

1993 - A

084789518

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

---

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AMBIENTALES**



ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

ESTRUCTURA DE EDADES DE BOSQUES DE PINO Y SU  
RELACION CON EL HISTORIAL DE APROVECHAMIENTO  
FORESTAL EN LA SIERRA DE MANANTLAN.

---

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A:

FRANCISCO HERNANDEZ VAZQUEZ

GUADALAJARA, JAL., NOVIEMBRE DE 1996

---

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**Facultad de Ciencias Biológicas**

Expediente.....

Número .....

Sección .....

**C. FRANCISCO HERNANDEZ VAZQUEZ**

**P R E S E N T E . -**

Manifestamos a usted, que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis "ESTRUCTURA DE EDADES EN BOSQUES DE PINO Y SU RELACION CON EL HISTORIAL DE PERTURBACIONES EN LA SIERRA DE MANANTLAN" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis el M. en C. Enrique J. Jardel Peláez.

**A T E N T A M E N T E**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**  
 Las Agujas Zapopan, Jal. 19 de Enero de 1994

**EL DIRECTOR**

**DR. EULOGIO RIMENTA BARRIOS**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**EL SECRETARIO**

**M. EN C. MA. GEORGINA GUZMAN GODINEZ**



**BIBLIOTECA CENTRAL**

c.c.p.- M.C. Enrique J. Jardel P., Director de Tesis.-pte.  
 c.c.p.- El expediente del alumno

EPB/MGGG/cglr.

C. M.C. ALFONSO ISLAS RODRIGUEZ  
DIRECTOR DE LA DIVISION DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante:

FRANCISCO HERNANDEZ VAZQUEZ  
código 084789518 con el título:

ESTRUCTURA DE EDADES DE BOSQUES DE PINO Y SU RELACION CON EL  
HISTORIAL DE APROVECHAMIENTO FORESTAL EN LA SIERRA DE MANANTLAN.

consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

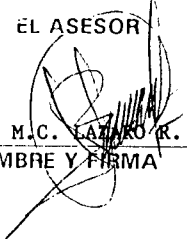
**A T E N T A M E N T E**

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., de 199 .

EL DIRECTOR DE TESIS

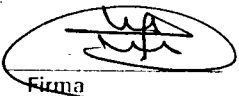
EL ASESOR

  
M.C. ENRIQUE J. JARDEL PELAEZ  
NOMBRE Y FIRMA

  
M.C. ENRIQUE R. SANCHEZ V.  
NOMBRE Y FIRMA

**SINODALES**

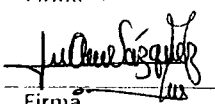
1. M.C. MARTIN P. TENA MEZA  
Nombre completo

  
Firma

2. M.C. JORGE A. PEREZ DE LA ROSA  
Nombre completo

  
Firma

3. DR. ANTONIO VAZQUEZ GARCIA  
Nombre completo

  
Firma

1993-A

084789518

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

ESTRUCTURA DE EDADES DE BOSQUES DE PINO Y  
SU RELACION CON EL HISTORIAL DE APROVECHAMIENTO  
FORESTAL EN LA SIERRA DE MANANTLAN

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
PRESENTA  
FRANCISCO HERNANDEZ VAZQUEZ



BIBLIOTECA CENTRAL

DIRECTOR: M.C. ENRIQUE JARDEL PELAEZ  
ASESOR: M.C. LAZARO R. SANCHEZ VELASQUEZ  
INSTITUTO MANANTLAN DE ECOLOGIA Y  
CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD  
(IMECBIO)

Noviembre 1996

Esta tesis es una contribución al Plan de Acción de Reservas de la Biósfera auspiciado por MAB-UNESCO y formó parte del programa de trabajo del IMECBIO en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

La elaboración de esta tesis fué financiada a través de la "MAB Young Scientists Research Grant Award" y el premio de liderazgo en la Conservación otorgado por la Bay Foundation a Enrique Jardel, responsable del proyecto "Dinámica del paisaje y sucesión en bosques subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán".

## A G R A D E Z C O.

Al M. en C. Enrique J. Jardel Peláez por aceptarme como su alumno, por su dedicación y por su valiosa asesoría en la dirección de esta tesis.

Al M. en C. Lázaro R. Sánchez Velásquez por sus consejos y recomendaciones para enriquecer más la tesis.

A mis sinodales: Martín Tena, Antonio Vázquez y Jorge P. de la Rosa, por sus recomendaciones a este trabajo.

A la M. en C. María del Rosario Pineda L. directora del IMECBIO, por el apoyo y confianza brindados.

A la Biól. Ana Luisa Santiago por su valiosa ayuda durante los muestreos de campo y por su amistad.

Al personal de la ECLJ, Rubén, Palillo, Ludi, Chela, Doña Ofelia, Ferruco y Paulino, por su apoyo, amistad y confianza.

Al Ing. Manuel Ramírez, por su ayuda en la digitalización del mapa.

A Leticia Espinoza por la revisión ortográfica de este trabajo.

A Raquel Alvarez por la edición del mapa.

A Martín Vázquez, su esposa Silvia y su estupenda hija Sibel por su grandiosa amistad y por apoyarme y alentarme en los momentos difíciles.

A Martín, Irma, Magdalena y David por su apoyo y por su estupenda amistad en las épocas de estudiantes de la salida terminal y por los momentos de intenso trabajo.

A Rubén Ramírez por su confianza y amistad.

Por esos momentos bohemios agradezco a mis amigos: Arturo Solis, Carlos Palomera, Oscar Cárdenas, Martín Vázquez y Peter Gerritsen.

Al buen amigo Jorge Shöndube.

A todos y cada uno de ustedes que forman la gran familia del IMECBIO: Charo, Luis Manuel, Gaby, Francisco Santana, Judith, Rubén Ramírez, Rubén Darío, Palillo, Luis Guzmán, Emiterio, Nacho, Sergio Graf, Chacha, Martín Velasco, Lety Glez., Angela, Sotero, Miguel Olvera, Víctor Sánchez, Chuy Rosales, Maleni, Sandra, Genoveva, Tanja, Enrique Valente, Oscar Cárdenas, Arturo Solis, Jorge Shöndube, Sarahy, Nora, Legaspi, Liz, Claudia, Carlos, Bruce, Ana Luisa Santiago, Chela, Luis Eugenio, Blanca, Enrique Jardel, Vicky, Edith, Raquel, Peter, Rogelia, Manuel Ramírez, Magui, Lorena Orozco, Irma, David, Minerva, Tania Roman, Eduardo Santana, Lola, Lupita, Miguel Angel, Chava, Lázaro, Lety Espinoza, Alfredo Ortega, Manuel Pío, Ramón Cuevas, Ferruco, Paulino, Mario y Arturo Carranza, Arturo Pizano, Citlali, Mily.

DEDICO ESTE TRABAJO

A mi madre: Antonia

A la memoria de mi padre: Manuel

A mis hermanos: Genoveva, J. Ramón, Eustolia, Angelica, Salvador, Jorge, José y Alfredo.

A mi tía: Martha y su esposo Pedro

A mis sobrinos: Cecilia, Manolo, Rosa, Abel, Cristina, Alfredito, Jorgito, Joel y Sergio.

Especialmente a la persona con quien he decidido compartir mi vida, a mi esposa Lupita.



BIBLIOTECA CENTRAL

## CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| Resumen.....  | iii |
| 1. Introducción.....  | 1   |
| 2. Objetivos.....   | 3   |
| 3. Hipótesis.....   | 3   |
| 4. Antecedentes.....  | 4   |
| 4.1. Bosques de pino.....   | 4   |
| 4.2. Distribución y diversidad.....   | 4   |
| 4.3. Importancia de los bosques de pino.....  | 5   |
| 4.4. Factores que influyen en los bosques de pino.....                              | 5   |
| 4.5. Sucesión forestal.....   | 7   |
| 4.6. Estudios sobre sucesión en la ECLJ.....  | 9   |
| 5. Area de estudio.....   | 10  |
| 6. Métodos.....   | 14  |
| 7. Resultados y discusión.....  | 15  |
| 7.1. Mapa de edad de los rodales.....   | 15  |
| 7.2. Períodos de regeneración.....  | 16  |
| 7.3. Estructura de edades.....  | 16  |
| 7.4. Estructuras diamétricas.....   | 19  |
| 7.5. Estructura y competencia.....  | 20  |
| 8. Conclusiones.....  | 22  |
| Literatura citada.....  | 23  |
| Cuadros.....  | 28  |
| Figuras.....  | 37  |
| Apéndice (a).   |     |
| Ejemplares de referencia de las especies arbóreas<br>encontradas en los sitios..... | 47  |



## INDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Datos generales de los sitios.....  | 28 |
| Cuadro 2. Estructura de edades, fecha de establecimiento y fecha de explotación de cada uno de los sitios.....  | 29 |
| Cuadro 3. Edad promedio ( $\pm S\bar{X}$ ) por clase diamétrica de cada uno de los sitios.....                  | 30 |
| Cuadro 4. Diámetro promedio, sesgo y kurtosis de las distribuciones diamétricas.....                            | 32 |
| Cuadro 5. Incremento medio anual en diámetro (cm/año $\pm Sx$ ) por clase diamétrica de cada sitio.....         | 33 |
| Cuadro 6. Indicadores de perturbación de cada uno de los sitios.....  | 35 |
| Cuadro 7. Edad promedio ( $\pm S\bar{X}$ ), e incremento medio anual en diámetro (cm/año) de los 15 sitios..... | 36 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.....  | 37 |
| Figura 2. Mapa de los tipos de vegetación del área de estudio.....   | 38 |
| Figura 3. Regresión de la edad con la altura de árboles dominantes.....  | 39 |
| Figura 4. Mapa de edades.....  | 40 |
| Figura 5. Frecuencia de árboles por año de establecimiento.....  | 41 |
| Figura 6. Distribuciones diamétricas de los sitios.....  | 42 |
| Figura 7. Regresión del diámetro con la edad.....  | 45 |
| Figura 8. Relación del incremento medio anual en diámetro y la posición en el dosel de árboles individuales..... | 46 |

## RESUMEN.

La estructura de edades del bosque de pino y su relación con el historial de explotación forestal en la Estación Científica Las Joyas, fue analizada en 15 sitios permanentes de 0.1 ha. Seis sitios presentaron una estructura coetánea, 9 de dos edades. Las edades de árboles individuales variaron entre 15 y 188 años, pero la mayor parte se concentraron entre 20 y 37 años. Las edades de los árboles determinadas en 79 sitios del inventario forestal, indican períodos de regeneración entre 1960 y 1973, que corresponden a la época de mayor actividad maderera en el área. Un mapa de edades elaborado a partir de alturas del dosel y una regresión edad-altura, muestra que la mayor parte de la superficie de bosque de pino corresponde a rodales jóvenes (16-27 años). Los resultados confirman que los pinares de Las Joyas son bosques secundarios, cuya estructura refleja el efecto de la explotación forestal.

## 1. INTRODUCCION.

Los bosques de pino ocupan áreas muy extensas en las montañas de México y representan la vegetación característica de estos lugares (Rzedowski 1978, Eguiluz 1982). Cubren una superficie aproximada a los 19,700,00 ha, según el Inventario Nacional Forestal (1994). Desempeñan una función muy importante en la regulación del ambiente y en la protección de recursos como el suelo, agua y fauna silvestre, además de su valor escénico y recreativo (Gutiérrez 1989, Jardel 1989). La posición geográfica, aunada a la topografía accidentada que presenta el país, han ofrecido una gran variedad de condiciones específicas favorables para la diversificación de los pinos, debido a las cuales, México contiene la mayor concentración de especies de pino a nivel mundial (Rzedowski 1978, Eguiluz 1982, Styles 1993).

Estos bosques representan el principal componente de la producción forestal maderable de México, indispensables para las industrias de la construcción, las comunicaciones, la fabricación de muebles y la elaboración de papel. La resina que se extrae de los pinos, se emplea en la industria química y químico-farmacéutica (Eguiluz 1977, de la Cueva 1978, Rzedowski 1978, Gutiérrez 1989, Styles 1993).

A pesar de su abundancia e importancia como productores de madera, estos bosques se han ido degradando como consecuencia de la tala comercial y los incendios, ocasionando la formación de bosques abiertos o contribuyendo a su rejuvenecimiento y secundarización (Jardel 1985, 1986, 1991). Se aplicaron métodos inapropiados para su aprovechamiento, como el Método Mexicano de Ordenación de Montes, basándose en la corta selectiva, sin considerar las características biológicas de los pinos, así como su dinámica poblacional y la relación que guardan con otras especies tolerantes a la sombra como son los encinos, generando efectos negativos, tanto desde el punto de vista ecológico como de producción silvícola sostenible (Negreros y Snook 1984, Jardel 1985, Pineda y Sánchez-Velásquez 1992).

Por otro lado, los desmontes con fines agrícolas, y el sistema de la ganadería extensiva, representan los factores directos responsables de la destrucción de los bosques de pino (Rzedowski 1978, Jardel 1986). En general el impacto del hombre sobre los ecosistemas forestales no sólo ha alterado el tipo y la distribución de los bosques, sino también la manera en la cual funcionan y cómo responden a los procesos naturales (Foster 1993).

El entendimiento de los efectos antropogénicos en estos ecosistemas y el conocimiento del historial de perturbaciones del bosque y los procesos de regeneración natural, son esenciales para su manejo, ya sea con fines productivos o de conservación (Lorimer 1980, Jardel 1991, Foster 1993).

Determinando la frecuencia de las perturbaciones, por medio del fechamiento de los anillos de crecimiento anual de los árboles que los presentan, y la determinación de la edad del bosque, se pueden obtener datos históricos que nos ayudan a entender la dinámica de los bosques (Lorimer 1980, Romme y Knighth 1981, Trenard 1982); para tal propósito, la estructura de edades es un indicador apropiado (Lorimer 1980). La información que se obtiene de los estudios dendrocronológicos a su vez se puede relacionar con otras fuentes de información histórica, como documentos y entrevistas a pobladores (Jardel 1986, 1991).

En la Estación Científica Las Joyas (ECLJ) de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, se han realizado trabajos encaminados a entender la dinámica sucesional de los bosques, orientando este conocimiento al manejo del área (Jardel 1987, Sánchez-Velásquez 1988, Anaya 1989, Jardel 1991, Saldaña y Jardel 1992, Olvera-Vargas et al. 1993, Pineda et al. 1995, Sánchez-Velásquez y García-Moya 1994).

Este trabajo tiene como finalidad contribuir al conocimiento del regimen de perturbaciones y patrones sucesionales en los bosques de pino, usando el análisis de la estructura de edades y la historia de manejo del área de estudio.

