

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

## FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



ESTRUCTURA Y DISTRIBUCION DE LAS POBLACIONES DE  
Abies sp. EN CERRO GRANDE, MUNICIPIOS DE TOLIMAN,  
JALISCO Y MINATITLAN, COLIMA

---

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A  
BLANCA LORENA FIGUEROA RANGEL  
GUADALAJARA, JALISCO 1991

---

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS POBLACIONES DE Abies sp. EN  
CERRO GRANDE, MUNICIPIOS DE TOLIMÁN, JALISCO Y MINATITLÁN,  
COLIMA.

Blanca Lorena Figueroa Rangel

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

DIRECTOR DE TESIS: M.C. Lázaro R. Sánchez Velásquez.

## DEDICATORIA

A mis padres Blanca Ofelia y Juan Alberto  
por su inacabable amor.

A mis hermanos Luis Gerardo, Maria de los Angeles,  
Juan Carlos y Jorge Alfredo con cariño por este tiempo que  
debimos compartir juntos.

A Miguel con todo mi amor.

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al M. en C. Lázaro Rafael Sánchez Velásquez Director honorario de este trabajo por su orientación y apoyo en el desempeño del mismo.

Al M. en C. Saúl Moreno Gómez Coordinador del área de Manejo Forestal del Laboratorio Natural Las Joyas por sus valiosas aportaciones, orientación y apoyo en la elaboración de este trabajo.

Al M. en C. Enrique Jardel Peláez Director del Laboratorio Natural Las Joyas por sus recomendaciones y apoyo.

A Mónica Rodríguez Orozco y Oscar Sánchez Jiménez por su bella amistad y ayuda en la toma de datos de campo.

A Raquel Alvarez Rodríguez por su incomparable apoyo en la corrección e impresión de este trabajo.

A Irene, Yolanda, Martín, Alejandra, Arnulfo, Ricardo, Miguel, Rocio, Noé, Memi, Chayito y Chuy por su amistad y ayuda.

Al Ing. Ramón Cuevas G. por las valiosas aportaciones que brindó a este trabajo.

Al Biólogo Salvador García Ruvalcaba por la valiosa elaboración de los perfiles de vegetación.

A Ing. Angel Aguirre García por su excelente apoyo cartográfico y elaboración de figuras.

Al M. en C. Manuel Pío Rosales Almendra por su apoyo en la parte estadística del mismo.

Al M. en C. Jorge Medina Viedas y G.F.B. Dolores Armienta de Medina por quienes fue posible mi ingreso en esta Universidad.

ESTA TESIS FUE REALIZADA CON EL APOYO DE UNA BECA TESIS OTORGADA POR LA D.I.C.S.A. (Dirección de Investigación Científica y Superación Académica) DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Indice de figuras.....	i
Indice de cuadros.....	ii
Resumen.....	iii
1. <u>Introducción</u> .....	1
2. Objetivos.....	3
3. Antecedentes.....	4
3.1. Estructura de la vegetación.....	4
3.2. Estructura vertical.....	6
3.3. Estructura horizontal.....	7
3.4. Estructura cuantitativa.....	9
3.5. Estructura de edades y tamaños.....	14
4. Descripción del área de estudio.....	16
4.1. Ubicación.....	16
4.2. Fisiografía.....	16
4.3. Clima.....	16
4.4. Geología.....	17
4.5. Suelos.....	17
4.6. Vegetación.....	18
4.7. Antecedentes de aprovechamientos.....	18
4.8. Situación especial.....	19
5. Descripción botánica de <u>Abies religiosa</u> y <u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u> .....	20
5.1. <u>Abies religiosa</u> .....	20
5.2. <u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u> .....	22
5.3. Importancia económica.....	23

5.4.	Importancia ecológica	25
6.	Metodología	27
6.1	Método de muestreo	27
6.2.	Análisis de datos	29
7.	Resultados	34
7.1.	Descripción de los sitios y Estructura vertical	34
7.2.	Regeneración	36
7.3.	Patrón espacial (Estructura horizontal)	38
7.4.	Distribución diamétrica	39
7.5.	Relación Edad-DN de <u>Abies religiosa</u> y <u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>	39
8.	Discusión	41
9.	Conclusiones	49
10.	Recomendaciones	51
11.	Literatura citada	53
12.	Apéndice	83

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.
- Figura 2. Localización de las poblaciones de Abies religiosa y Abies religiosa var. emarginata en Cerro Grande de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán.
- Figura 3. Perfil de vegetación del rodal I.
- Figura 4. Perfil de vegetación del rodal II.
- Figura 5. Perfil de vegetación del rodal III.
- Figura 6. Perfil de vegetación del rodal IV.
- Figura 7. Distribución de clases de altura de todas las especies regenerando en los cuatro rodales.
- Figura 8. Distribuciones de altura de individuos < 1.30 m  
a) rodal I, b) rodal II, c) rodal III, d) rodal IV.
- Figura 9. Distribución diamétrica de especies arbóreas;  
a) rodal I, b) rodal II, c) rodal III, d) rodal IV.
- Figura 10. Relación Edad-DN de Abies religiosa y Abies religiosa var. emarginata.

## INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Características de sitio de todos los rodales estudiados.
- Cuadro 2. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura del arbolado del rodal I.
- Cuadro 3. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura del arbolado del rodal II.
- Cuadro 4. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura del arbolado del rodal III.
- Cuadro 5. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura del arbolado del rodal IV.
- Cuadro 6. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plántulas y renuevos del rodal I.
- Cuadro 7. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plántulas y renuevos del rodal II.
- Cuadro 8. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plántulas y renuevos del rodal III.
- Cuadro 9. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plántulas y renuevos del rodal IV.
- Cuadro 10. Valores de índices de agregación de Clark y Evans del total de individuos y por clase diamétrica de Abies religiosa y Abies religiosa var. emarginata en los cuatro rodales.

## RESUMEN

Este trabajo describe la estructura y distribución de las poblaciones de Abies religiosa y Abies religiosa var. emarginata en el área de Cerro Grande, perteneciente a la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán en los Estados de Jalisco y Colima.

Se efectuó un análisis de los cuatro rodales de ambas variedades existentes en el área, tomando en cuenta la estructura vertical (estratificación), la estructura horizontal (patrón de distribución) por medio del índice de Clark y Evans, la distribución de clases diamétricas, la abundancia por especie y la relación edad-diámetro.

Se determinó la abundancia en base a la densidad y también se tomó la frecuencia y dominancia (área basal) en valores absolutos y relativos de las dos variedades de Abies religiosa y de las especies a las que se encuentran asociadas, así como su valor de importancia en base a la suma de los valores relativos de abundancia de cada especie.

Los resultados explican que la posición en el dosel de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata depende de las características propias del rodal, de los procesos de competencia a los que están sujetos los individuos y del historial de manejo. Los individuos de ambas variedades presentaron un patrón de distribución aleatorio en los cuatro rodales. La densidad fue alta en los rodales I, II y III, sin embargo en área basal tuvieron valores bajos. Su distribución de clases de tamaño diamétrico es típica de una especie tolerante a la sombra.

La relación edad-diámetro mostró una tasa de incremento anual del diámetro de 0.792 cm para A. religiosa y de 0.903 cm para A. religiosa var. emarginata.

Se concluye que, en el rodal I A. religiosa está siendo codominado por Pinus pseudostrobus. En el rodal II A. religiosa var. emarginata y A. religiosa dominan el estrato vertical pero su regeneración es baja. En el rodal III A. religiosa var. emarginata domina el estrato vertical y presenta los valores de abundancia mayores, junto a una excelente regeneración. En el rodal IV, la misma variedad del rodal III, presenta un comportamiento totalmente opuesto.

## 1. INTRODUCCION

De la superficie forestal nacional (143.6 millones de hectáreas) 27.5 millones son de bosques de coníferas y latifoliadas (CNIDS 1988), los bosques de coníferas caracterizan muchos sectores del territorio mexicano, presentando amplia riqueza florística y ecológica (Rzedowski 1978). Este taxón forestal representa la mayor importancia económica del país en el cual se incluye el género Abies.

Este género se encuentra bajo grandes presiones de explotación. En caso de escasez de madera de pino se explota al oyamel (nombre común dado al género) cuando se quiere llenar los requerimientos de volumen de extracción (González Guillén 1985). Aunado a lo anterior, específicamente Abies religiosa ocupa el primer lugar en la demanda para árboles de navidad (González Guillén 1985).

Los factores antes mencionados constituyen una de las innumerables causas que han conducido a la restricción de las poblaciones de Abies sp. en nuestro país por lo cual algunas de sus especies están clasificadas como vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción (Vázquez y Cuevas 1987).

Una comunidad presenta una estructura desde varios puntos de vista; ya sea desde la composición de especies, de la fisonomía referida como estructura física que incluye la estratificación y patrones espaciales, de lo temporal con los cambios diarios y estacionales y lo trófico que involucra transferencia de energía, cadenas alimenticias y niveles tróficos (Brewer 1988).

Desde el punto de vista forestal, Wenger (1984) menciona que la estructura de una población está dada por el número de árboles por especie y su tamaño; la estructura es resultado de los hábitos de crecimiento de las especies, las prácticas de manejo y las condiciones ambientales bajo las cuales se origina y desarrolla una población a través del tiempo.

Kershaw (1973) menciona que la estructura de la vegetación está definida por tres componentes principales: el arreglo vertical de las especies (estratificación), el arreglo horizontal (patrón espacial de los individuos) y la abundancia de cada especie. Esta último puede expresarse de varias formas, desde conteo directo de los individuos hasta el peso seco de materia vegetal producida en una área dada.

Las asociaciones vegetales, específicamente en las comunidades donde se establecen las poblaciones de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata, se distribuyen bajo una estructura específica. Conocer estas asociaciones es de gran apoyo para lograr un manejo sostenible de las especies a través de las bases que establece la silvicultura (Smith 1962).

Conocer la estructura y distribución de las poblaciones de especies vulnerables tales como A. religiosa y A. religiosa var. emarginata presentes en Cerro Grande, Municipios de Minatitlán, Colima y Toluca, Jalisco servirá de apoyo para lograr su conservación in situ y ex situ.

