muchas especies de frutales y de árboles forestales (Kramer y Koslowski, 1960).

Como puede apreciarse en el Cuadro 11, los registros de floración en la región estudiada y otras, difieren en lapsos de tiempo. Esto se podría explicar por la influencia de los factores tanto externos o ambientales como internos o fisiológicos.

CUADRO 11 - COMPARACION DE LA FLORACION EN 5 ESPECIES DE Pinus  
EN DIFERENTES LOCALIDADES DE MEXICO Y CENTROAMERICA.

ESPECIE	FLORACION		LOCALIDAD	REFERENCIA
	Region de Uruapan	Fuera de Uruapan		
P. pringlei	(meses) N-D	(meses) F-M	Oaxaca, Edo. de Mexico. (México).	Patino (1970)
		F	Oaxaca, Edo. de México. (México).	Chritchfield (1966)
P. cocarpa	D-E-F	E-F	Chiapas, Oaxaca, Michoacán y Jalisco. (México).	Patino (1970)
		F	Oaxaca, Edo. de México. (México) y Guatemala.	Chritchfield (1966)
		D-E	Nicaragua.	Mirov (1965)
P. lawsonii	N-D	E-F	Michoacán, Oaxaca. (México).	Patino (1970)
P. douglasiana	D-E	E-F-M	Michoacán, Jalisco, Distrito Federal. (México).	Patino (1970)
		F	Michoacán. (México).	Chritchfield (1966)
P. michoacana var. cornuta	F-M	—	—	—

Entre los factores externos que ejercen mayor influencia están la luz, -- temperatura, humedad y nutrientes y de los internos están los ácidos nucleí-- cos y hormonas, tales como auxinas, giberelinas y citoquininas.

En base a las observaciones realizadas, en el presente estudio se conside-- ra que la humedad y la temperatura, ambas estrechamente relacionadas con alti-- tud, son los factores externos más importantes en la latencia y actividad de cada fase.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la mayor floración se presentó -- en la estación seca, es decir de noviembre a marzo.

Lo cual coincide con las observaciones efectuadas por varios investigado-- res, quienes concluyen que la floración ocurre en periodos con estación clima-- tica seca (Aubreville, 1938; Holttum, 1953; Njoku, 1963).

También se considera que el factor temperatura propicia el desarrollo flo-- ral, ya que se pudo apreciar que en los meses de mayo, junio y julio, se re-- gistraron las más altas temperaturas (Cuadro 1), originándose así la mayor -- abundancia en la floración femenina.

Directa o indirectamente, la temperatura afecta el inicio y desarrollo -- floral (Kramer y Kozlowski, 1960).

#### Fase de fructificación.

El periodo para la producción de frutos maduros ( $Fr_3$ ) en los sitios de -- estudio, corresponde a la estación seca de invierno y primavera (febrero, mar-- zo y abril), en estrecha relación con algunos de los factores bióticos.

Estos factores, tales como plagas de insectos, pueden afectar el buen de-- sarrollo y consecuentemente la dispersión de las semillas.

Las condiciones más favorables para el ataque por insectos probablemente



se presentan en pleno desarrollo de la fructificación ( $Fr_2$ ), ya que el cono - en este período, presenta estructuras poco leñosas y alto contenido de humedad. Debido a esta situación, el buen desarrollo de la fructificación estará en función de los factores físicos óptimos, así como del mínimo porcentaje de conos dañados por enemigos naturales.

#### Producción y análisis de la semilla.

Se registraron altos porcentajes de semillas vanas (Cuadros 8 y 10), y al comparar estos resultados con los obtenidos por otros autores, se observa que la producción obtenida es escasa:

Patiño (1970) presenta cifras del 1 % para P. pringlei; 2 % en P. lawsonii, P. douglasiana y P. michoacana var. cornuta y 3 % para P. oocarpa. Por su parte, Guzmán et al. (1979) registraron en diversas localidades de Michoacán, los siguientes resultados:

4 % para P. douglasiana, 50 % en P. lawsonii y 62.7 % para P. oocarpa.

De acuerdo con lo anterior, se pueden considerar dos probables causas:

- 1) Ovulos abortados durante el desarrollo del cono.
- 2) Semillas atacadas por insectos.