## 2. OBJETIVOS.

### 2.1. Objetivo general:

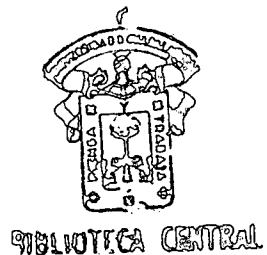
- 2.1.1. Contribuir al conocimiento de la dinámica sucesional de los bosques de pino a través del estudio de la estructura de edades e historial de perturbaciones de rodales dominados por Pinus en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ), Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

### 2.2. Objetivos particulares:

- 2.2.1. Determinar la estructura de edades de los rodales de pino en la ECLJ.
- 2.2.2. Generar un mapa de edades de los rodales de bosque de pino y pino-encino y analizar la relación entre el historial de manejo del área y la estructura de edades de los bosques.
- 2.2.3. Aportar evidencias adicionales para reconstruir el historial de perturbaciones del área y su relación con patrones y procesos sucesionales.

## 3. HIPOTESIS.

La estructura de edades del bosque de pino y pino-encino de la ECLJ, refleja el historial de aprovechamiento maderero, siendo la estructura coetánea o de dos edades de los rodales de pino resultado de la explotación maderera.



#### 4. ANTECEDENTES.

##### 4.1. Bosques de pino.

En México los bosques de coníferas cubren una superficie aproximada de 19,700,00 ha de acuerdo al Inventario Nacional Forestal (1994). De esta superficie, el 90% corresponde a bosques de pino o de pino-encino (Rzedowski y McVaugh 1966).

Los bosques de pino se encuentran en casi todos los estados del país, teniendo una distribución geográfica restringida a las partes montañosas; se desarrollan en una gran variedad de condiciones climáticas, que van desde los climas templados o fríos y semihúmedos, hasta los calientes y húmedos, con temperatura media anual de 6 a 28°C. En general, las grandes masas forestales de pino en México se encuentran bajo una temperatura media anual de 10° a 20°C, correspondiendo al clima templado subhúmedo (Cw1) y templado húmedo (Cwa), de la clasificación de Köppen modificado por García (1976). Se les encuentra en el intervalo altitudinal de 800 a los 2800 m, la precipitación media anual varía entre 900 y 1500 mm (Rzedowski y McVaugh 1966, Rzedowski 1978). Los árboles presentan alturas de 10 hasta 35 metros, con troncos generalmente derechos y altos que se ramifican sólo en la parte superior, formando una copa más o menos hemisférica y presentando un estrato dominante con un aspecto siempre verde (Rzedowski y McVaugh 1966).

##### 4.2. Distribución y diversidad.

El género comprende aproximadamente de 90 a 120 especies ampliamente distribuidas en el hemisferio norte, pero el mayor centro de diversidad se localiza en México (Rzedowski y McVaugh 1966, Rzedowski 1978, McVaugh 1992, Styles 1993), siendo el país que contiene la mayor diversidad de este género a nivel mundial (Rzedowski 1978, Eguiluz 1982, Styles 1993), representando aproximadamente el 45.5% de todas las especies (McVaugh 1992, Styles 1993).

De acuerdo a Rzedowski (1978), Eguiluz (1982), McVaugh (1992) y Styles (1993) son 6 las principales áreas de distribución y diversificación del género Pinus en México: (1) Sierra Madre Occidental, (2) Sierra Madre Oriental, (3) Eje Neovolcánico Transversal, (4) Sierras de Juárez y San Pedro Mártir en Baja California, (5) Sierra Madre del Sur y Maciso de Oaxaca, (6) Sierra de San Cristóbal y Sierra Madre de Chiapas.

En la Sierra de Manantlán, los pinos se distribuyen entre los 800 y los 2400 msnm. Para esta área, Cuevas y Nuñez (1988) y Vázquez et al. (1995), reportan 8 especies de pino: Pinus douglasiana Martínez, "pino," P. durangensis Martínez, P. herrerae Martínez "pino chino", P. leiophylla Schlecht & Cham, P. maximinoi H.E.Moore, P. montezumae Lamb, P. oocarpa Schiede ex Schlecht., "pino cerdón", y P. pseudostrobus Lindl., "pino ocote"; una variedad, P. devoniana Lindl (P. michoacana var. cornuta Martínez), y una forma, P. montezumae f. macrocarpa Martínez (nomenclatura ajustada de acuerdo con Carbajal y McVaugh, en McVaugh 1992).

#### 4.3. Importancia de los bosques de pino.

En la economía del país, los pinares son un recurso de gran significancia, ya que la mayoría de sus especies tienen una importancia comercial, representando más del 80% de la producción forestal maderable (Eguiluz 1977, INEGI 1991). Su madera es utilizada como materia prima para la fabricación de papel. Además, de los pinos se extrae la resina, indispensable para la fabricación de ceras, pinturas, jabones, adhesivos y productos farmacéuticos (Rzedowski 1978). En las comunidades rurales, los bosques de pino aportan leña para combustible o carbón, así como alimentos, forrajes para el ganado, plantas medicinales y una producción continua de agua en las cuencas (Gutiérrez 1989, Jardel 1989).

La producción forestal maderable y no maderable son los beneficios directos del aprovechamiento de los bosques de pino. Igualmente importantes son los beneficios indirectos que nos proporcionan, como el hecho de respirar aire puro y disponer de agua limpia; esto debido a la función que tienen los bosques en los procesos ecológicos (ciclos hidrológico y biogeoquímicos), o simplemente disfrutar los valores estéticos del paisaje y espacios para la recreación al aire libre (Jardel 1989).

Es necesario considerar no sólo la obtención de productos forestales maderables y no maderables, sino también la protección del suelo, recursos hidrológicos, fauna silvestre y recursos genéticos (Gutiérrez 1989, Jardel 1989).

#### 4.4. Factores que influyen en los bosques de pino.

Si bien los bosques de pino son la principal fuente de abastecimiento para la industria maderera y de la celulosa y papel en México, la explotación de éstos se está incrementando a un ritmo acelerado; en la mayoría de los casos han sido manejados sin un método silvícola, o si se usa alguno, en general éste es ineficiente para los bosques de pino, que más que mejorarlos los ha estado deteriorando, reduciendo su potencial productivo (Negreros y Snook 1984, Jardel 1985, Styles 1993).

Aunque el manejo deficiente es una situación generalizada, existen sin embargo bosques de pino manejados intensiva y eficientemente en los terrenos de algunas comunidades agrarias del país, que cuentan con empresas forestales propias. Tal es el caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro en Michoacán o las comunidades de la Unión Zapoteco-Chinanteca de Oaxaca (Jardel, com. pers.).

Los incendios causados por el hombre, en combinación con la tala y las actividades agrícolas y ganaderas, seguidas por el abandono de la tierra, representan los factores directos responsables de la destrucción de los bosques, siendo los pinares los más afectados (Zamora y Velasco 1977, Rzedowski 1978, Chandler et al. 1983, Enríquez 1983, Gutiérrez 1989).

La tasa de deforestación para México se calcula en alrededor de 804,000 hectáreas anuales, aunque se concentra principalmente en los bosques tropicales; los bosques de pino presentan menores tasas de deforestación (PEF 1995).

La necesidad del campesino de abrir nuevas tierras para el cultivo agrícola, es la causa principal de los desmontes en los terrenos forestales, ésto como consecuencia de su lucha contra la miseria (Enríquez 1983, Gutiérrez 1989). En muchas áreas, estas prácticas crean un mosaico de parches de rodales, principalmente coetáneos. Sin embargo, el abandono de la tierra, en la mayoría de los casos se hace de manera inadecuada, ya que con frecuencia es acompañado del pastoreo de ganado (Foster 1993). La ganadería extensiva representa el principal agente destructor del renuevo forestal; en orden de destrucción, las cabras son las que más daño causan, seguidas por las ovejas, el ganado mular y por último el ganado vacuno (Gutiérrez 1989).

Aún cuando los incendios crean perturbaciones muy intensas y destructivas, en general favorecen a muchas comunidades de plantas, ya que ayudan a su regeneración. Las especies de pino están caracterizadas como especies típicas de áreas afectadas por el fuego (Chandler et al. 1983, Day 1972, Romme y Knight 1981). Los bosques de pino generalmente están asociados a incendios frecuentes, que favorecen su regeneración y retardan o detienen su reemplazo por especies latifoliadas tolerantes a la sombra (Christensen y Peet 1981, Romme y Knight 1981, Romme 1982, Chandler et al. 1983, Sánchez-Velásquez 1986).

En la ECLJ el fuego ha sido un factor muy importante en la expansión de los pinos y un factor retardante de su reemplazo sucesional por latifoliadas (Sánchez-Velásquez 1988, Anaya 1989, Jardel 1991, Saldaña y Jardel 1992, Sánchez-Velásquez y García-Moya 1994).



#### 4.5. Sucesión forestal.

Los bosques son considerados como sistemas dinámicos que nunca están en completo equilibrio, ni están libres de perturbaciones (Whitte 1979, Chandler et al. 1983, Pickett y White 1985). Las perturbaciones naturales como ciclones, incendios producidos por rayos, enfermedades, deslizamientos de suelo, tormentas, terremotos y sequías, forman parte de la dinámica natural de estos sistemas, afectando su desarrollo e influyendo sobre los procesos sucesionales (Lorimer 1980, Oliver 1981, Pickett y White 1985, Jardel 1991). La influencia del hombre en la modificación de estos ecosistemas ha sido muy importante, ya que origina nuevas perturbaciones o amplifica el efecto de las perturbaciones naturales (Mooney y Goodron 1983).

Después de una perturbación, el bosque se desarrolla paulatinamente, pasando por una serie de cambios de la estructura y composición de especies en el tiempo y el espacio (Drury y Nisbet 1973, Oliver 1982, Jardel y Sánchez-Velásquez 1989).

En el desarrollo del ciclo sucesional, se distinguen cuatro fases: fase de establecimiento, fase de aclareo, fase de transición y fase de madurez (Oliver 1981).

Fase de establecimiento. Con la apertura de un claro por una perturbación, la disponibilidad de luz se incrementa y se modifica la temperatura y humedad del suelo, lo cual favorece el establecimiento de especies pioneras adaptadas a estas condiciones. Esta fase se caracteriza por un rápido crecimiento de la vegetación, debido a los bajos niveles de competencia. Posteriormente las especies de árboles pioneros llegan a dominar el sitio, formando un dosel cerrado.

Fase de aclareo. Una vez que se ha formado un dosel cerrado por las especies pioneras, la competencia intraespecífica aumenta, dando lugar a un proceso de autoaclareo, en el cual la mayoría de los individuos de las especies que se establecieron inicialmente mueren, los sobrevivientes alcanzan tamaños grandes ocupando el espacio, modificándose las condiciones del sitio. El aclareo continúa hasta que las especies pioneras han alcanzado su máximo desarrollo.

Fase de transición. En esta fase aparece un estrato inferior o sotobosque, formado por especies arbóreas tolerantes a la sombra (generalmente latifoliadas), y sólo aquellas especies que aseguren un espacio y otros recursos como agua y nutrientes pueden tener incorporación de nuevos individuos e inhibir el desarrollo de las menos tolerantes. El reemplazo en este periodo ocurre sólo cuando se forman claros en el dosel por la mortalidad de árboles viejos o débiles, o por el efecto de alguna perturbación.

Fase de madurez. Es la fase final del ciclo, el bosque ha alcanzado una estructura y composición compleja y relativamente estable. Esta fase está dominada por las especies tolerantes que se habían establecido en el sotobosque después de cerrarse el dosel, y algunos árboles de gran tamaño sobrevivientes de la población de especies pioneras. El bosque es visto como un mosaico de parches de varios tamaños y edades, algunas veces sobrepuestos y otras distintos. En cada parche se están repitiendo continuamente los procesos de formación de claros, establecimiento y autoclareo a manera de una microsucesión. Para muchas especies de árboles, el reclutamiento de nuevos individuos a la población, es facilitado por las perturbaciones (Clements 1916, Day 1972, Drury y Nisbet 1973, Connell y Slatyer 1977).

Las especies de árboles que se pueden clasificar como pioneras, dependientes de los claros para su regeneración (Whitmore 1989), aparecen rápido después de la perturbación, germinan de semillas que se encuentran en el suelo o que son dispersadas por el viento y por animales, son de rápido crecimiento y de vida relativamente corta, pero son intolerantes a la sombra y generalmente son reemplazadas por otro grupo de especies que son de crecimiento más lento, tolerantes a la sombra y con un periodo de vida más largo. Después de una perturbación, la vegetación se desarrolla de manera paulatina; en las primeras etapas de su desarrollo dominan especies pioneras, como es el caso de las del género *Pinus*. Las especies de este género son consideradas como intolerantes a la sombra, adaptadas a las condiciones de los primeros estadios de la sucesión (Day 1972, Christensen y Peet 1981, Jardel y Sánchez-Velásquez 1989). Sus semillas son pequeñas, dispersadas por el viento, germinan en suelo descubierto y se establecen rápidamente (Christensen y Peet 1981).

Por ser intolerantes, los pinos dependen del tamaño del claro para su regeneración, estableciéndose sólo en claros grandes mayores a 1000 m<sup>2</sup> (White 1979, Negreros y Snook 1984, Jardel 1985, Peet y Christensen 1987). Durante la fase de establecimiento del proceso sucesional, las plántulas de pino son las más numerosas, pero también se pueden establecer especies tolerantes de etapas avanzadas. Sin embargo los pinos crecen generalmente más rápido y después de un tiempo forman un dosel cerrado sobre otras plántulas, dominándolas y desplazándolas competitivamente. De la gran cantidad de plántulas de pino que se establecen en un sitio dado, sólo una parte llega a ocupar una posición en el dosel y alcanzar un estadio reproductivo. La mayoría muere como consecuencia directa o indirecta de su incapacidad para competir por luz, agua o nutrientes, produciéndose un autoclareo natural de la población. En ciertos sitios, el desarrollo de algunos árboles sirve para transformar el ambiente físico y suprimir la competencia del estrato herbáceo (Peet y Christensen 1987), facilitando la sobrevivencia de plántulas posteriores (Connell y Slatyer 1977).

Los cambios del ambiente físico que son desfavorables para unos árboles, pueden favorecer a otros que los reemplazan, como es el caso de la sustitución de los pinos por especies latifoliadas tolerantes (Jardel 1985).

#### 4.6. Estudios sobre sucesión en la ECLJ.

En la ECLJ son varios los trabajos que se han desarrollado sobre la dinámica sucesional y la influencia antropogénica sobre los bosques subtropicales de montaña (Jardel 1987, 1991, Sánchez-Velásquez 1988, Pineda *et al.* 1995, Jardel *et al.* 1996, Saldaña-Acosta y Jardel 1992, Sánchez-Velásquez y García-Moya 1994). Los resultados de estos trabajos plantean lo siguiente:

- a) Los rodales dominados por pinos presentan estructuras de diámetros, alturas y edades características de bosques secundarios.
- b) Antes de ser protegida como estación científica, el área de estudio tuvo un largo historial de perturbaciones antropogénicas como desmontes agrícolas, extracción de madera, pastoreo de ganado e incendios forestales.
- c) Los pinos dominan las etapas tempranas de la sucesión en sitios donde las perturbaciones han abierto claros grandes ( $\geq 1000 \text{ m}^2$ ) alterando el suelo, y tienden a ser reemplazados por especies de árboles latifoliados a lo largo del proceso sucesional.