## 2. OBJETIVOS

### General:

- a) Conocer la estructura y distribución de las poblaciones de Abies sp. en Cerro Grande, Estados de Jalisco y Colima.

### Particulares:

- a) Conocer la estructura vertical y horizontal de las poblaciones de Abies religiosa y A. religiosa var. emarginata.
- b) Determinar la estructura cuantitativa de dichas especies en base a su densidad, frecuencia y área basal.
- c) Conocer su distribución en relación a factores abióticos y asociaciones vegetales arbóreas.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Estructura de la vegetación

La descripción de la vegetación puede enfocarse desde dos puntos de vista: el fitosociológico, referido a características estructurales con estudios a pequeña escala y efectuados en áreas grandes; y el florístico, que son estudios de composición de especies, útiles a gran escala en áreas pequeñas (Goldsmith y Harrison 1986).

En las comunidades naturales es apropiado considerar primero aspectos de su estructura y luego de sus funciones y relaciones ambientales (Whittaker 1970). Mueller-Dumbois y Ellenberg (1974) hablan de estructura de la vegetación a cinco niveles,

1. Fisonomía de la vegetación,
2. Estructura de la biomasa,
3. Estructura de las formas de vida,
4. Estructura florística,
5. Estructura del sitio y, citando diversos autores define cada una de ellas:

La fisonomía de la vegetación es la apariencia externa de la vegetación y, aunque la fisonomía es la expresión de al menos tres criterios de vegetación más precisos de los cuales la estructura es sólo una parte, la fisonomía no debe confundirse con la estructura (Fosberg 1961). La estructura de la biomasa se relaciona específicamente a el espaciamiento y altura de las plantas formando la matriz de una cobertura vegetal (Mueller-Dumbois y Ellenberg 1974). La estructura de las formas de vida se relaciona a la composición de formas de crecimiento o formas de

vida de las plantas (Braun-Blanquet 1928 citado por Piñero 1976). La estructura florística se separa usualmente de la estructura en el sentido tradicional como "composición florística". Es recomendable retener dicha separación y no implicarla cuando se usa la palabra estructura sin clarificar conceptos. La estructura del sitio es la distribución de especies y tamaños de los árboles sobre un área forestal, resultado de los hábitos de crecimiento de las especies, condiciones ambientales y prácticas de manejo bajo el cual se origina y desarrolla el sitio (Husch 1972).

Dansereau (1957, citado por Mueller-Dumbois y Ellenberg 1974) definió la estructura de la vegetación como la organización espacial de los individuos que forman un sitio y estableció que los elementos primarios de la estructura son la forma de crecimiento, estratificación y cobertura. Gallegos (1988) menciona que cuando se habla de estructura de los árboles, se refiere a la posición vertical y horizontal de los mismos; la distribución horizontal se manifiesta en el área de crecimiento de cada individuo y la estructura vertical se refleja con la altura. Daniel (1982) considera que la estructura de un rodal o bosque se refiere a la distribución de clases por su edad. Kershaw (1973) define la estructura de la vegetación por medio de tres componentes: 1. Estructura vertical (estratificación de la vegetación). 2. Estructura horizontal (distribución espacial de los individuos o de las especies en una población). 3. Estructura cuantitativa (abundancia de cada especie).

En el presente estudio se describe la estructura tomando en cuenta lo establecido por Kershaw (1973), además se integró el

punto de vista sobre la distribución de clases por edad (Daniel 1982) y tamaños (Husch 1972).

### 3.2. Estructura vertical

La altura es una de las muchas características que definen a un bosque (Verner 1986). Whittaker (1970) hace notar que la altura representa el eje principal de diferencias entre formas de vida y formas de crecimiento; la mayoría de las comunidades muestran estratificación (diferenciación vertical) donde diferentes especies ocurren a diferentes alturas.

Un sitio perturbado puede ser ocupado por un conjunto de especies con tales diferencias marcadas en la tolerancia a la sombra y promedios de crecimiento que derivan en la formación de estratos; cuando los manejadores de vida silvestre piensan en estratificación vertical se enfocan a cómo los árboles de diferentes edades y tamaños proveen un hábitat multivegetal para individuos animales, provocando con ello una mayor diversidad biológica (Verner 1986).

Newman (1954, citado por Sarukhán 1968) habla de la altura de un árbol como resultado de tres factores: 1. Constitución de la planta controlado por su genotipo, 2. Ambiente total y, 3. Tiempo que ha tenido el árbol para desarrollarse. Para Mueller-Dumbois y Ellenberg (1974) la altura de la planta es usada como un criterio de clasificación de las formas de vida, dando cierta idea de estratificación la cual puede indicarse en diagramas. El método de descripción de la estructura vertical de

la vegetación por medio de diagramas de perfil se debe a Davis-Richards (1933-4). El método consiste en trazar un cuadrante rectangular de longitud y anchura requerida (usualmente no menor de 60 m de longitud y 8 m de anchura). Toda la vegetación bajo una altura arbitraria elegida se elimina; los árboles restantes son cuidadosamente cartografiados registrando sus diámetros, altura total, altura a la primera rama, límite inferior de la corona y anchura de la corona. Para nuestro estudio se eligió dicho método en la descripción de la estructura vertical ya que representa cómo nuestra especie estudiada está ocupando los espacios verticales en competencia por la luz y, por consiguiente su situación en la comunidad.