En ambos casos, pueden estar relacionados con factores de tipo genético y del medio ambiente físico, que se reflejan en el rendimiento y producción de semillas.

Con respecto a los porcentajes de germinación; Patiño (1970) presenta datos para las siguientes especies: P. pringlei 99 %, P. oocarpa 87 %, P. lawsonii 51 %, P. douglasiana 70 % y P. michoacana var. cornuta 91 %, a 22 °C de temperatura. Estos datos coinciden en parte con los resultados obtenidos en el presente estudio.

## CONCLUSIONES

1. El calendario fenológico y los resultados de producción y análisis de semillas, serán de gran apoyo en los trabajos de recolección de semillas, así como en relación a los estudios genéticos y el manejo de las masas forestales.
2. En base a las observaciones fenológicas efectuadas y los antecedentes revisados, parece ser que los factores abióticos, tales como humedad y temperatura, pueden acelerar o inhibir las fases del ciclo de vida de las especies de Pinus.
3. De la información fenológica obtenida, se deduce que las 5 especies de Pinus, tienen ciclos fenológicos distintos entre sí.
4. Las especies de Pinus estudiadas son monoicas y que completan su ciclo fenológico en dos años.
5. Se observó ligera variación en tiempo y duración de las fases fenológicas entre árboles de cada una de las especies de Pinus estudiadas.
6. Analizando los factores que más influyen en la poca productividad y viabilidad de la semilla, parece ser que las plagas de insectos, estrechamente relacionadas con los factores genéticos y del medio ambiente, son los más importantes.
7. El ataque de insectos a los conos y semillas está en estrecha relación con la fenología de las especies estudiadas, particularmente a la fase de fructificación.
8. La confrontación de resultados en los sitios de estudio, con los que se encuentran fuera de ellos, sería de suma utilidad pues seguramente existen otros factores, que favorecen o inhiben el desarrollo de las fases fenológicas, distintas a las que se presentan en las áreas estudiadas.

## RESUMEN

Existe en México escasa información referente a la fenología de las especies de Pinus, a pesar de la gran importancia para la comprensión de la dinámica de las comunidades vegetales.

El presente trabajo está enfocado principalmente para conocer los aspectos del crecimiento y desarrollo vegetativo, las observaciones sobre la época de floración y fructificación, así como la aportación de los datos relacionados con la producción y análisis de las semillas de 5 especies de Pinus: P. pringlei, P. oocarpa, P. lawsonii, P. douglasiana y P. michoacana var. cornuta.

Las observaciones fenológicas se realizaron en rodales naturales, divididos para su mejor estudio en 5 sitios permanentes, ubicados en los alrededores de la Ciudad de Uruapan, Mich., la cual se encuentra en la provincia fisiográfica denominada Sistema Volcánico Transversal ó Cordillera Neovolcánica que cruza al Estado de Michoacán. En las áreas estudiadas predomina el Bosque de pino, con asociación de otras especies latifoliadas, como encinos.

La metodología consistió en la obtención de datos fenológicos, mediante el establecimiento de 5 sitios permanentes, así como la selección de 10 árboles por especie. Los árboles considerados se eligieron por su vigor, edad, diámetro, abundancia-dominancia, con fustes rectos, floración masculina y femenina abundantes y buen estado sanitario.

Los árboles fueron marcados con pintura de aceite y observados con binoculares a intervalos mensuales durante un período de año y medio (1980 - 1981).

Para cada árbol, se formuló una hoja para el registro de la información fenológica mensual y se tomaron en cuenta 4 fases: Yema (Y), vegetativa (V), floración (Fl) y fructificación (Fr). Cada fase a su vez fue subdividida, estableciéndose 3 categorías complementarias: Inicio (1), plenitud (2) y final

(3) del desarrollo.

Los eventos fenológicos fueron descritos en relación a factores climáticos, como temperatura y precipitación.

Por lo que respecta al análisis de conos y semillas, se seleccionaron en cada sitio 5 árboles por especie. Posteriormente se procedió a la corta de conos, lo cual se hizo subiendo a los árboles con soga y/o "bicicleta" (baum-belum), utilizándose para el corte del cono un gancho cortador con secciones de aluminio.

Terminada la recolección de conos, se pesaron y secaron al aire libre, separandolas por sitio y especie. Una vez concluido el secado y efectuada la apertura de las escamas quedó liberada la semilla.