En este trabajo se aborda el análisis de la estructura del bosque de pino a escala del paisaje, elaborando mapas de alturas y edades de los rodales, y estudiando la estructura, crecimiento e historia de manejo de rodales individuales.

## 5. AREA DE ESTUDIO.

El estudio se desarrolló en la Estación Científica Las Joyas y los terrenos circundantes, ubicados en la parte centro-oeste de la Sierra de Manantlán la cual fue decretada Reserva de la Biosfera el 5 de Marzo de 1987, e incluida desde 1988 en la Red Internacional de Reservas de la Biosfera del Programa El Hombre y la Biosfera (Man and Biosphere, MAB) de la UNESCO (Jardel 1992).

La Sierra de Manantlán forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, que se extiende desde Puerto Vallarta en la costa de Jalisco, hasta el Istmo de Tehuantepec. Se ubica al suroeste del Estado de Jalisco y cubre una parte del Estado de Colima, entre la ciudad de Autlán y la zona costera, 52 km al norte de Manzanillo, entre los 19°26'47" y 19°42'05" latitud norte y 103°51'12" y 104°27'05" longitud oeste, con una extensión de 139,575 ha (Jardel 1992). La topografía es accidentada, con altitudes que van desde los 400 a los 2860 m.

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán presenta un mosaico de vegetación muy variado, producto de un conjunto de condiciones topográficas, geológicas, edáficas y climáticas, así como de factores históricos, tanto biogeográficos como de influencia antropogénica. Se presentan 11 tipos de vegetación: bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de oyamel, bosque de encino subperenifolio, bosque de encino caducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, matorral subtropical, pastizales y agricultura (Guzmán 1985, Jardel 1992, Vázquez *et al.* 1995).

La Estación Científica Las Joyas (ECLJ) está incluida en la zona núcleo Manantlán-Las Joyas de la RBSM, 22 km al sur-sureste de Autlán, 17 km al este de Casimiro Castillo y a 52 Km al norte de Manzanillo, entre los 19°35'42" a 19°37'40" de latitud norte y 104°15'21" a 104°17'40" longitud oeste, con una extensión de 1,245 ha (fig. 1). La mayor parte del área presenta pendientes entre 15% a 40%; algunos sitios tienen pendientes mayores al 40% y los sitios planos son escasos. La altitud más baja es 1,560 m y la más alta 2,220 m.

Martínez *et al.* (1995), describieron los suelos de la ECLJ como típicos de zonas forestales, originados principalmente por el interperismo químico del material parental, siendo tres los órdenes de suelos encontrados (de acuerdo con la taxonomía de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos): alfisoles, suelos forestales de laderas, con saturación de bases, son los de mayor fertilidad del área de estudio gracias al aporte de nutrimentos por la interperización del material parental, con perfil poco diferenciado, horizonte B argílico, cubriendo un 73.4% de la superficie del área; ultisoles, suelos forestales de valles, con baja sustitución de bases, con perfil diferenciado, lixiviados, cuya fertilidad depende del aporte de materia orgánica de la

cubierta boscosa con un 16.8% de la superficie del área, e inceptisoles, suelos de perfil poco diferenciado, ligeramente ácidos y de baja fertilidad con 9.8%.

La ECLJ pertenece a la subcuenca del arroyo de La Yerbabuena que descarga sus aguas en el río Ayuquila. En las Joyas se encuentran dos pequeñas cuencas, una formada por los arroyos Las Joyas-El Chilacayote con una superficie de 715.1 ha, y la otra por el arroyo Corralitos con 154.5 ha (Martínez et al. 1995).

De acuerdo a la clasificación de Köeppen modificado por García (1976), se presentan tres condiciones de clima:

1) Ca(w2)(w)(e)g, templado con veranos cálidos, con poca oscilación térmica (5 a 7°C), temperatura media anual entre 12 y 18°C.

2) (A)Cb(w2)(w)(i)g, templado semicálido, la temperatura del mes más frío <18°C, del más caliente <22°C, con oscilación térmica menor de 5°C.

3) (A)(Ca(w2)(w)(i)g, semicálido, el más cálido de los templados, con temperatura anual >18°C, y del mes más frío <18°C y el mes más caliente >22°C (Martínez et al. 1993).

De acuerdo a los tipos de vegetación descritos por Rzedowski y McVaugh (1966) y Rzedowski (1978), en la ECLJ se encuentran 4 tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de pino-encino (BPQ), bosque de pino (BP) y matorral secundario (MS) (fig. 2). La flora está compuesta por 123 familias, 398 géneros, 762 especies y 55 taxa infraespecíficos (Cuevas 1994).

Las siguientes descripciones generales de los tipos de vegetación de la ECLJ, se basa en los trabajos de Cuevas (1994) y Jardel (1991).

**Bosque de pino**, Cubre el 36% de la superficie, el género dominante es Pinus, con más del 90% de la cobertura del dosel, presenta un aspecto siempre verde y la altura de sus árboles está entre 10 y 35 m. De todas las especies de plantas vasculares presentes en la ECLJ, la clase Pinópsida ocupa el 0.66%, con 5 especies, 3 géneros y 2 familias (Cuevas 1994). Este bosque forma masas más o menos puras, o mezcladas principalmente con especies del género Quercus; los árboles que lo constituyen en su mayoría son jóvenes, encontrándose en algunas zonas un renuevo bastante uniforme, o constituido por dos estratos: uno bajo continuo y otro formado por árboles altos y dispersos. Las especies arbóreas que lo constituyen son: Pinus douglasiana Martínez, P. herrerae Martínez, P. oocarpa Schiede ex Schlecht, Quercus castanea Née, Q. candicans Née, Q. obtusata Humb. & Bonpl. [incl. Q. spicata], Q. scytophylla Liebm, Q. praineana Trel, Arbutus xalapensis H.B.K. y Vaccinium stenophyllum Steud.

De acuerdo a Jardel (1991) y Jardel et al. (1996), este tipo de vegetación ha sido fuertemente influenciado por el fuego y la tala, considerándosele como una etapa sucesional temprana del bosque de pino-encino en sitios secos y del bosque mesófilo de montaña en sitios húmedos.

**Bosque de pino-encino.** Cubre el 28% de la superficie. Se le encuentra de los 1560-2180 msnm. En este bosque se encuentran individuos del género Pinus cubriendo entre el 60% y 90% de la cobertura del dosel, mezclado con Quercus, la altura de los árboles varía entre 8-25 m, presenta un estrato arbustivo escaso y un herbáceo bien representado. En la ECLJ, este bosque es considerado como la vegetación característica de los sitios con suelos pedregosos, bien drenados, de baja fertilidad en laderas convexas (Jardel et al. 1996). El estrato arbóreo está representado por: Pinus douglasiana Martínez, P. oocarpa Schiede ex Schlecht, P. herrerae Martínez, Quercus castanea Née, Q. laeta Liebm, Q. praineana Trel, Q. peduncularis Née, Q. obtusata Humb. & Bonpl. [incl. Q. spicata], Q. resinosa Liebm, Q. scytophylla Liebm, Q. vicentensis Trel. [Q. martinezii, en parte] y Arbutus xalapensis H.B.K., Ilex brandegeana Loes., Magnolia iltisiana Vázquez. Otras especies latifoliadas del bosque mesófilo aparecen mezcladas con pinos en sitios relativamente húmedos, en rodales mapeados como bosque de pino-encino ( Jardel et al. 1996).

**Bosque mesófilo de montaña.** Cubre el 23% de la Estación. Este tipo de vegetación está generalmente confinado a las cañadas y laderas protegidas, sitios más húmedos, su aspecto es siempre verde con elementos caducifolios y perennifolios, la altura de sus árboles es de 15-40 m (Rzedowski y McVaugh 1966). Se pueden distinguir dos o tres estratos arbóreos y uno o dos arbustivos, las epífitas son abundantes. Es considerada como una etapa sucesional avanzada en sitios con suelos profundos, húmedos y fértiles, de valles y laderas cóncavas (Jardel 1991, Jardel et al. 1996); para el área de estudio ha sido descrito por Santiago y Jardel (1993). Las especies de árboles que lo componen son: Ilex brandegeana Loes., Symplocarpon purpusii (Brandeggee) Kobuski [S. hintonii], Tilia mexicana Schlecht., Quercus salicifolia Née, Q. xalapensis H & B, Q. candicans Née, Cornus disiflora Sessé & Moc. ex DC., Carpinus tropicalis Furlow [C. caroliniana s.l.], Meliosma dentata (Liebm.) Urban, Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch., Magnolia iltisiana, Zinowiewia concinna Lundell, Rapanea jurgensenii Mez, Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch, Clethra vicenteni, Persea hintonii Allen, Cinnamomum pachypodum (Nees) Kosterm, Fraxinus uhdei (Wenzig) Lingelsh., Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy, y Pinus douglasiana Martínez. Se encuentran también, aunque restringidos a las orillas de los arroyos Las Joyas y El Chilacayote, pequeños rodales dominados por Alnus acuminata H.B.K. subsp. arguta (Schlecht.) Furlow, combinados con pocos elementos de Fraxinus uhdei (Wenzig) Lingelsh, y Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch.

**Matorral secundario.** Cubre el 12% del área. Se le encuentra de los 1700 a 2200 msnm, y es un tipo de vegetación que se establece en sitios que fueron abiertos con fines agrícolas. Su altura no sobrepasa los 5 m. La composición de especies es muy heterogénea y varía de una localidad a otra. Las especies que lo componen son: Buddleja parviflora H.B.K., Senesio salignus DC., Acacia angustissima (Mill.) Kuntze var. angustissima, Rubus adenotrichos Schlecht., Baccharis heterophylla H.B.K., Castilleja arvensis Schlecht. & Cham., Circium sp. nov. Fide Nesom, Crotalaria longirostrata Hook. & Arn., Dahlia coccinea Cav, Festuca breviglumis Swallem, Fuchsia microphylla H.B.K., Hyptis sp., Lupinus aff. elegans H.B.K., Paspalum squamulatum Fourn, Phaseolus coccineus L. subsp. coccineus, P. vulgaris L., Phytolaca icosandra L., Phacelia platycarpa (Cav) Spreng., Salvia mexicana L. var. minos Benth. y Sida rhombifolia. L.

Es importante destacar la presencia en este tipo de vegetación del teocintle Zea diploperenis Iltis, Doebley, Guzman y Pazy, como especie endémica de la Sierra de Manantlán.



UNIVERSIDAD CENTRAL

## 6. METODOS.

Para mapear la edad de los rodales de pino y pino-encino, se utilizó un mapa de alturas de la vegetación (escala 1:10,000), elaborado por medio de fotointerpretación y fotogrametría a partir de fotografías aéreas de 1991 (Cruz 1993). Se realizó una regresión lineal simple entre la edad y la altura a partir de datos de edades y alturas de 40 árboles de pino dominantes, obtenidos de parcelas permanentes de investigación. La edad fue estimada mediante el conteo de anillos en cilindros epidiométricos extraídos con taladro de Pressler a la altura de 130 cm, sumando 4 años, edad promedio estimada para que los árboles de pino en el área de estudio alcancen esta altura (Jardel com. per.).

La ecuación que se obtuvo del análisis de regresión se utilizó para estimar los valores de edad esperados en las diferentes clases de alturas del mapa, estimando las edades de los valores extremos de las clases ( $\leq 5$  m, 5-10 m, 11-20 m y  $\geq 21$  m). La figura 3 muestra los resultados de la regresión. Para verificar el mapa de edades se utilizaron datos de edad promedio de los árboles en 79 sitios localizados en un mapa topográfico, obtenidos del inventario forestal de la ECLJ, realizado entre 1989-1990 (Sánchez-Velásquez et al. 1994 en prensa). El mapa de edades fue digitalizado utilizando el programa DESIGNCAD y se calcularon las superficies de las diferentes categorías de edad de los rodales.

Para el análisis de la estructura de edades de sitios individuales se muestrearon 15 parcelas de 0.1 ha (20 x 50 m), orientadas a favor de la pendiente (cuadro 1). Las parcelas se establecieron selectivamente en rodales densos dominados por pinos, que estuvieran lo más cercano a la madurez y que representaran el rango de condiciones de sitio (condiciones gemorfoedafológicas, Jardel et al. 1996) que se observan en el área de estudio. Estas parcelas forman parte del sistema de sitios permanentes de investigación de la ECLJ y su localización aparece en la figura 1.

En cada parcela se registró su localización, altitud, inclinación de la pendiente y exposición. Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP a 130 cm) con cinta diamétrica, altura con clinómetro Haga y posición en el dosel (emergente, dominante, codominante, intermedio o suprimido) para todos los árboles con DAP  $\geq 5$  cm. Se eligieron de tres a cuatro árboles de pino por categoría diamétrica de 5 cm, a cada uno de los cuales se le determinó la edad extrayendo cilindros epidiométricos con taladro de Pressler a la altura de 130 cm. Los cilindros se llevaron al laboratorio, donde se contaron los anillos de crecimiento, utilizando un estereoscopio. Se determinaron las edades de 167 árboles.



## 7. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 7.1. Mapa de edades de los rodales.

La regresión de la edad con la altura de árboles de pino dominantes (fig. 3), indica una relación significativa ( $F=141.86$ ,  $P<0.0001$ ), y una correlación de  $r^2=0.7758$  la ecuación que se obtuvo fue  $e=1.128(h)+1.884$ , donde  $e$ =edad,  $h$ =altura. Con base en esta fórmula y a partir de las categorías de altura en el mapa de alturas de la vegetación, se definieron las categorías de edades en el mapa de la figura 4. En dicho mapa se observa que la mayor parte de la superficie de bosques de pino de la ECLJ, corresponde a rodales jóvenes, con edades menores de 40 años. Los rodales con alturas  $>21$  m y edad  $>24$  años, ocupan 355 ha y representan el 44% de la superficie del bosque de pino (804 ha); los rodales con alturas entre 11-20 m y edades de 14-24 años, ocupan 340 ha (42% de la superficie), los rodales con alturas entre 5 y 10 m y edades de 7 a 13 años cubren 50 ha (6% de la superficie) y los rodales menores o iguales de 5 m de altura y edades  $< 8$  años cubren 59 ha (7%).

Registros históricos del área de estudio muestran un período de aproximadamente 22 años (de 1958 a 1980), en el cual la explotación de madera representó un agente de perturbación muy importante; dentro de este lapso de tiempo, se distinguen dos períodos en los que la actividad fué muy alta: el primero corresponde a 1958-1966 y el segundo a 1970-1979; en estos períodos prácticamente se intervino toda la extensión de bosque de pino y de pino-encino afectando su estructura y regeneración (Jardel 1991).