### 3.3. Estructura horizontal

Las diferencias en el ambiente y las interacciones entre especies son responsables tanto del contagio como de la asociación, donde cada una de ellas en la comunidad tiene su propio modelo de distribución en la población a menudo correlacionado con los modelos de otras especies (Whittaker 1970).

Matteuci y Colma (1982) mencionan que el patrón espacial de una población se refiere a la distribución de sus individuos en el espacio. Sin embargo, como el término "distribución" en estadística significa la forma en que se reparten en las clases posibles los valores de una determinada variable, Pielou (1969) utiliza el vocablo "patrón" para designar la organización o el

ordenamiento espacial de los individuos tomando en cuenta que las variables tienen una distribución dada y las poblaciones un patrón determinado.

Con el objeto de conocer el patrón espacial que tienen las especies, se han desarrollado dos métodos generales de análisis que difieren en el tipo de variable que se registra; en un caso se usan unidades discretas de muestreo como en el caso de la adecuación a una distribución esperada de Poisson (1935), índice de agregación de David y Moore (1954) y prueba de Morisita (1949), en el otro caso la distancia al vecino más cercano como el índice de Hopkins y Skellam e índice de Clark y Evans (Piñero 1976).

La mayoría de las técnicas estadísticas se basan en la comprobación de la hipótesis de distribución de Poisson y, el ajuste de los datos a otras distribuciones en caso de que el patrón no resulte aleatorio (Goodall 1952, 1970, Pielou 1969, 1974, citados por Kershaw 1973). Svedberg (1922, citado por Cottam y Curtis 1949) fueron los primeros ecólogos en probar la distribución natural de organismos empleando la distribución binomial y las series Poisson. Viktorov (1947, citado por Clark-Evans 1954) registró la distancia de una planta a otro individuo cualquiera y uso esta información para estimar la variabilidad de sus distancias. Cottam y Curtis (1949) intentaron determinar el promedio de las distancias entre los árboles en una área forestal utilizando pares de individuos seleccionados aleatoriamente. Dice (1952) fue el primero en utilizar la distancia entre vecinos más cercanos para medir la desviación de la aleatoriedad. Clark y

Evans (1954) propusieron una medida de espaciamiento tomando la distancia de un individuo a su vecino más cercano, independiente de su dirección. Se obtiene el promedio de las distancias medias observadas y la esperadas de los individuos de la población para obtener la medida de desviación de la aleatoriedad.

El índice de Clark y Evans (1954) se utilizó porque el patrón espacial resultante no depende del tamaño de la unidad de muestreo como lo es para los que usan unidades discretas de muestreo.

### 3.4. Estructura cuantitativa

Tomando en cuenta que las evaluaciones subjetivas de abundancia generan error, los ecólogos se han concientizado en la necesidad de usar medidas cuantitativas para describir la vegetación (Kershaw 1973). La cantidad de individuos de cada especie en una comunidad varía desde las comunes (muy abundantes) hasta las especies raras. Este hecho ha llevado a investigar la relación entre el número de individuos por especie y el número de especies para distintas comunidades (Matteucci y Colma 1932).

Las medidas de cantidad más importantes en una comunidad según Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) son: a) la densidad, b) la frecuencia y c) la dominancia.

3.4.1. Densidad. Es la medida del número de algún atributo por unidad de área; los atributos pueden ser individuos vegetales o porciones de dichos individuos, dependiendo de la morfología de la especie involucrada (Krebs 1985). Si se emplean los datos para

hacer comparaciones entre comunidades utilizando métodos estadísticos es conveniente obtener varias muestras de la densidad en cada comunidad para poder estimar medidas de tendencia central de cada comunidad; se cuentan los individuos en la categoría elegida en cada una de las unidades muestrales ubicadas al azar y se obtiene la densidad de cada unidad muestral (Greig-Smith 1983).

La densidad también puede estimarse a partir de mediciones de distancia entre individuos obtenida a partir de los métodos de distancia de la escuela de Wisconsin (Cottam y Curtis 1956):

a) individuo más cercano (de cualquier especie), b) vecino más cercano (de la misma especie), c) pares al azar y d) punto-cuadrante, donde se considera que la distancia entre individuos es proporcional al área media de cada individuo.

Para describir el papel de la abundancia de una especie en la naturaleza y el curso favorable o desfavorable que seguirá al asociarse con otras especies deben tomarse en cuenta los factores que determinan la densidad de las especies, el papel de la densidad en la determinación del crecimiento, el efecto reproductivo y el papel del potencial reproductivo en la determinación de la abundancia de subsecuentes generaciones (Harper 1977).

La etapa inicial en el desarrollo de un sitio se caracteriza por el crecimiento de pequeños árboles sin interacción competitiva y, la competencia sólo surge cuando existe un factor limitante que disminuye la aptitud reproductiva de los individuos (Long 1983-84).