La semilla obtenida, se limpió de impurezas, mediante la utilización de tamices de diferente apertura de malla. La semilla limpia fue tratada con fungicida.

Con los datos anteriores se calcularon los valores promedio sobre el número de conos, peso, longitud, número de escamas y semillas por cono y número de semillas por Kilogramo.

Para los estudios de germinación, se tomaron 4 submuestras de 100 semillas por especie, las cuales se sembraron en cajas de Petri, utilizándose algodón estéril como sustrato. Se colocaron en una estufa durante 15 días a 25 °C, para estimar así la velocidad de crecimiento y el número y porcentaje de semillas germinadas.

Para el análisis de los datos, se consideró el promedio de las semillas germinadas en las 4 submuestras, así como el porcentaje total.

Se estimó el número de semillas atacadas por insectos, así como el nombre genérico de los mismos. Para tal efecto, se tomaron 2 500 semillas en las 5 especies (500 semillas por especie), pudiéndose determinar por la presencia -

de perforaciones laterales y apicales, el porcentaje aproximado de semillas -  
atacadas o parasitadas.

## LITERATURA CITADA

- Abbe, C. 1905. A first report on the relations between climates and crops. - U.S. Department of Agriculture. Weather Bureau. Government Printing Office, Washington, D.C. 36(342): 386 pp.
- Aubreville, A. 1938. La forêt coloniale: Les forêts de l' Afrique Occidentale Francaise. *Annls Acad. Sci.* 9: 1-245.
- Baker, J.R. and Baker. 1936 The seasons in a Tropical rainforest (New Hebrides). *Partz. Botany. J. Linn Soc. (Zool.)*. 39: 507-517.
- Beard, S.J. 1946. The natural vegetation of Trinidad. *Oxf. For Mem.* 20. Clarendon Press. Oxford. 152 pp.
- Blackman, F.F. 1905. Optima and limiting factor *Ann. Bot. (London)*. 19: 281-295.
- Bramlett, D.L. 1974. Seed potential and seed efficiency. Proceedings of colloquium seed yield from Southern pine seed orchards. G.A. FOR RES. COUNC. MACON, GA.
- Chritchfield, W.B. 1966. Phenological notes on latin american Pinus and Abies. *Journal of the Arnold Arboretum*. 47(4): 313-318.
- Cumming, W.C. and F.I. Righter. 1948. Methods use to control pollination of pines in the Sierra Nevada of California. *U.S. Dep. Agr. Circ.* - 792. 18 pp.
- Díaz Luna, C.L. 1962. Estudio cromosómico de Pinus pinceana Gordon. *Mex Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Bol. Tec.* 4. 27 pp.
- Duff, G.H. and N.J. Nolan. 1955. Growth and morphogenesis in the Canadian forest species. III. The time scale of morphogenesis at the stem -

- apex of Pinus resinosa. Ait. Can.J. Bot. 36: 687-706.
- F.A.O. 1956. La manipulación de semillas forestales. Cuaderno Semillas. Fomento Forestal. No. 4 Roma. Italia.
- F.A.O. 1961. Catálogo de semillas forestales. Roma. Italia.
- Flores Calderón, E. 1969. Semillación de los pinos del grupo Ponderosa en el Noroeste del Estado de Chihuahua. México y sus Bosques. Epoca - III, No. 29. México, D.F. 17-23.
- Frankie, G.W.; H.G. Baker and P.A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of - Costa Rica. Journal of Ecology. 62(3): 881-919.
- Frankie, G.W., H.G. Baker and P.A. Opler. 1974. Tropical plant phenology; Applications for studies in community ecology. Phenology and Seasonality Modeling (Ed. by H. Lieth). 287-296. Spring Verlag, Berlin.
- García De Miranda, E. y Z. Falcon De Gyves. 1977. Nuevo Atlas Porrúa de la - República Mexicana. Tercera edición. Editorial Porrúa, S.A. 197 pp. México, D.F.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Gómez Tagle, A. 1980-1981. Reporte interno. Centro de Investigaciones Forestales de Occidente, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Uruapan, Mich. México.
- Guzmán, M.; O. Barrera ; R. Moncayo. 1979. Manejo de semillas de pino en la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (C.F.E.M.) Serie Técnica Reforestación. No. 19. Segunda Epoca. 55 pp.