El área de estudio muestra de regular a un alto grado de perturbación, los indicadores de perturbación que se observaron fueron marcas de incendios y tocones, como indicios de extracciones de madera (cuadro 6).

Nuestros resultados confirman que la influencia del hombre sobre el bosque de pino de Las Joyas, ha sido un factor muy importante en la modificación de su estructura, ya que de acuerdo a los datos del mapa de edades (figura 4), los rodales que presentaron edades mayores a 24 años, con alturas mayores a 21 m corresponden a las áreas intervenidas durante la primera etapa de explotación forestal, de 1958 a 1966. Mientras que los rodales con edades de 13 a 24 años y alturas entre 11 y 20 m, corresponden a las áreas explotadas entre 1970 y 1979.

## 7.2. Períodos de regeneración.

De acuerdo a los datos de edades de árboles de pinos individuales, determinados en 79 sitios muestreados durante el inventario de 1989 a 1990, se graficó la frecuencia de los árboles individuales contra su año de establecimiento y se identificaron picos bien definidos en los años 1955 a 1960, 1964 a 1966 y de 1968 a 1973, que corresponden a períodos en los que el reclutamiento de árboles fue más alto (fig. 5). Los períodos de 1964 a 1966 y de 1968 a 1973, coinciden en términos generales con el aprovechamiento de madera del área, reportado por Jardel (1991). El pico que se observa de 1955 a 1960 probablemente corresponde al ciclón que azotó las costas de Jalisco y Colima en 1956. La gráfica no refleja los picos de regeneración posteriores a 1975, ya que los datos provienen de arbolado adulto > 5 cm de DAP en el momento del muestreo.

## 7.3. Estructuras de edades.

Los árboles de pino individuales > 5 cm DAP en los rodales estudiados presentan un amplio rango de edades, que van de 15 a 188 años, pero el mayor número de individuos se concentra en el rango de edades de 24 a 38 años (cuadros 2 y 3).

De acuerdo a Rosales (1992), la especie con los mayores I.V.I (índices de valor de importancia) en la ECLJ, es Pinus douglasiana. En este trabajo el género Pinus estuvo representado por tres especies; Pinus douglasiana presente en todos los sitios, Pinus herrerae sólo en el sitio 12 y Pinus oocarpa, en el sitio 8 y 15.

El cuadro 3 muestra las edades promedio por categoría diamétrica de cada uno de los sitios, en donde se aprecia que 9 sitios (2, 3, 4, 5, 7, 10, 12, 14 y 15) presentan una estructura de dos edades, y 6 presentan una estructura coetánea (1, 6, 8, 9, 11 y 13).

Se considera coetáneo un rodal cuando todos los árboles que lo componen se han establecido en una sola etapa de regeneración. Según observaciones en el área de estudio (Jardel com. pers.) un claro puede cubrirse por la regeneración en un período de 5 a 10 años. Se consideró una estructura de 2 edades cuando es muy obvia la separación de dos grupos de árboles de acuerdo con su edad.

A continuación se hace la descripción de cada uno de los sitios:

El sitio 1, presenta una estructura coetánea, con un intervalo de edades de 29 a 36 años, una edad promedio de 32 años, con diámetros de entre 16 y 45 cm, la altura promedio de los árboles del sitio es de 26 m.

Sitio 2. Presenta una edad promedio de 23 años, la variación de edades en el sitio es muy poca, de 22 a 26 años. Los árboles se distribuyen de entre 11 y 40 cm de diámetro, con una altura promedio de 23 m, se aprecia un individuo aislado en la categoría diamétrica de 56 a 60 cm, con una edad de 82 años y una altura de 32 m; en general el sitio presenta una estructura de dos edades.

Sitio 3. En este sitio se aprecian claramente dos grupos de árboles. El primer grupo se distribuye en las categorías diamétricas de 5 a 10 y de 16 a 30 cm, con una edad promedio de 28 años, su rango de edades es de 21 a 33 años, con una altura promedio de 14 m. El segundo grupo se distribuye en las categorías diamétricas mayores a 46 cm, con edades mayores a 130 años, y una altura promedio de 37 m, mostrando también una estructura de dos edades.

Sitio 4. Presenta dos edades, la mayoría de los individuos se distribuyen en diámetros de entre 11 y 50 cm, el rango de edades es de 21 a 33 años y la edad promedio es de 28 años, con una altura promedio de 20 m, se aprecia un grupo de individuos en los diámetros de 5 a 10 cm, con una edad promedio de 18 años y altura de 9 m.

Sitio 5. La distribución diamétrica de este sitio es muy irregular por estar en combinación con latifoliadas que dominan el sitio, éste se encuentra en un borde con bosque mesófilo de montaña, el reducido número de árboles de pino ocupan sólo el 24% del total de troncos del sitio, pero se aprecian claramente dos edades, la edad promedio de la mayoría de los individuos es de 35 años, y la variación de diámetros es muy grande, los árboles que se encuentran en las categorías diamétricas de 56 a 60 cm con edades de 65 años, determinan la estructura de dos edades.

Sitio 6. Tiene una edad promedio de 27 años, con un rango de edades de 22 a 32 años, una altura promedio de 21 m, su estructura es coetánea.

Sitio 7. El rango de edades de la mayoría de los individuos de este sitio es de 20 a 34 años, con una edad promedio de 28 años y altura promedio de 17 m, los individuos que se encuentran en las categorías diamétricas de 46 a 50 cm, tienen una edad promedio de 52 años, son éstos los que determinan dos edades en el sitio.

Sitio 8. Muestra una estructura coetánea aún cuando hay diferencias en diámetros en algunos de sus individuos, este sitio resultó ser el más viejo de los 15 sitios con una edad promedio de 97 años y una altura promedio de 21 m.

Sitio 9. Presenta un comportamiento similar al anterior, pero la diferencia de edades entre las categorías diamétricas es pequeña, con edad promedio de 38 años, su rango de edades es de 33 a 44 años y la altura promedio de 22 m, los individuos se distribuyen en un amplio rango de diámetros, desde 11 hasta 65 cm.

Sitio 10. Los árboles se encuentran agrupados en las categorías diamétricas pequeñas e intermedias, sólo un individuo se encuentra aislado, con un diámetro mayor a 50 cm. La edad promedio del sitio es de 35 años, con un rango de edades de 31 a 37 años, y una altura promedio de 13.7 m. Los árboles que se encuentran en la categoría diamétrica de 5-10 cm, determinan que el sitio presente una estructura de dos edades, éstos tienen una edad promedio de 17 años y una altura promedio de 6.25 m, correspondiendo a una regeneración establecida en claros.

Sitio 11. Para este sitio los pinos ocupan sólo un 13% de los árboles, es por esto que presentan una estructura muy irregular, las latifoliadas tienen una dominancia en el sitio con más del 80%. Aún cuando la estructura diamétrica de los pinos es muy irregular, sin una tendencia bien definida, las edades de los individuos muestran una estructura coetánea, su rango de edad es de 26 a 34 años, con una edad promedio de 29 años y una altura promedio de 18.5 m.

Sitio 12. Este sitio también se encuentra en combinación con latifoliadas, el porcentaje de pinos en el sitio es del 50%. El sitio presenta dos edades, el primer grupo de edades se distribuye en un rango de 23 a 35 años con una edad promedio de 32 años y una altura de 14 m, hay muy poca variación de la edad. La edad promedio del segundo grupo corresponde a 76 años y una altura promedio de 23 m, en el sitio se observa un solo individuo, con una edad de 188 años, este árbol es el más viejo de los 15 sitios, con una altura de 25 m.

Sitio 13. Muestra una estructura coetánea aún cuando se aprecia un solo árbol en la categoría diamétrica de 5 a 10 cm con 15 años de edad. La mayoría de los individuos se distribuyen en edades de entre 28 a 38 años con muy poca variación entre sus edades, una edad promedio de 31 años y altura promedio de 23 m.

Sitio 14. Presenta una estructura de dos edades bien definida, la mayoría de los árboles se distribuyen en las categorías diamétricas intermedias con un rango de edad de 25 a 35 años, y edad promedio de 30 años, altura promedio de 17 m. Un solo individuo se encuentra en las categorías diamétricas grandes de 61 a 65 cm, con una edad de 106 años y una altura de 34.5 m.

Sitio 15. El sitio presenta una estructura de dos edades, con una edad promedio de 31 años, el rango de edades es de 28 a 35 años y una altura promedio de 19 m. Los individuos aislados, con diámetros mayores a 65 cm, presentan una edad promedio de 134 años y una altura promedio de 30 m.

Las estructuras de edades, muestran que los pinares de Las Joyas están dominados por una población de árboles jóvenes con edades menores de 40 años, y fechas de establecimiento de entre 1955 y 1969, el sitio 8 fue el más viejo de todos, presentó una edad promedio de 97 años y fecha de establecimiento de 1896. Los árboles con edades mayores a 100 años, 106 a 188 años, estuvieron dispersos en los sitios 3, 8, 12, 14 y 15. Todos los sitios fueron explotados entre 1958-1965; sólo los sitios 1 y 12, tuvieron aparentemente dos períodos de explotación: 1958-1965 y 1970-1979 (cuadro 2).

En los sitios que presentaron una estructura de dos edades, se observaron muy pocos individuos en las clases diamétricas superiores con edades mayores a 100 años, esto indica claramente que los árboles que dominaban el sitio, fueron extraídos de manera selectiva, y los árboles que quedaron de estas extracciones, sirvieron como semilleros para el establecimiento de otro grupo de árboles, constituyendo el segundo grupo de edad en los sitios.

Las estructuras coetáneas por su parte, constituyen una sola etapa de regeneración, indicando que el sitio fue reinvasado por nuevas plántulas después de un evento de perturbación, por ejemplo una corta a matarrasa.

#### **7.4. Estructuras diamétricas.**

Los datos de diámetros de 641 pinos distribuidos en los 15 sitios, fueron analizados mediante una distribución de frecuencias para cada sitio (fig. 6). Los resultados muestran estructuras diamétricas típicas de especies intolerantes a la sombra, esto es, que no presentan un reclutamiento continuo debido a que no regeneran bajo su propio dosel (Daniel *et al.* 1982). De los 15 sitios, 13 tuvieron un sesgo positivo y sólo 2 presentaron sesgo negativo (cuadro 4).

De acuerdo a la estructura diamétrica (fig. 6) que presentan los 15 sitios, éstos se dividieron en 3 grupos:

Grupo 1. Forma con tendencia a una distribución normal. Corresponden a rodales coetáneos, dominados por pinos (fig. 6, sitios 1, 8, 9 y 13). En los sitios 8, 9 y 13 la distribución es muy amplia, con un rango de 50 cm entre las categorías diamétricas inferior y superior, y de 30 cm en el sitio 1.

Grupo 2. Forma con tendencia a una curva normal, pero con grupos de árboles o árboles individuales en categorías diamétricas mayores, sin continuidad con el resto de la curva. Correspondiendo a los sitios de dos edades, con los árboles semilleros remanentes de la tala en las categorías superiores, aislados, y un grupo coetáneo que corresponde a la regeneración ocurrida después de la corta (fig. 6, sitios 2, 3, 4, 6, 10, 12, 14 y 15). De éstos pueden diferenciarse los sitios 3, 10 y 14, que presentan una curva sesgada a la izquierda, esto es, con un número alto de árboles en las categorías diamétricas inferiores característico de rodales jóvenes, en etapas tempranas de desarrollo.

Grupo 3. Estructuras irregulares, en sitios dominados por latifoliadas, en ecotonos entre BP y BMM (fig. 6, sitios 5 y 11).

La presencia de árboles latifoliados en el subdosel o sotobosque, es importante en los sitios 2, 4, 7 y 12, determinando que estos sitios presenten una distribución de diámetros en forma de "J" invertida típica de rodales de edades múltiples, en especies tolerantes a la sombra (Lorimer 1980). En los sitios 2, 4 y 7 las latifoliadas corresponden a especies de BMM; en el sitio 12 a encinos. Los factores que pueden haber favorecido el desarrollo del sotobosque de latifoliadas en estos casos, son las tendencias sucesionales señaladas en otros trabajos (Jardel 1991, Pineda *et al.* 1995, Saldaña y Jardel 1992, Sánchez-Velásquez y García-Moya 1994), así como el hecho de que estos rodales se encuentran dentro de un área que ha estado libre de incendios por más de 25 años y libre de pastoreo por lo menos 15 años (Jardel com. pers.), a diferencia de los otros sitios del estudio.

De acuerdo a estos resultados, tanto las estructuras de edades como las estructuras diamétricas, reflejan la manera en que fue manejado el bosque, de acuerdo con los permisos de aprovechamiento, se utilizó el "Método Mexicano de Ordenación de Montes", basado en la corta selectiva, pero en realidad se aplicaron altas intensidades de cortas, similares al método de matarrasa o al de árboles semilleros (Jardel 1991, 1992).

#### **7.5. Estructura y competencia.**

La formación de una estructura de diámetros con forma de una curva normal en rodales coetáneos, es resultado del proceso de competencia y diferenciación de tamaños de los árboles, que da lugar al proceso de autoclareo, en el cual la mortalidad se concentra en los árboles de menor crecimiento, que corresponden a las categorías de diámetros inferiores (Jardel 1985, Oliver y Larson 1990).

En el análisis de regresión de la figura 7, se obtuvo una correlación poco significativa entre la edad y el diámetro con una  $r^2=0.48$ ,  $F=156.99$ ,  $P<0.0001$ . En la grafica se observa que hay una gran variación en el diámetro relacionado con la posición en el dosel: los árboles dominantes jóvenes con edades menores a 40 años presentan diámetros mayores que los suprimidos de la misma edad. Por lo tanto se puede decir que el diámetro está mayormente influenciado por la competencia que por la edad.

Esto se demuestra en el cuadro 7, donde se aprecia que la edad promedio para los 15 sitios varía muy poco, entre 30 y 39 años en las categorías diamétricas de 16 a 55 cm; sin embargo, hay una gran variación en el incremento medio anual (IMA) en diámetro (cm/año), que tiende a ser mayor conforme aumenta el diámetro. Los mayores incrementos se observaron en las categorías de 36 a 55 cm; en las categorías mayores a 56 cm de diámetro, el incremento se reduce notablemente; estas categorías corresponden a árboles maduros con edades mayores a 80 años, sobrevivientes de las extracciones de madera.

En la figura 8 se observa que el IMA en diámetro está relacionado con la posición de los árboles en el dosel: los árboles dominantes presentaron los mayores incrementos, de 0.90 a 2.2 cm/año, mientras que los árboles suprimidos, junto con los dominantes y emergentes muy viejos presentaron los menores incrementos, de 0.28 a 0.80 cm/año. El reducido incremento que presentaron los suprimidos, se debe básicamente a la competencia con otros árboles del sitio, mientras que en los árboles muy viejos, a esta competencia se le suma su longevidad, esto quiere decir que en árboles sobremaduros muy viejos hay una disminución en su crecimiento. Lo mismo se observa en el cuadro 5, en donde se dan los datos del incremento medio anual (IMA) promedio ( $\pm S\bar{X}$ ) por categoría diamétrica de cada uno de los sitios.