3.4.2. Frecuencia. Matteuci y Colma (1982) establecen que la frecuencia de una especie es la probabilidad de encontrar dicha especie en una unidad muestral particular, es decir cómo se encuentra distribuida. Tal medida depende del tipo de muestreo, la forma y tamaño de la unidad muestral, así como de la densidad y patrón de las especies.

Sarukhán (1968) menciona que la frecuencia indica la homogeneidad con que los individuos de una especie están repartidos dentro de la comunidad, y por lo tanto su capacidad para soportar todas las microvariaciones que puedan encontrarse en la comunidad.

3.4.3. Dominancia. Se habla frecuentemente de las especies "dominantes" de la comunidad significando con ello que dichas especies son las que ejercen mayor dominio sobre las plantas restantes. Cain (1932) y Cain y Castro (1959, citados por Sarukhán 1968) proponen una clasificación de dominancia distinguiendo los siguientes tipos: I. Dominancia fisiológica o ecológica, II. Dominancia fisonómica y III. Dominancia de familias.

I. Dominancia fisiológica o ecológica la subdivide en:

A. En ecología general: Cobertura del follaje. B. En sentido forestal: Clase de copa del estrato arbóreo y área basal. C. En estudios de pastizales: Área basal.

En el sentido forestal se usa la cobertura estimando la extensión del follaje y los estratos en los que se encuentra, como índice de la dominancia de los árboles. En este sentido se definen como dominantes aquellos árboles con copas extendiéndose

sobre el nivel general de la cobertura de copas y mayores que el promedio de los árboles en el sitio estudiado; los árboles **codominantes** son los que comparten el estrato superior con los dominantes; los **intermedios** son aquellos cuyas copas se hayan parcialmente cubiertos por los dominantes y codominantes y, los **suprimidos** son aquellos cuyas copas están claramente debajo del estrato superior. El interés en utilizar la copa en el sentido forestal de la dominancia reside en la relación de ésta con la capacidad de incremento de los árboles (García-Piquera 1947, citado por Sarukhán 1968).

El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en metros de material vegetal por unidad de superficie de terreno y es otra forma para determinar la dominancia. En los árboles la medición se hace a la altura del pecho (DAP) cuando ésta es de 1.30 m de la base, y se le denomina diámetro normal (DN). Esta medida expresa el espacio real ocupada por el vástago o tronco (Matteucci y Colma 1982).

II. Dominancia fisionómica la subdivide en: A. En vegetación descubierta B. En vegetación cerrada.

En comunidades de tipo descubiertas, tales como comunidades alpinas e incluso tropicales desérticas, en que las plantas tienen porcentajes de cobertura sumamente bajos o de distribución muy espaciada. Esta dominancia fisionómica involucra una fuerte dominancia ecológica como en algunas zonas áridas, debido a la existencia de competencia subterránea ejercida por los sistemas radicales extendidos de las plantas (Pérez Rosales 1964). En

comunidades cerradas en las cuales no hay dominancia específica marcada sino que más bien es un grupo de especies con formas de vida semejante al que domina sobre la comunidad.

III. Dominancia de familias. Richards (1955, citado por Greig-Smith 1983) se refiere al dominio que ejercen las especies de una misma familia sobre una comunidad.

3.4.4. Índices combinados. Curtis (1947) combinó la sumatoria de la densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (tomando en cuenta el área basal de las especies en porcentajes), pues son las medidas estándar empleadas por los ecólogos forestales para analizar la importancia relativa de las especies. Por importancia relativa se entiende el valor porcentual resultado de la suma de la densidad, frecuencia y dominancia relativa de una especie y su valor máximo es de 300. Sarukhán (1968), en el estudio sinecológico de las selvas de Terminalia amazonia en la planicie costera del Golfo de México, seleccionó a la densidad, frecuencia y área basal para determinar el grado de dominancia de las especies en la comunidad. Propuso el "índice de distribución", que es la multiplicación de la densidad y frecuencia de la especie estudiada, y el "índice de dominancia" que representa al "índice de distribución" por el área basal de la especie. El uso cuantitativo de una combinación de características de las especies se sugieren como el medio más apropiado para el análisis de comunidades vegetales complejas (Sarukhán 1968).

### 3.5. Estructura de tamaños y edades

La estructura de edades provee una predicción exacta del potencial demográfico de la población (Keyfitz 1968, 1977; Smith y Keyfitz 1977, citados por Caswell 1982). Sin embargo, en muchas especies los individuos de la misma edad pueden encontrarse en diferentes estados demográficos, por ello en muchos casos es necesario clasificar a los individuos por otros factores además de la edad (Caswell 1982). Deevey (1947) y Cole (1954, citados por Knowles 1983) dan énfasis a la distribución de edades como el atributo biológico de primera importancia, ya que refleja el lazo entre edad y sobrevivencia reproductiva en muchos animales, lazo que puede ser más débil en plantas (Harper 1977). La estructura de edades puede ser un indicador sensitivo de historiales de perturbación (Lorimer 1980).

En muchas poblaciones vegetales el tamaño puede ser el mejor predictor de la aptitud reproductiva que la edad. Los estudios de especies arbóreas forestales se han enfocado en el tamaño más que en la estructura de edades, por la razón práctica de que éste es fácilmente medible y más directamente relacionado con el valor comercial que la edad (Liocourt 1898, Reineke 1933, Leak 1964, citados por Knowles 1983).