- Hernández Hernández, M. 1967. Hibridación natural en tres especies del género Pinus. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 79 pp.
- Holttum, R.E. 1953. Evolutionary trends in an equatorial climate. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 7: 159-173.
- Kaempfert, W. 1948. Zur phanometrie. *Wetter und klima.* 1: 40-52.
- Kramer, P.J. and T.T. Kozłowski. 1960. "Physiology of trees". Mc. Graw-Hill. New York.
- Lanner, R.M. 1966. The phenology and growth of pines in Hawaii. U.S. Forest Serv. Pacific Sw. Forest and Range. Exp. Sta. Res Paper PSW-29. 25 pp.
- Liebig, J. 1843. "Chemistry and its Application to Agriculture and Physiology", 3rd ed. Peterson, Philadelphia, Pennsylvania.
- Lieth, H. 1970. Phenology in Productivity Studies, In Reiche, D.F. (ed.) Analysis of temperate forest ecosystems. Springer - Verlag, Berlin, pp. 290-295.
- Lieth, H. 1974. Phenology and Seasonality Modelin. Ecological Studies 8. Springer - Verlag, Berlin.
- Little, Jr. E.L. 1962. Variation and evolution in Mexican pines In: Seminar and Study Tours of Latin American Conifers. Secretar. Agr. y Ganad. Subsecretar. Recursos Forest y Caza. INIF, México D.F, -- pp. 83-98.
- Madrigal Sánchez, 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. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México, -- No. 18, 94 pp.
- Martínez, M. 1963. Las pináceas Mexicanas. Ed. 3<sup>a</sup> México: Universidad Nacio



- nal Autónoma de México, México D.F, 400 pp.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ediciones Botas. 2<sup>a</sup> Edición, México D.F, 369 pp.
- Mclemore, B.F., and H.J. Derr. 1965. Longleaf pine cone maturity is independent of pollination date. *Silvae Genet.* 14: 133.
- Mirov, N.T. 1956. Photoperiod and flowering of pines. *For Science.* 2(4): -- 328-332.
- Mirov, N.T. 1962. Phenology of Tropical pines. *Journal Arnold Arboretum.* 43: 218-219.
- Morgen, A. 1949. Phänometrie des flächenwachstums Lebender Pflanzenblätter. *Wetter u. Klima.* 2: 1-15.
- Njoku, E. 1964. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. II Observations on Seedlings. *J. Ecol.* 52: 19-26.
- Patiño Valera, F. 1970. Efectos del fotoperiodo en el crecimiento vegetativo de Pinus patula Schl. et Cham. y Pinus montezumae Lamb. Tesis profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo. México.
- Patiño Valera, F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. *Bosques y Fauna.* II Epoca 10 (4): 20-30 México, D.F.
- Reaumur, R.A. 1735. Observations de thermometre, faites a Paris pendant l'anne 1735, comparees avec celles qui ont ete faites son la ligne, a l'Isle de France, a Alger, et en quelques-unes de nos isles de l'Amerique. *Mem. Paris Acad. Sci.* 545 pp.

- S.A.R.H., S.F.F., I.N.I.F. 1977. Situación de la industria resinera en México. S.A.R.H., S.F.F., I.N.I.F. México, D.F., 138 pp.
- Schnelle, F. 1955. Pflanzen - Phänologie (Probleme der Bioklimatologie Bd. - III). Leipzig: Akad. Verlagsgens.
- Schuber, G.H. and W.J. Rietveld. 1970. Bristecone pine Its phenology cone maturity and seed production in the San Francisco Peaks, Arizona. USDA. Forest Service Research, Note RM-180: 7 pp.
- Shaw, G.R. 1909. The pines of Mexico. Arnold Arb. Publ. 1: 29 pp.
- Sorensen, C.F. and Campbell K.R. 1971. Correlation between dates of floral - and vegetative bud flush in Douglas - fir. U.S.DA. Forest Service Research, Note PNW-143: 4 pp.
- Thorntwaite, C.W. 1952. Climate in relation to planting and irrigation of - Vegetable crops, In: Proc. VIII Gen. Assem. XVII Congr. Internat. Geographical Union, Washington. 290-295.