## 8. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

1.- El bosque de pino de la ECLJ presenta un rango de edades de 24 a 37 años, concentrándose en las categorías diamétricas de entre 16 y 55 cm de DAP.

2.- El 40% de la superficie del bosque de pino de la ECLJ (305 ha), son rodales con alturas >21 m y edades >24 años; esta superficie corresponde a las áreas explotadas entre 1958 y 1966. Los rodales con alturas de 11-20 m, y edades de 13-24 años, cubren una extensión de 352 ha, 46% de la superficie, correspondiendo a las zonas explotadas entre 1970 y 1979.

3.- Se confirma que los bosques de pino de la ECLJ son bosques secundarios.

4.- En la ECLJ no hay rodales de pino de viejo crecimiento.

5.- Las dos estructuras diamétricas que se encontraron son típicas de especies intolerantes a la sombra, la primera presenta una distribución que tiende a la normal, concentrándose en los diámetros intermedios, pero con árboles aislados en los diámetros >50 cm, determinando una estructura de dos edades. La segunda estructura presenta una distribución que tiende a la normal, con un gran número de árboles en los diámetros intermedios, típica de bosques coétaneos.

6.- Las estructuras de edades y diámetros, reflejan el efecto de la explotación forestal; las estructuras de dos edades indican que el bosque se aprovechó utilizando altas intensidades de corta, dejando algunos árboles semilleros; las estructuras coétaneas indican cortas a matarrasa.

7.- La metodología que se empleó para mapear rodales de diferentes edades, se puede emplear para fines de planificación de la producción forestal, para la realización de estudios de impacto ambiental y para la definición de manejo con fines de conservación biológica, lo cual representa el principal objetivo del área de estudio.



- Anaya C., M. 1989. El fuego en la regeneración natural del bosque de Pinus-Quercus en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. 76 p.
- Chandler, C.C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., Williams, D. 1983. Fire in forestry "A Wiley-Interscience publication". v. 1: 450 p.
- Christensen, N.L., y R.K. Peet. 1981. Secondary forest succession on the North Carolina Piedmont. pp 230-245 in: D.C. West, H.H. Shugart, and D.B. Botkin, eds. Forest Succession: Concepts and Application. Springer-Verlag, Nueva York.
- Clements F.E. 1916. Plant succession. Carnegie Inst. Washington Pab. 242. Washington, D.C.
- Connell, J.H. and R.O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in Natural Communities and their role Community Stability and Organization. Am.Nat., 111: 1119-1144.
- Cruz C., P. 1993. Mapas de vegetación de la Estación Científica las Joyas. Laboratorio de Manejo Forestal. IMECBIO- U. de G. El Grullo, Jal. (inédito).
- Cuevas G., R. 1994. Flora de la Estación Científica Las Joyas, Mpio. de Autlán, Jalisco, México. Tesis. Colegio de Postgraduados Montecillos, Edo. de México.
- Cuevas G., R. y Núñez-López., N.M. 1988. Taxonomía de los pinos de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara. 103 p.
- Daniels, T.W., J.A. Helms y F.S. Backer. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill. 492 p.
- Day, R.J. 1972. Stand structure, succession, and use of southern Alberta's Rocky Mountain forest. Ecology 53: 474-478.
- De la Cueva, G.L. 1978. Análisis de la producción forestal en México, 1971-1976. Ciencia Forestal 12 (3): 22-39.
- Drury, W.H. e I.C.T. Nisbet. 1973. Succession, J. Arnold Arbor., Harvard Univ. 54: 331-368.
- Eguiluz, P.T. 1977. Los pinos del mundo. Depto. de bosques. Pub. Esp. 1. Esc. Nal. de Agric. Chapingo, México. 74 p.

Eguiluz, P.T. 1982. Clima y distribución del género Pinus en México. Ciencia Forestal. 7 (38): 30-44.

Enríquez, P.C. 1983. El futuro de los bosques frente al hambre y la miseria en el mundo. Ciencia Forestal 8 (46): 17-38.

Foster, D.R. 1993. Land use history (1730-1990) and vegetation dynamics in New England, USA. Journal of Ecology 80: 753-772.

García, E. 1976. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. de Geografía, UNAM. México, D.F. 246 pp.

Gutiérrez, P.A. 1989. Conservacionismo y desarrollo del recurso forestal: Texto guía forestal, Trillas México D.F. 205 p.

Guzmán M,R. 1985. Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Tiempos de Ciencia 1: 10-26.

INEGI. 1991. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.

Jardel P., E. 1985. Una revisión crítica del Método Mexicano de Ordenación de Bosques desde el punto de vista de la ecología de poblaciones. Ciencia Forestal 10 (58): 3-16.

Jardel P., E. 1986. Efecto de la explotación forestal en la estructura y regeneración del bosque de coníferas de la vertiente oriental del Cofre del Perote. Biótica 4 (2): 247-270.

Jardel P., E. 1987. Efecto de la actividad humana en la estructura del bosque en dos regiones forestales: El Cofre del Perote y la Sierra de Manantlán. IX Congreso Mexicano de Botánica, Guadalajara, Jalisco (inédito).

Jardel P., E. 1989. Política forestal, conservación y aprovechamiento de los recursos forestales de México. Conferencia magistral. IX Seminario de Economía Agrícola del tercer Mundo. Instituto de Investigaciones Económicas. Univ. Nac. Autón. México, D.F. (inédito).

Jardel P., E. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. Tiempos de Ciencia 22: 9-26.

Jardel P., E.J. (Coord.). 1992. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Editorial Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal. 315 p.

Jardel, E.J., E. Ezcurra, A.L. Santiago, P. Cruz C. y M. Ramírez. 1996. Patrones de vegetación y su relación con factores físico-geográficos y perturbaciones antropogénicas en Las Joyas, Sierra de Manantlán, México. IMECBIO. Informe de proyecto (inédito).

Jardel P., E. y L.R. Sánchez-Velázquez. 1989. La sucesión forestal: Fundamento ecológico de la silvicultura. Ciencia y Desarrollo 14 (84): 33-43.

Lorimer, C.G. 1980. Age structure and disturbance history of a southern Appalachian virgin forest. Ecology 61: 1169-1184.

Martínez, R., L.M., R. Delgado I. e I. Flores R. 1995. Suelos de la Estación Científica Las Joyas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco. Agrociencia serie Agua-suelo-clima 4 (1): 103-115.

Martínez, R., L.M., J.J. Sandoval L. y R.D. Guevara G. 1993. El clima en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México y en sus áreas de influencia. Agrociencia Serie Agua-Suelo-Clima 2 (4): 107-119.

McVaugh, R. 1992. Flora Novo-Galiciana: Gymnosperms and Pteridophytes. The University of Michigan Herbarium Ann Arbor 17: 24-100.

Mooney, H.A. and M. Goodron, M. 1983. Disturbance and ecosystems. Springer Verlag. Nueva York. 292 pp.

Negreros, P. y L. Snook. 1984. Análisis del efecto de la intensidad de corta sobre la regeneración natural de pinos en un bosque mixto de pino-encino. Ciencia Forestal 9(47): 48-61.

Oliver, C.D. y B.C. Larson. 1990. Forest Stand Dynamics. McGraw Hill. Nueva York.

Oliver, C.D. 1981. Forest development in North America following major disturbances. For. Ecol. Manage. 3: 153-168.

Oliver, C.D. 1982. Stand development. Its uses and methods of study. En: J.E. Means (Ed). Forest succession and stand development in the Pacific Northwest. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis Or. p. 100-112.

Olvera V., M. y S. Moreno G. 1993. El proceso de autoaclareo y la estructura de rodales de Pinus oocarpa, en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Agrociencia serie Recursos Naturales 3 (2): 37-48.

PEF (Poder Ejecutivo Federal). 1995. Programa Forestal y de Suelos, México D.F.

Peet, R.K. y Christensen, N.L. 1987. Competition and tree death. Bioscience 37: 586-595.

- Pickett, S.T.A. y P.S. White. 1985. The ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, Nueva York, 472 pp.
- Pineda L.M.R., E.J. Jardel y V. Rico G. 1995. Impacto de la explotación maderera e incendios forestales sobre la estructura de los bosques de las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Acta Botánica Mexicana (en prensa).
- Pineda L.M.R., Sánchez V.L.R. 1992. Efecto de la corta selectiva sobre la estructura de un bosque de pino-encino (Pinus-Quercus). Tiempos de Ciencia 27: 69-77.
- Romme, W.H., and D.H. Knighth. 1981. Fire frequency and subalpine forest succession along a topographic gradient in Wyoming. Ecology 62: 319-326.
- Romme, W.H. 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forest of Yellowstone National Park. Ecological Monographs. 52: 199-221.
- Rosales A. J. J. 1992. Descripción cuantitativa de los bosques de la Estación Científica Las Joyas de la Reserva de La Biosfera Sierra de Manantlán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 80 p.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contrib. Univ. Mich. Herb. 9 (1): 1-123.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México. 432 pp.
- Saldaña-Acosta, A. y E.J.Jardel. 1992. Regeneración natural del estrato arbóreo en bosques subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán, México: estudios preliminares. Biotam 3(3): 36-50.
- Sánchez-Velásquez, L.R. 1986. Estudio de la sucesión forestal en la Sierra de Juárez, Biótica 11 (4): 219-232.
- Sánchez-Velásquez, L.R. 1988. Sucesión forestal en la Sierra de Manantlán. Tesis Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. de México.
- Sánchez-Velásquez, L.R. y García-Moya, E. 1994. Sucesión forestal en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México: bosques mesófilo de montaña y bosque de Pinus. Agrociencia Serie Recursos Naturales Renovables 3(1): 7-26.
- Sánchez-Velásquez, L.R., Rosales-Adame, J.J., Pineda-López, M.R. y Saldaña-Acosta, M.A. 1994. Descripción cuantitativa de los bosques de la Estación Científica Las Joyas de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jal. Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (en prensa).

- Santiago P., A.L. y E.J. Jardel. 1993. Composición y estructura del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima Biotam 5 (2) p. 13-26.
- Styles, B.T. 1993. Genus Pinus: A Mexican Overview. pp. 397-420. in: Ramamorthy, T.P., R. Bye, A. Lot and J. Fa., eds. Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press, Nueva York.
- Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre. 1994. Inventario Nacional Forestal. SARH México 81 p.
- Trenard, Y. 1982. Making wood speak: an introduction to dendrocronology. Forestry Abstracts. 43 (12): 729-759.
- Vázquez G., J.A., R. Cuevas G., T.S. Cochrane, H.H. Iltis, F.J. Santana M. y L. Guzmán H. 1995. Flora de Manantlán. Universidad de Guadalajara-IMEC BIO, Universidad de Wisconsin-Madison. BRIT, USA 312 p.
- Whitte, P.S. 1979. Pattern, process and natural disturbance in vegetation. In the Botanical Review 45 (3): 229-299
- Whitmore, T.C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. Ecology. 70. pp 536-538.
- Zamora S., C. y Velasco, F.V. 1977. Pinus strobus var. chiapensis, una especie en peligro de extinción en el estado de Chiapas. Ciencia Forestal 2(8) pp 3-24.

Cuadro 1. Datos generales de los sitios.

| Nº de Sitio | Nombre del paraje          | Vegetación        | Exposición | Pendiente % | Nº de árboles >5 cm DAP | % Pinos | % Latifoliadas |
|-------------|----------------------------|-------------------|------------|-------------|-------------------------|---------|----------------|
| 1           | Noroeste del Picacho       | BP                | W          | 21          | 44                      | 100     | 0              |
| 2           | Cuchilla de la Tuna        | BP(sotobosque BM) | NW         | 33          | 111                     | 60      | 40             |
| 3           | El Zarzamoro               | BP                | N          | 49          | 72                      | 99      | 12             |
| 4           | Zarzamoro-Escobedo         | BP-BMM            | NNW        | 63          | 129                     | 26      | 74             |
| 5           | San Campús-Chaparral       | BQ                | W          | 31          | 31                      | 25      | 75             |
| 6           | Picacho de San Campús      | BP                | NW         | 50          | 30                      | 77      | 23             |
| 7           | Camino al Pto-del Escobedo | BMM-BP            | NE         | 20          | 109                     | 47      | 53             |
| 8           | Puerto del Escobedo        | BP                | SE         | 45          | 36                      | 90      | 10             |
| 9           | Charco de los Perros       | BP(sotobosque BM) | ENE        | 22          | 31                      | 60      | 40             |
| 10          | Puerto la Moza I           | BP-Q              | ESE        | 46          | 59                      | 80      | 20             |
| 11          | Puerto la Moza II          | BMM               | N          | 19          | 45                      | 13      | 87             |
| 12          | Puerto del Belloteadero    | BP-Q              | SW         | 85          | 91                      | 50      | 50             |
| 13          | Los Desmontes              | BP                | E          | 19          | 56                      | 100     | 0              |
| 14          | La Mesa                    | BP                | NE         | 17          | 85                      | 97      | 3              |
| 15          | Falsete a Cuatro Caminos   | BP                | NE         | 19          | 64                      | 99      | 1              |

Cuadro 2. Estructura de edades, fecha de establecimiento y fecha de explotación de cada uno de los sitios.

| Sitio | Estructura * | Edad promedio + | Fecha de establecimiento + | Fecha de explotación  |
|-------|--------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|
| 1     | C            | 32              | 1961                       | 1958-1965 y 1970-1979 |
| 2     | 2E           | 24(82)          | 1969(1911)                 | 1958-1965             |
| 3     | 2E           | 28(150)         | 1965(1843)                 | 1958-1965             |
| 4     | 2E           | (18)28          | (1975)1965                 | 1958-1965             |
| 5     | 2E           | 35(65)          | 1958(1928)                 | corta selectiva       |
| 6     | C            | 27              | 1966                       | 1958-1965             |
| 7     | 2E           | 28(52)          | 1965(1941)                 | 1958-1965             |
| 8     | C            | 97              | 1896                       |                       |
| 9     | C            | 38              | 1955                       | 1958-1965             |
| 10    | 2E           | (17)35          | (1976)1958                 | 1958-1965             |
| 11    | C            | 29              | 1964                       | 1958-1965             |
| 12    | 2E           | 32(71)(188)     | 1961(1922)(1805)           | 1958-1965 y 1970-1979 |
| 13    | C            | 31              | 1962                       | 1958-1965             |
| 14    | 2E           | 30(106)         | 1963(1887)                 | 1958-1965             |
| 15    | 2E           | 31(134)         | 1962(1859)                 | 1958-1965             |

+ En rodales de dos edades se indica la edad promedio del estrato dominante (en terminos de densida) y entre parentesis la edad promedio para el estrato de árboles más viejos que corresponden a los semilleros. En la misma forma aparece la fecha de establecimiento.