Law (1983) dice que existe gran controversia entre los demógrafos sobre el criterio más apropiado para la clasificación, de las poblaciones lo cual llevó a la adopción de diferentes métodos incluyendo la clasificación por edades (Law 1983), y por tamaños (Caswell 1982).

Las poblaciones clasificadas por diferentes métodos requieren diferentes clases de modelos para el análisis de su dinámica. Las clases de edad se incluyen en el marco de la matriz de Leslie (Leslie 1945, citado por Sarukhán y Gadgil 1974), y la clasificación de tamaños por la matriz de Lefkovitch (Lefkovitch 1965, citado por Caswell 1982).

Law (1983) propone un modelo alternativo que considere a los individuos clasificados por edad y tamaño, pues son estos importantes en la determinación de la sobrevivencia y reproducción para muchas plantas superiores (Harper 1977).

Los demógrafos han comprendido que los individuos en una población a menudo tienen esperanzas disímiles de crecimiento, reproducción o muerte, y que mucha de esta variación puede atribuirse a diferencias en la edad o el tamaño (Harper 1977, Hughes y Connell 1987, Caswell 1982).

La edad y el tamaño son formas alternativas de clasificar poblaciones dentro de categorías útiles demográficamente; la elección de una u otra depende del modo de desarrollo del organismo, la historia de vida y la cantidad de información disponible (Hughes y Connell 1987).

Por lo tanto creemos que la estructura de clases de tamaños así como la de edades son necesarias para entender algunos aspectos de la dinámica de A. religiosa emarginata y A. religiosa.

#### 4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

4.1. Ubicación. El área de Cerro Grande es una región montañosa de los Estados de Jalisco y Colima que forma parte de la Sierra Madre del Sur. Colinda al este con el Eje Neovolcánico y políticamente tiene su mitad norte con el Municipio de Tolimán, Estado de Jalisco y su porción sur formando parte de los Municipios de Minatitlán, Comala y Villa de Alvarez del Estado de Colima. Su superficie es de aproximadamente cuatrocientos cincuenta kilómetros cuadrados y está limitado por los paralelos 19° 24' 32" y 19° 31' 02" y los meridianos 104° 01' 09" y 103° 57' 44" (INEGI 1988).

4.2. Fisiografía. El área de Cerro Grande consiste en un alineamiento montañoso calcáreo cuya dirección general es NO-SE. Su longitud es de 36 km y su ancho 10 km. El área está constituida básicamente por los macizos calizos de Cerro Grande y del Cerro de Enmedio, conteniendo ambos amplias mesetas karstificadas (Lazcano 1988). Existen elevaciones en donde se observan pendientes que varían de un 10 a un 60% o un poco mayores, con altitudes hasta de 2560 m; y partes bajas de 430 m (SARH 1988).

Cerro Grande cuenta con cuatro subcuencas hidrográficas: subcuenca Toxin, subcuenca Zacualpan-Teutlán, subcuenca Meseta de Cerro Grande y subcuenca Juluapan (Jardel 1989), que desembocan en el sistema hidrológico Armería.

4.3. Clima. Se presentan dos tipos de clima:

1. Ca(w<sup>2</sup>)(w)(e)g (aproximadamente arriba de los 2100 m.s.n.m.).

éste es un clima templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18 °C y temperatura del mes más caliente mayor de 2 °C; es el más húmedo de los subhúmedos con relación Precipitación/Temperatura > 55.0, régimen de lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm. En cuanto a las variantes es extremoso con oscilación entre 7 y 14 °C (e) y presenta el mes más caliente antes del solsticio de verano (g) y 2. (A)Ca(w<sub>1</sub>)(w)(i')g (entre los 1000 y 2000 m.s.n.m.); éste es un semicálido, el más cálido de los climas templados, con temperatura media anual mayor de 18 °C y temperatura del mes más frío menor de 18 °C; subhúmedos con relación 43.2 < Precipitación/Temperatura > 55.0, régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5. Sus variantes son poca oscilación térmica, entre 5 y 7 °C (i') y también presenta el mes más caliente antes del solsticio de verano (g) (Martínez 1991).

4.4. Geología. Las rocas aflorantes más antiguas del área de Cerro Grande son del Cretácico y corresponden a los sedimentos marinos de las Formaciones Madrid y Morelos. La primera consta de calizas arcillosas y lutitas, cubierta discordantemente por las areniscas y conglomerados del Plioceno y, la segunda de calizas arrecifales (Lazcano 1988).

4.5. Suelos. Los tipos de suelos predominantes en el área corresponden al orden de los Andosoles que son suelos formados de materiales ricos en vidrio volcánico y que por lo común tienen un horizonte superficial oscuro; le siguen en menor proporción los Cambisoles, éstos son de desarrollo incipiente, indicando los cambios que resultan de la intemperización en el color,

estructura y consistencia; por último los Luvisoles son suelos de contenido mediano a alto de bases con horizontes arcillosos desarrollados y de fertilidad media (CETENAL 1976).