\* (C) = estructura coetánea

(2E) = estructura de dos edades.

Cuadro 3. Edad promedio ( $\pm S\bar{x}$ ) por clase diamétrica de cada uno de los sitios

| Clase Ø | Sitio 1             | Sitio 2            | Sitio 3            | Sitio 4            | Sitio 5         | Sitio 6            | Sitio 7             |
|---------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| 5-10    |                     |                    | 21.3( $\pm 2.73$ ) | 18.5( $\pm 1.50$ ) |                 |                    | 21.7( $\pm 3.77$ )  |
| 11-15   |                     | 22( $\pm 2.08$ )   |                    | 24( $\pm 1.95$ )   | 29( $\pm 4.5$ ) | 22*                | 20.5( $\pm 1.50$ )  |
| 16-20   | 29.25( $\pm 2.78$ ) | 25.6( $\pm 3.67$ ) | 29.6( $\pm 1.45$ ) |                    |                 | 25*                | 34*                 |
| 21-25   | 29*                 | 23( $\pm 1.0$ )    | 31*                | 23*                |                 | 25.5( $\pm 1.55$ ) | 31( $\pm 0.87$ )    |
| 26-30   | 36*                 | 23.6( $\pm 1.45$ ) | 33.5( $\pm 0.50$ ) | 21*                |                 |                    |                     |
| 31-35   | 34.5( $\pm 0.50$ )  | 22*                |                    | 35*                |                 | 31*                | 30( $\pm 0.0$ )     |
| 36-40   | 34*                 | 26( $\pm 1.0$ )    |                    | 27*                |                 | 32*                | 32*                 |
| 41-45   | 35.5( $\pm 0.50$ )  |                    |                    | 32*                |                 |                    | 29( $\pm 2.0$ )     |
| 46-50   |                     |                    | 135*               | 30.5( $\pm 1.50$ ) | 49*             |                    | 52.5( $\pm 24.56$ ) |
| 51-55   |                     |                    |                    |                    | 38*             |                    |                     |
| 56-60   |                     | 82*                |                    |                    | 65*             |                    |                     |
| 61-65   |                     |                    | 170*               | 33*                |                 |                    |                     |
| >65     |                     |                    | 146*               |                    |                 |                    |                     |

(\*) árbol unico de esa clase.



Cuadro 3. Continuación.

| Clase Ø | Sitio 8            | Sitio 9            | Sitio 10           | Sitio 11        | Sitio 12            | Sitio 13           | Sitio 14           | Sitio 15         |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 5-10    |                    |                    | 16.7( $\pm 0.47$ ) |                 | 23*                 | 15*                |                    |                  |
| 11-15   |                    | 33*                | 33.3( $\pm 2.18$ ) |                 | 35*                 |                    |                    | 28*              |
| 16-20   | 61*                |                    | 31.3( $\pm 2.72$ ) | 26( $\pm 4.0$ ) | 34( $\pm 6.01$ )    | 32*                | 27*                | 30*              |
| 21-25   | 88*                | 36*                | 39*                | 34*             |                     | 33( $\pm 0.0$ )    | 27.6( $\pm 2.18$ ) | 35*              |
| 26-30   | 92*                | 38*                | 38*                |                 | 33*                 | 35*                | 25*                | 31*              |
| 31-35   | 82*                | 39*                | 36*                | 28*             | 59*                 | 35*                | 30*                |                  |
| 36-40   |                    | 40.5( $\pm 1.50$ ) |                    |                 | 30*                 | 38*                |                    |                  |
| 41-45   | 93.6( $\pm 4.26$ ) | 34( $\pm 0.0$ )    |                    |                 | 32*                 | 31.5( $\pm 0.50$ ) | 35.5( $\pm 1.50$ ) | 32( $\pm 1.0$ )  |
| 46-50   |                    | 43*                |                    | 32*             |                     | 31*                |                    |                  |
| 51-55   |                    |                    | 47*                |                 | 34*                 |                    |                    | 31*              |
| 56-60   | 125( $\pm 25.75$ ) | 44*                |                    |                 | 188*                | 28*                |                    |                  |
| 61-65   | 84*                | 39*                |                    |                 |                     |                    | 106*               |                  |
| >65     |                    |                    |                    |                 | 76.5( $\pm 20.56$ ) |                    |                    | 134( $\pm 3.0$ ) |

(\*) árbol unico de esa clase.

Cuadro 4. Diámetro promedio  $\pm S\bar{x}$ , sesgo y kurtosis de las distribuciones diamétricas por sitio.

| Sitio | DAPx $\pm S\bar{x}$ (cm) | Sx    | Sesgo   | Kurtosis |
|-------|--------------------------|-------|---------|----------|
| 1     | 26.26 $\pm$ 1.03         | 6.88  | 0.6946  | 0.2816   |
| 2     | 23.05 $\pm$ 1.45         | 11.88 | 2.0422  | 7.0428   |
| 3     | 21.19 $\pm$ 1.62         | 12.86 | 1.8976  | 5.3527   |
| 4     | 21.13 $\pm$ 2.30         | 13.45 | 1.3400  | 1.5433   |
| 5     | 41.1 $\pm$ 8.37          | 23.62 | -0.3204 | -1.9580  |
| 6     | 31.79 $\pm$ 3.51         | 17.21 | 2.3590  | 6.4658   |
| 7     | 21.61 $\pm$ 1.88         | 13.58 | 0.3064  | -1.2539  |
| 8     | 42.15 $\pm$ 2.30         | 13.01 | 0.1672  | -0.7992  |
| 9     | 37.60 $\pm$ 2.73         | 11.91 | 0.1123  | 0.1796   |
| 10    | 13.44 $\pm$ 1.30         | 9.07  | 2.2199  | 7.6530   |
| 11    | 29.5 $\pm$ 4.58          | 11.18 | 0.7564  | 0.2276   |
| 12    | 23.16 $\pm$ 2.48         | 16.67 | 1.5601  | 2.5925   |
| 13    | 32.28 $\pm$ 1.44         | 10.81 | -0.4596 | -0.1625  |
| 14    | 23.55 $\pm$ 1.22         | 11.06 | 0.5261  | 0.2392   |
| 15    | 30.85 $\pm$ 1.68         | 13.39 | 3.1981  | 15.3680  |

Cuadro 5. Incremento medio anual en diámetro (cm/año,  $\pm S\bar{x}$ ) por clase diamétrica de cada sitio.

| Clase $\emptyset$ | Sitio 1             | Sitio 2             | Sitio 3            | Sitio 4            | Sitio 5            | Sitio 6            | Sitio 7            |
|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 5-10              |                     |                     | 0.34( $\pm 0.04$ ) | 0.45( $\pm 0.07$ ) |                    |                    | 0.42( $\pm 0.05$ ) |
| 11-15             |                     | 0.64( $\pm 0.035$ ) |                    | 0.57( $\pm 0.02$ ) | 0.43( $\pm 0.06$ ) | 0.70*              | 0.64( $\pm 0.09$ ) |
| 16-20             | 0.59( $\pm 0.04$ )  | 0.80( $\pm 0.08$ )  | 0.58( $\pm 0.02$ ) |                    |                    | 0.66*              | 0.58*              |
| 21-25             | 0.72*               | 0.99( $\pm 0.04$ )  | 0.70*              | 1.06*              |                    | 0.93( $\pm 0.08$ ) | 0.76( $\pm 0.05$ ) |
| 26-30             | 0.84*               | 1.22( $\pm 0.10$ )  | 0.84( $\pm 0.05$ ) | 1.30*              |                    |                    |                    |
| 31-35             | 0.94( $\pm 0.02$ )  | 1.61*               |                    | 1.00*              |                    | 1.01*              | 1.1( $\pm 0.0$ )   |
| 36-40             | 1.07*               | 1.51( $\pm 0.03$ )  |                    | 1.37*              |                    | 1.12*              | 1.15*              |
| 41-45             | 1.21( $\pm 0.009$ ) |                     |                    | 1.28*              |                    |                    | 1.62*              |
| 46-50             |                     |                     | 0.35*              | 1.56( $\pm 0.11$ ) | 0.97*              |                    | 1.16( $\pm 0.53$ ) |
| 51-55             |                     |                     |                    |                    | 1.36*              |                    |                    |
| 56-60             |                     | 0.70*               |                    |                    | 0.92*              |                    |                    |
| 61-65             |                     |                     | 0.37*              | 1.90*              |                    |                    |                    |
| > 65              |                     |                     | 0.51*              |                    |                    |                    |                    |

(\*) árbol unico de esa clase.



Cuadro 5. Continuación.

| Clase Ø | Sitio 8     | Sitio 9     | Sitio 10    | Sitio 11    | Sitio 12    | Sitio 13    | Sitio 14    | Sitio 15    |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 5-10    |             |             | 0.43(±0.03) |             | 0.43*       | 0.35*       |             |             |
| 11-15   |             | 0.46*       | 0.41(±0.02) |             | 0.41*       |             |             | 0.42*       |
| 16-20   | 0.30*       |             | 0.56(±0.06) | 0.68(±0.13) | 0.48(±0.08) | 0.59*       | 0.65*       | 0.61*       |
| 21-25   | 0.27*       | 0.63*       | 0.55*       | 0.73*       |             | 0.70(±0.04) | 0.86(±0.04) | 0.71*       |
| 26-30   | 0.33*       | 0.71*       | 0.71*       |             | 0.87*       | 0.82*       | 1.06*       | 0.96*       |
| 31-35   | 0.42*       | 0.84*       | 0.90*       | 1.17*       | 0.53*       | 0.94*       |             |             |
| 36-40   |             | 0.92(±0.02) |             |             | 1.26*       | 0.97*       | 1.19*       |             |
| 41-45   | 0.46(±0.03) | 1.25(±0.0)  |             |             | 1.37*       | 1.4(±0.05)  | 1.19(±0.07) | 1.39(±0.02) |
| 46-50   |             | 1.08*       |             | 1.53*       |             | 1.62*       |             |             |
| 51-55   |             |             | 1.15*       |             | 1.52*       |             |             | 1.77*       |
| 56-60   | 0.50(±0.11) | 1.30*       |             |             | 0.30*       | 2.14*       |             |             |
| 61-65   | 0.76*       | 1.62*       |             |             |             |             | 0.57*       |             |
| >65     |             |             |             |             | 1.06(±0.37) |             |             | 0.64(±0.13) |

(\*) árbol unico de esa clase.

Cuadro 6. Indicadores de perturbación de cada uno de los sitios.

| Nº de Sitio | % de árboles con marcas de fuego | No. tocones por sitio. | Grado de perturbación |
|-------------|----------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1           | 55                               | 0                      | 3                     |
| 2           | 1                                | 10                     | 3                     |
| 3           | 18                               | 3                      | 3                     |
| 4           | 2                                | 5                      | 3                     |
| 5           | 3                                | 1                      | 4                     |
| 6           | 68                               | 2                      | 5                     |
| 7           | 8                                | 4                      | 3                     |
| 8           | 97                               | 0                      | 5                     |
| 9           | 10                               | 6                      | 3                     |
| 10          | 12                               | 0                      | 4                     |
| 11          | 4                                | 2                      | 3                     |
| 12          | 12                               | 1                      | 2                     |
| 13          | 7                                | 3                      | 4                     |
| 14          | 46                               | 3                      | 5                     |
| 15          | 63                               | 2                      | 5                     |