4.6. **Vegetación.** En la meseta de Cerro Grande se presenta una cobertura vegetal que contiene los siguientes tipos principales de vegetación: bosque de encino, bosque de pino, bosque de encino-pino, bosque mesófilo de montaña y bosque de oyamel.

La cubierta herbácea se considera abundante en términos generales y está constituida por los géneros y especies de tres familias: Gramineae, Compositae y Labiatae. La vegetación arbustiva es de existencia regular.

La cubierta arbórea está constituida por 7 especies de encino, de éstas cinco son las más importantes: Quercus candicans, Q. crassipes, Q. laurina, Q. castanea y Q. rugosa. Existen también especies de pino: Pinus pseudostrobus, Pinus montezumae, Pinus leiophylla y Pinus michoacana var. cornuta, entre otros; además se cuenta con pequeños rodales de Cupressus benthamii var. lindleyi, Abies religiosa y Abies religiosa var. emarginata (Vázquez y Cuevas 1987).

4.7. **Antecedentes de aprovechamientos.** De acuerdo a las informaciones de los pobladores del lugar, estos bosques fueron explotados a matarraza en ciertos lugares del predio a principios del siglo por la Compañía Estadounidense llamada "Colima Lumber", quién aprovechó el encino. De 1946-1952 fue intervenido por la Compañía Mexicana "Maderas México" aprovechando el pino y eliminándolo por completo en algunos lugares donde aún no se

recupera. En 1977 la Delegación Forestal y de la Fauna del Estado de Colima con el fin de darle un aprovechamiento con una ordenación, realizó un estudio dasonómico; sin embargo, no se hicieron aprovechamientos por falta de recursos económicos (SARH 1988).

4.8. Situación especial. La región de Cerro Grande es desde el mes de marzo de 1987, por decreto presidencial, parte de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, y a raíz de este decreto el personal del Laboratorio Natural Las Joyas de la Universidad de Guadalajara ha participado en el desarrollo de trabajos relacionados directamente con la actividad forestal, así como otros tipos de trabajos, tales como estudios de flora, fauna y aspectos relacionados a los problemas sociales de las comunidades (Graf et al. 1989).

5. DESCRIPCION BOTANICA DE Abies religiosa var. religiosa (H.B.K.) Schlecht. et Cham. y Abies religiosa var. emarginata Loock et Martínez.

La referencia de las descripciones pertenecen a Cuevas y Nuñez (inédito).

5.1. Abies religiosa (H.B.K.) Schlecht. et Cham.

Arbol de 30-40 m de altura; tronco de 40 a 80 cm de diámetro; corteza lisa en los árboles jóvenes y, aspera, agrietada y gris en los adultos; ramas horizontales o ligeramente formando una copa cónica; ramillas colgantes y comúnmente opuestas.

Hojas lineares de 20 a 32 mm de largo por 1.5-1.7 mm de ancho, alternas y subdisticas, de color verde oscuro en el haz y glaucas en el envés, base torcida, ápice agudo y córneo; subepidermis superior con 1-3 hileras de células, con entrantes leves hacia el mesófilo, interrumpida a espacios de longitud variable, subepidermis inferior de 1-3 hileras de células con entrantes leves hacia el mesófilo; en las hojas de las ramillas estériles casi ausentes 2 canales resiníferos, uno a cada extremo de las hojas tocando la epidermis o la subepidermis, en ocasiones con uno difuso; 2-5 estomas en cada una de las caras superiores de las hojas o ausentes en las hojas de las ramillas estériles, de 5-10 en cada una de las caras inferiores; endodermis de células esferoidales; 2 haces fibrovasculares, separados y bien

diferenciados; yemas ovoides amarillas.

Inflorescencias masculinas oblongas de 12-14 mm de largo por 5 mm de ancho, de color violáceo en un principio con abundante resina producidas principalmente en las ramillas más bajas;

inflorescencias femeninas en forma de conillos subcilíndricos de 7 cm de largo con brácteas rojizas de margen rasgado.

Conos maduros cilíndricos-oblongos, sésiles o con pedúnculo de 10-16 cm de largo por 5-6 mm de ancho, resinosos y violáceos; escamas casi uniformes, cuneadas de 28-35 mm de largo por 12-28 de ancho, ápice redondeado y entero, bordes laterales erosodenticulados. Brácteas espatuladas, exertas y reflejas, sobresaliendo de 6-10 mm, con los bordes del ápice denticulado; semilla cuneado-oblonga de unos 8-11 mm de largo por 5 de ancho, lisa y castaño brillante con vesículas resinosas. Ala pajiza ensanchada en un ápice de 22-25 mm de largo, incluyendo la semilla, por 10-15 de ancho, redondeada hacia adentro y con el borde externo finamente eroso. La semillación ocurre de octubre a agosto. Su distribución geográfica es en los Estados de Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Jalisco, México y Distrito Federal; en Jalisco en los Municipios de Cuautitlán, Tolimán, Tuxpan, San Sebastian y Venustiano Carranza.

Distribución ecológica: Generalmente se le encuentra en las montañas formando masas puras, pero puede verse asociado con especies de *Pinus* y *Quercus* en elevaciones de 2000 a 3500 msnm.