Grado de perturbación

0=nulo

1=muy bajo

2=bajo

3=regular

4=alto

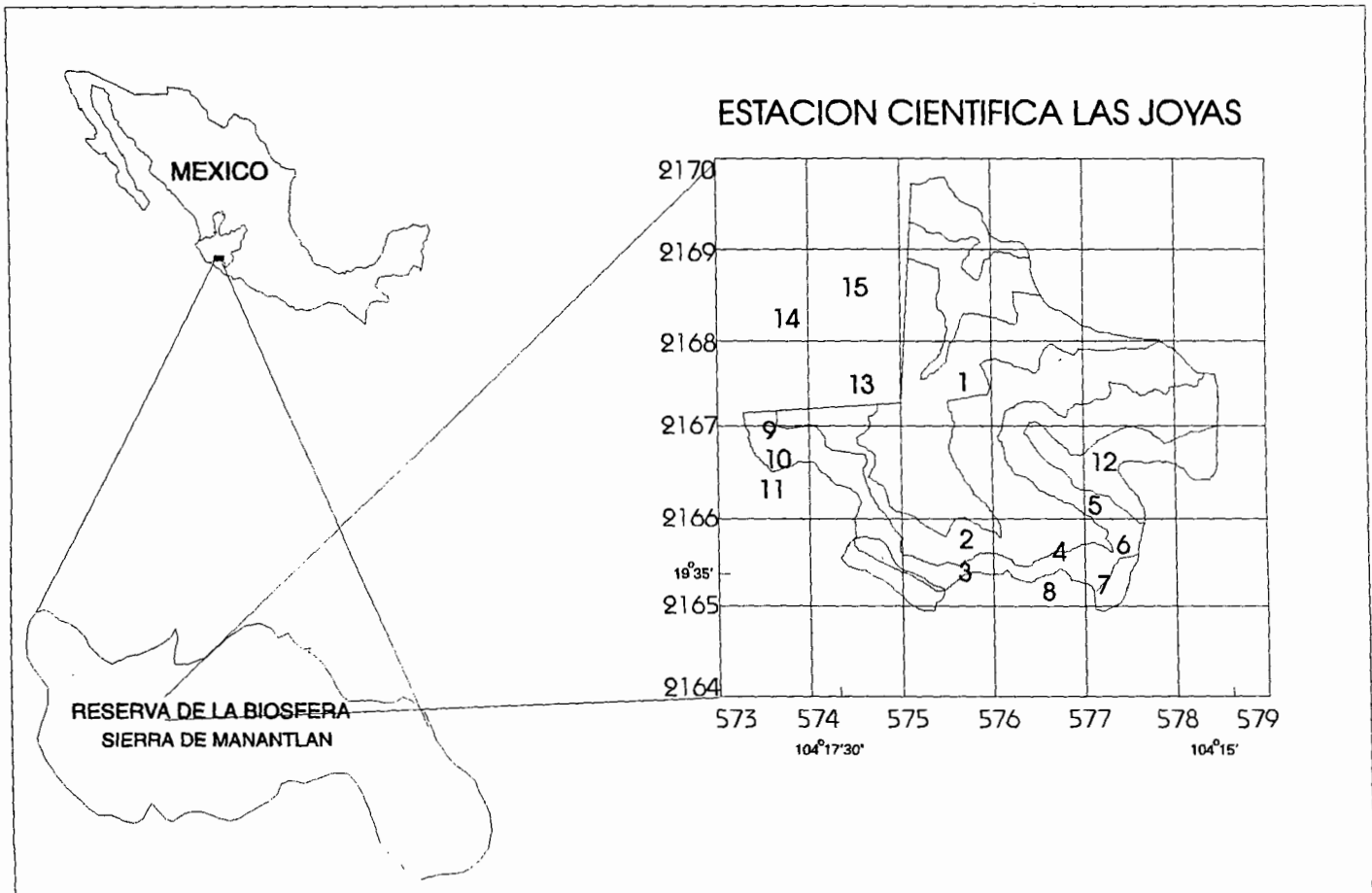
5=muy alto

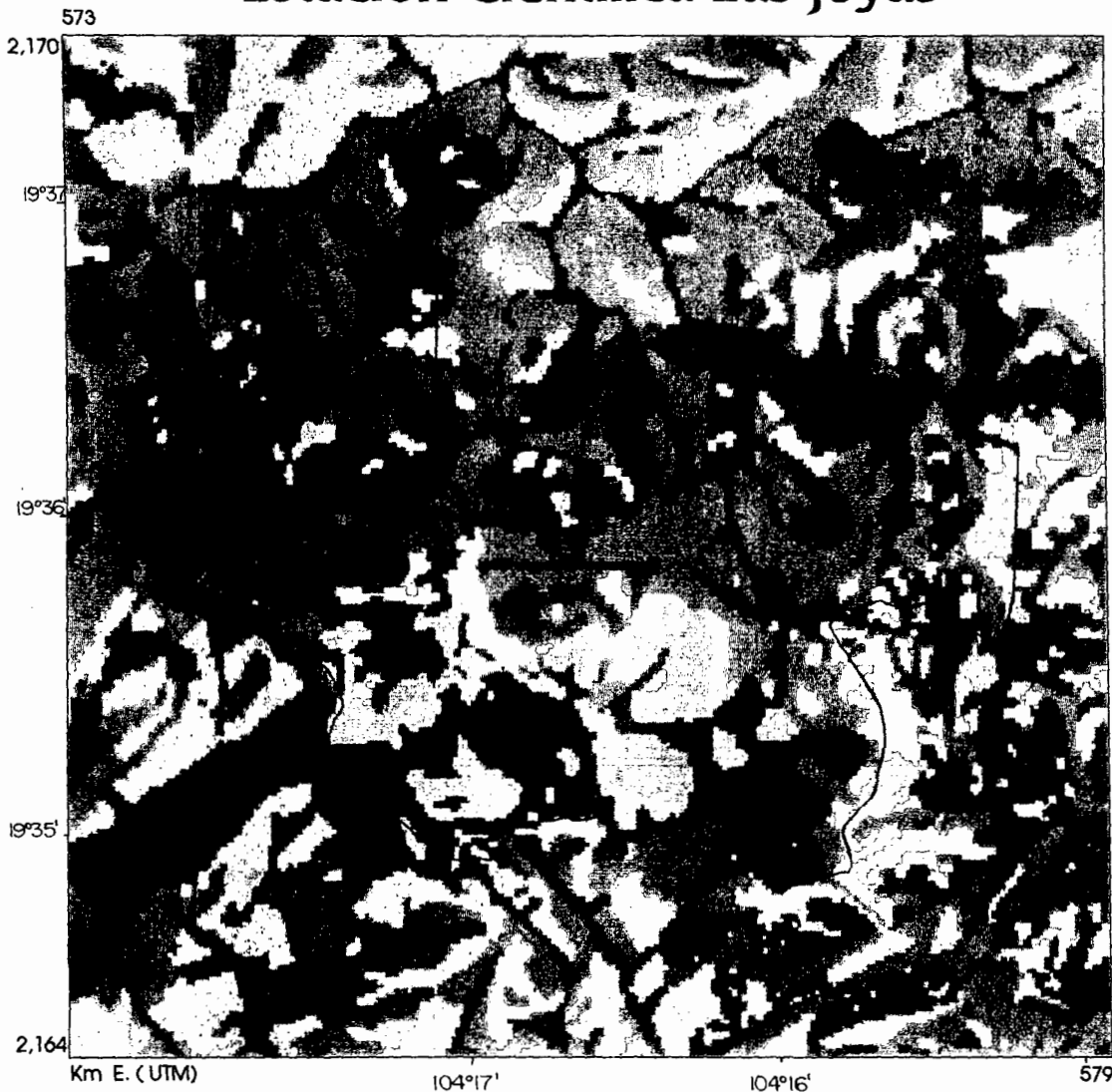
Fuente: Jardel *et al.* 1996.

Cuadro 7. Edad promedio ( $\pm S\bar{x}$ ), e IMA, incremento medio anual en diámetro (cm/año) de los 15 sitios.

| <i>CLASE</i><br>$\emptyset$ | <i>EDAD</i> $\bar{x}$<br>$\pm S\bar{x}$ | <i>IMA</i> $\bar{x}$<br>$\pm S\bar{x}$ |
|-----------------------------|---|--|
| 5-10                        | 19.36 $\pm$ 1.28                        | 0.40 $\pm$ 0.018                       |
| 11-15                       | 27.42 $\pm$ 1.84                        | 0.52 $\pm$ 0.039                       |
| 16-20                       | 30.5 $\pm$ 9.21                         | 0.59 $\pm$ 0.034                       |
| 21-25                       | 35.50 $\pm$ 4.78                        | 0.73 $\pm$ 0.055                       |
| 26-30                       | 37.01 $\pm$ 6.06                        | 0.87 $\pm$ 0.079                       |
| 31-35                       | 38.81 $\pm$ 4.92                        | 0.95 $\pm$ 0.094                       |
| 36-40                       | 32.43 $\pm$ 1.77                        | 1.17 $\pm$ 0.062                       |
| 41-45                       | 32.81 $\pm$ .77                         | 1.24 $\pm$ 0.106                       |
| 46-50                       | 39.66 $\pm$ 4.01                        | 1.18 $\pm$ 0.169                       |
| 51-55                       | 37.5 $\pm$ 3.47                         | 1.45 $\pm$ 0.130                       |
| 56-60                       | 88.66 $\pm$ 22.11                       | 0.97 $\pm$ 0.272                       |
| 61-65                       | 86.4 $\pm$ 22.39                        | 1.04 $\pm$ 0.302                       |
| $\geq 65$                   | 118 $\pm$ 17.53                         | 0.73 $\pm$ 0.165                       |

FIGURA 1. LOCALIZACION DE LA ESTACION CIENTIFICA LAS JOYAS





ESCALA 1:30,000

0 450 900m

## Vegetación 1990

-  BMM
-  BQP
-  BPQ
-  BP
-  RP
-  ms



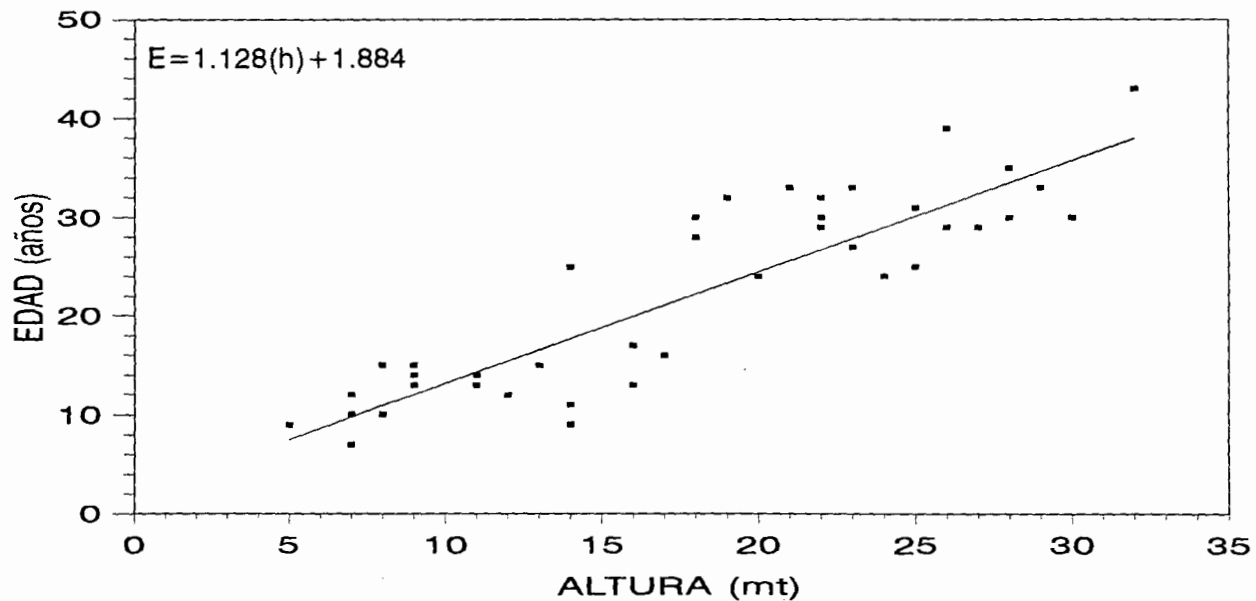


Figura 3. Regresión de la edad con la altura de árboles dominantes  
 $r^2=0.78$ ,  $F=141.86$ ,  $P<0.001$

573

2.170

19° 37'

19° 36'

19° 35'

2.164

Km E. (UTM)

104° 17'

104° 16'

104° 15'



579



## EDAD DE LOS RODALES (1990)

Edades múltiples

■ BMM

Coetáneos o dos edades  
(BPQ, BP)

■ > 24 años

■ 13-24 años

■ 7-13 años

■ < 7 años

Otros

□ BQ

□ m-p-a

□ SCV

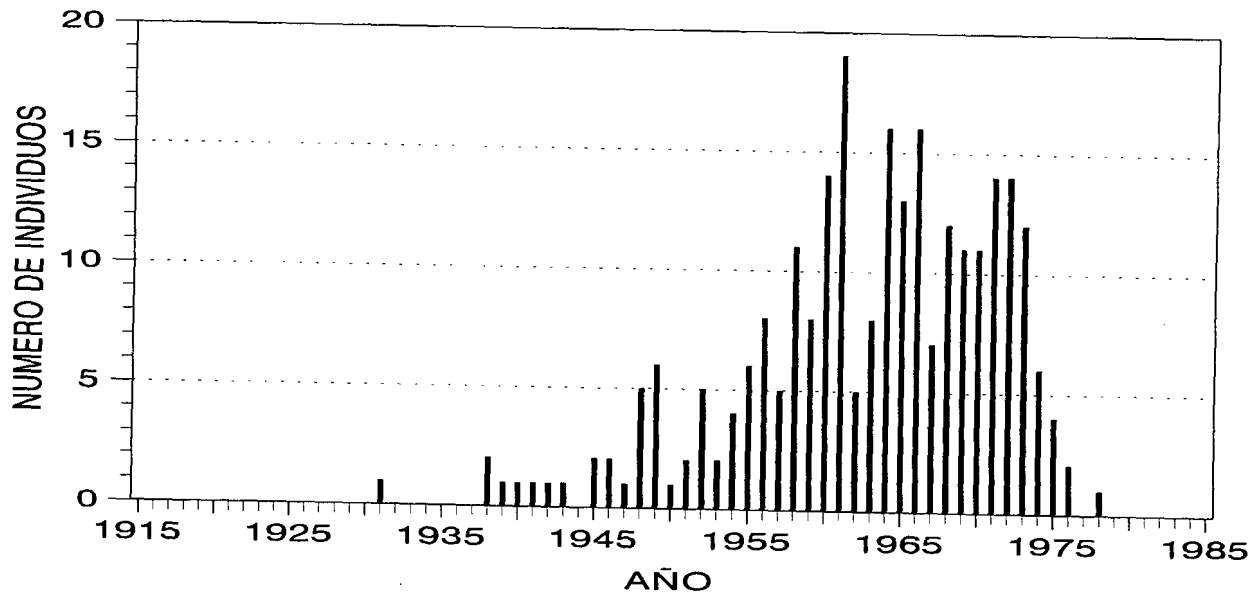
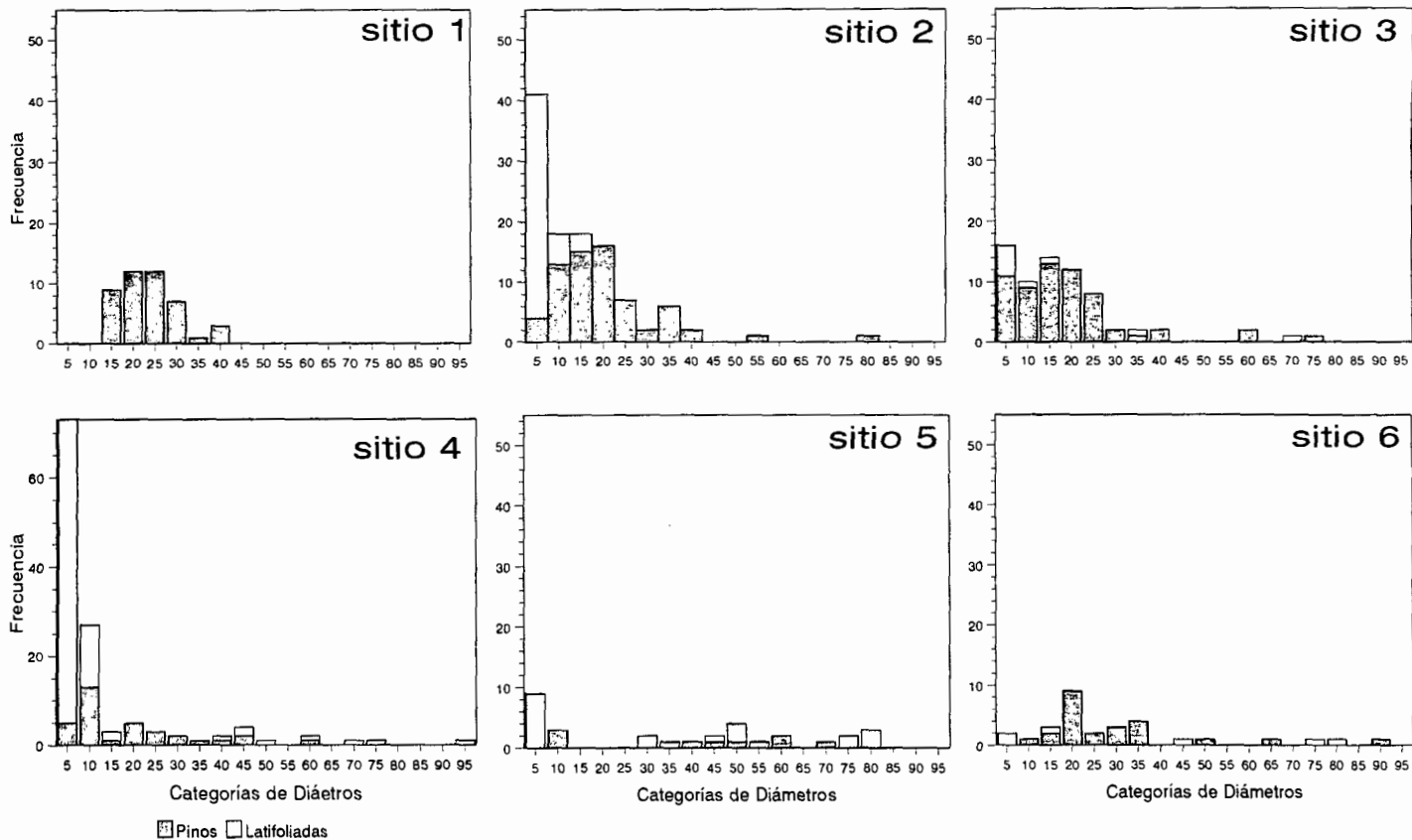
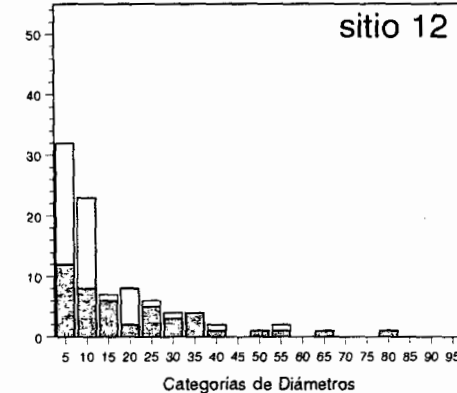
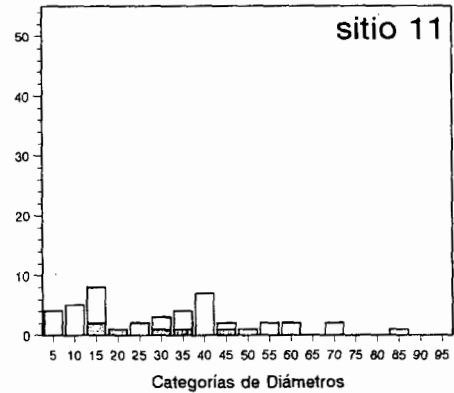
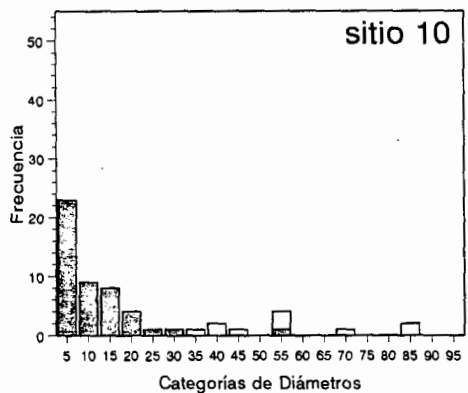
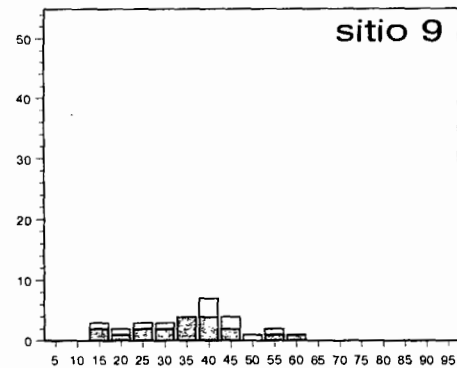
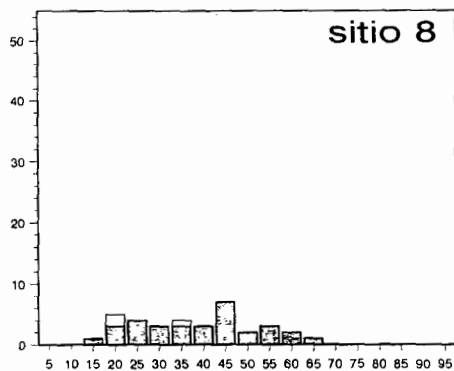
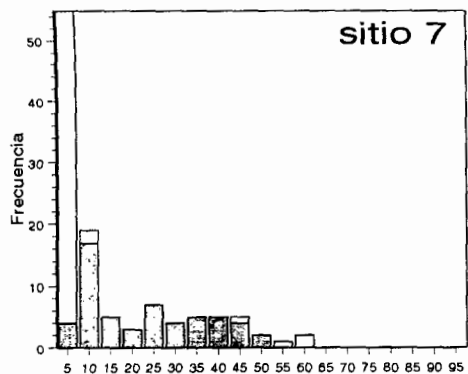


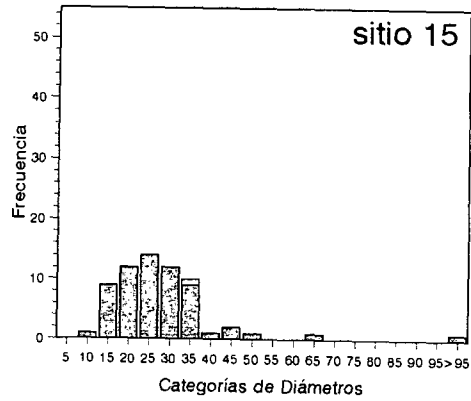
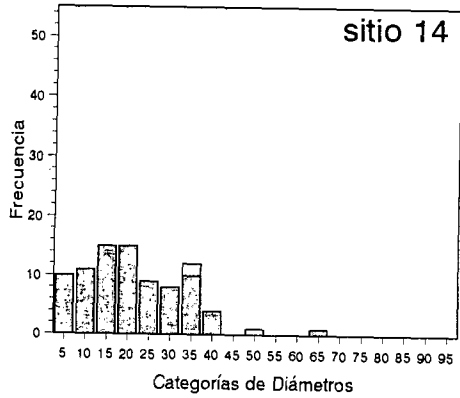
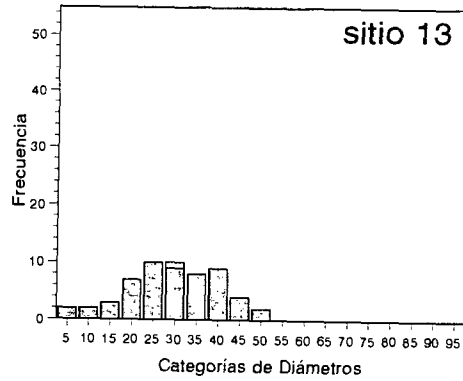
Figura 5. Frecuencia de árboles por año de establecimiento, indicando períodos de mayor regeneración.





■ Pinos □ Latifoliadas

Figura 6. Continuación.



■ Pinos □ Latifoliadas

Figura 6. Continuación.

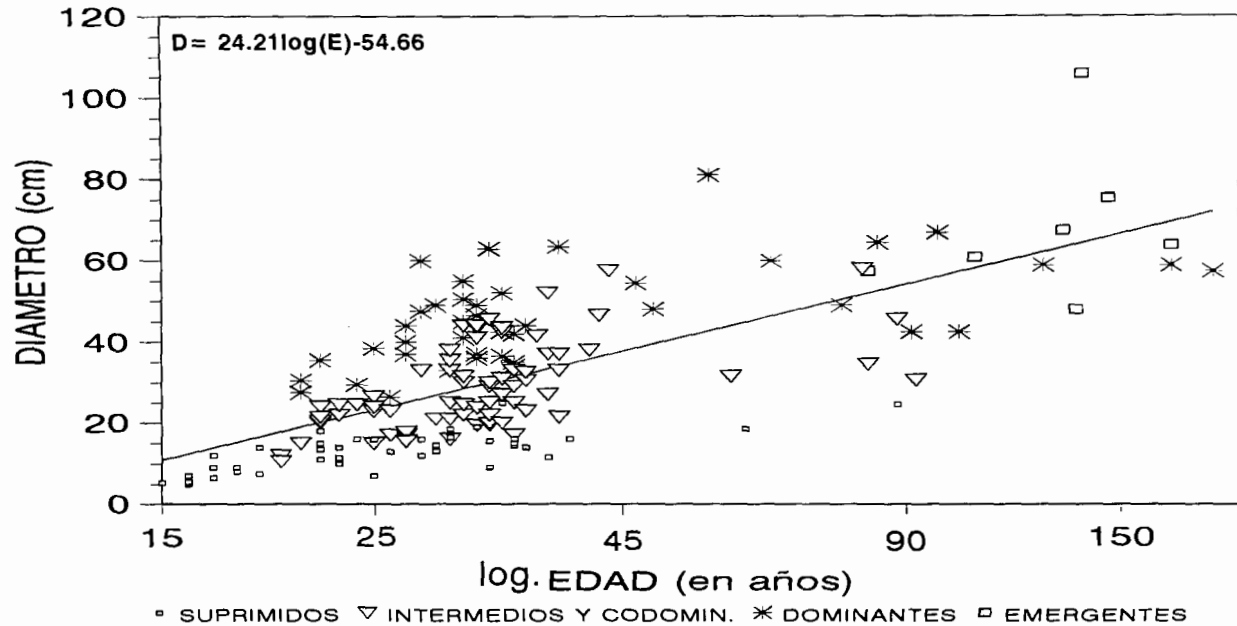


Figura 7. Regresión lineal entre el diámetro y la edad con transformación logarítmica, donde D= diámetro y log(E) es logaritmo base 10 de la edad.  
 $r^2=0.48$ ,  $F=156.99$ ,  $P<0.0001$

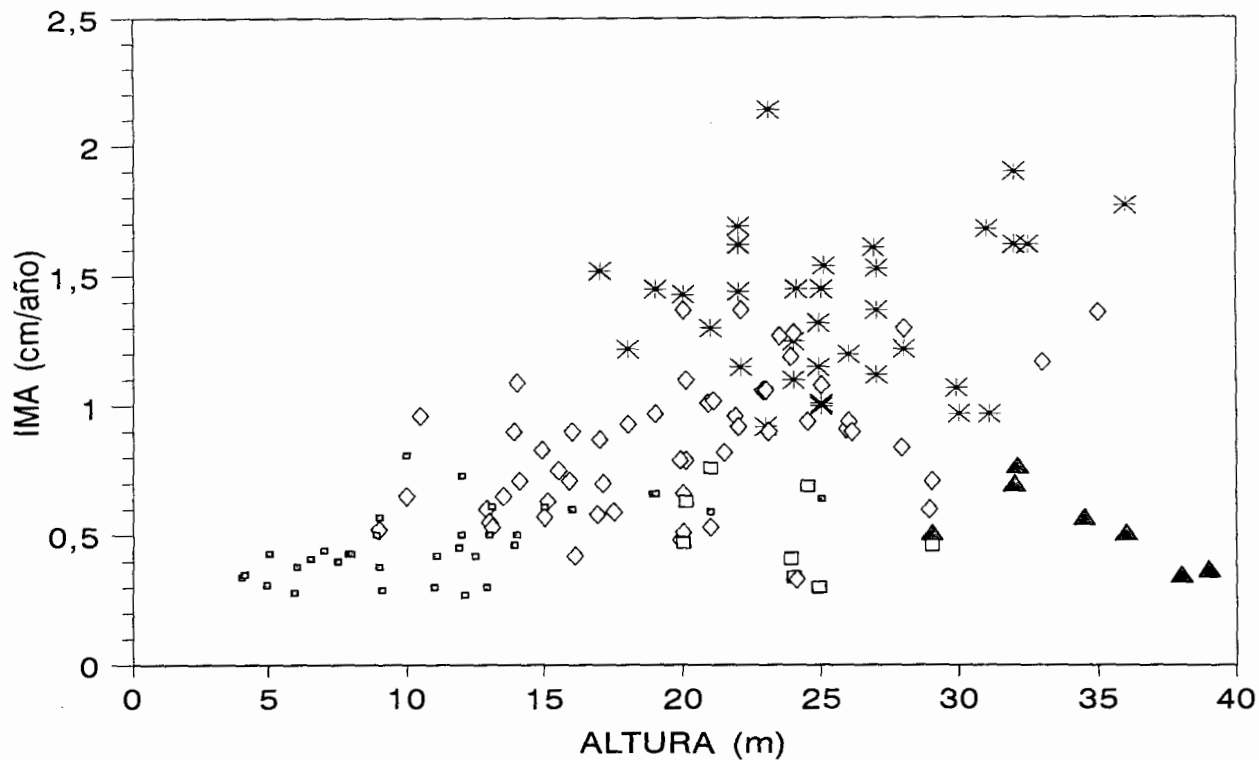


Figura 8. Relación del incremento medio anual en diámetro y la posición en el dosel de árboles individuales.



Apéndice (a).Ejemplares de referencia de las especies arbóreas encontradas en los sitios

| Especie  | Ejemplar de referencia | SITIOS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|--|------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|  |                        | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| <i>Alnus jorullensis</i> H.B.K.  | R.Cuevas G. 4513       | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.   | R.Cuevas G. 1207       | 0      | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Carpinus tropicalis</i> Furlow <i>C. caroliniana</i> s. l.                            | E.Jardel P. 71         | 0      | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| <i>Cinnamomum pachypodium</i> (Née) Kostern.   | E.Jardel P. 33.70.190  | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Clethra</i> sp.   | E.Jardel P. 63         | 0      | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Clusia salvinii</i> J.D.Smith   | R.Cuevas G. 1243       | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Cornus discolora</i> Sessé & Moc. ex DC.  | R.Cuevas G. 1311       | 0      | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ilex brandegeana</i> Loes   | R.Cuevas G. 4461       | 0      | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Magnolia illisiana</i> Vázquez.   | R.Cuevas G. 3827       | 0      | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Pinus douglasiana</i> Martínez.   | R.Cuevas G. 1203       | 1      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| <i>Pinus herrerae</i> Martínez.  | R.Cuevas G. 4524       | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schlecht.  | R.Cuevas G. 1214       | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| <i>Quercus candicans</i> Née.  | R.Cuevas G. 1222       | 0      | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| <i>Q. praineana</i> Trel.  | R.Cuevas G. 1338       | 0      | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Q. salicifolia</i> Née.   | R.Cuevas G. 1268       | 0      | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Q. scytophylla</i> Liebm.   | R.Cuevas G. 1202       | 0      | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Q. xalapensis</i> Humb. & Bonpl. [ <i>Q. acutifolia</i> , incl. <i>Q. gravensis</i> ] | R.Cuevas G. 1297       | 0      | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Symplococarpon purpusii</i> (Brandegge) Kabuski [ <i>S. hintonii</i> ]                | E.Jardel P. 102        | 0      | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Symplocos citrae</i> Lex. [ <i>S. prionophylla</i> ].                                 | R.Cuevas G. 4396       | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Styrax argenteus</i> nov., fide P. Fritsch.   | E.Jardel P. 73. 1251   | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ternstroemia lineata</i> Dc. subsp. lineata   | E.Jardel P. 65, 134    | 0      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Zinowiewia concinna</i> Lundell.  | Luis Guzman 1029       | 0      | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Nota. Datos del proyecto. Dinámica del paisaje y sucesión de bosques subtropicales de montaña. Enrique Jardel P. responsable.

Todos los ejemplares se encuentran en el herbario Zea.