5.2. Abies religiosa var. emarginata Loock et Martinez.

Arbol de 20-40 m de altura, con tronco de 60 cm a 1.60 m de diámetro. Corteza grisácea, dividida en placas irregulares. Ramas horizontales o ligeramente ascendentes, que forman una copa cónica. Ramillas colgantes y opuestas, hirsutas.

Hojas subdisticas, lineares, torcidas en la base, de 20-80 mm de largo, más comúnmente entre 30 y 60 mm por 1.2 a 1.7 mm de ancho; de color verde oscuro arriba y glaucas abajo; ápice emarginado o truncado; con unas 8 hileras de estomas en la cara superior, cerca del ápice y unas 10 en la cara inferior a cada lado de la cresta. Dos canales resiníferos situados uno a cada lado de las extremidades de la cara inferior, en contacto con la epidermis o subepidermis. Dos haces fibrovasculares separados y bien diferenciados. Yemas oblongas, resinosas de 2-3 mm de largo.

Inflorescencias masculinas cilíndrico-oblongas, de 15-20 mm de largo por 5 mm de ancho, de color marfil; conos maduros cilíndrico-oblongos rectos a ligeramente encorvados, 12.5 a 16 cm de largo por 3.5-4 de ancho, resinosos, cortamente pedicelados, de color café-amarillento. Escamas cuneadas y arqueadas, más angostas que en el Abies religiosa, de 24-28 mm de alto por 30-33 de ancho; ápice redondeado y entero, bordes laterales erosodentados. Brácteas salientes y reflejas, de 25-32 mm de largo, sobresaliendo de la escama de 4-5 mm, terminando en una punta aguda. Su semilla es oblonga o triangular de 8-16 mm de largas, cubiertas con vesículas resiníferas. Ala amarillenta de 22-26 mm de largo por 13-16 mm de ancho. Su semillación ocurre de junio a

Julio. Su distribución geográfica es en los Estados de Jalisco, Morelos y Michoacán; en Jalisco en los Municipios de Autlán, Ayutla, Cuautitlán, Cuautla, San Sebastian, Tolimán, Tonila, Tuxpan y Venustiano Carranza.

Distribución ecológica: Esta variedad se encuentra en las zonas templadas y templado-cálido del occidente de México, no se le ha visto formar masas puras, estando más frecuentemente asociada con Pinus pseudostrobus, Pinus douglasiana, Quercus laurina, Quercus rugosa y en ocasiones forma parte del bosque mesófilo de montaña; se distribuye entre los 1900 y 3100 msnm.

### 5.3. Importancia económica.

Las Coniferaceae son el taxón forestal de mayor importancia económica al cual corresponde el género Abies. Actualmente la madera de oyamel tiene una gran demanda debido a los múltiples usos que éste presenta, ya que por su carencia de olor y peso ligero la hacen apropiada para obtener pulpa de papel de imprenta y madera aserrada (Paz 1976). Las características anteriores, aunadas a la ausencia de manchas, la hacen útil en la fabricación de recipientes para alimentos (Nieto 1984). También se utiliza en la obtención de tablillas para lápices, en construcciones toscas de puertas, marcos y techos interiores (Ortega 1962).

La trementina de los troncos jóvenes es viscosa, aromática y semitransparente, se emplea en medicina como balsámico y en la fabricación de barnices; según la Farmacopea Mexicana contiene aceite volátil, ácido abiético y ácido succínico (Martínez 1963).

La Compañía Industrial de Atenuique S.A. (CIDASA), utiliza 250 m<sup>3</sup> diarios, en periodos de tres a cuatro meses por año de esta especie para la fabricación de papel Kraft (González y Mancinas 1982).

Los árboles de Abies spp. ocupan en México el primer lugar en la demanda para árboles de navidad: anteriormente el empleo se hacia en escala reducida, pero el consumo ha ido en aumento (SAG 1961). Las importaciones son cada vez mayores provocando una fuerte fuga de divisas en perjuicio de la economía del país; además el precio excesivo a que se venden ocasionan otros problemas como son: tala clandestina y corta de puntas y renuevos que causan graves daños a nuestros bosques (Narave 1984, citado por González y Mancinas 1982).

Lo anterior ha hecho que se establezcan de manera incipiente en México productores de plantas de vivero y actualmente hay ocho viveros que incluyen a Abies religiosa en la producción, éstos son: "Paraiso" (Municipio Rafael Ramirez, Veracruz); "Peñafiel" (Municipio de Omitlán, Hidalgo); "Xalatitla" (Municipio Amecameca, Estado de México); "La Dieta" (Municipio de Zitacuaro, Michoacán); "Lontananza" (Municipio de Arteaga, Coahuila); "Los Pinos" (Orizaba, Veracruz); "Las Cabañas" (Predio "Las Cabañas", Sonora) y "Bosques de árboles de navidad" (Municipio de Amecameca, Estado de México) (Nieto 1984).

Se han realizado estudios que revisten gran importancia económica sobre estructuras de la madera sobre el género y sus especies en particular: el de Ortega (1962) sobre las características tecnológicas de las pulpas de 10 coníferas, entre

las que se incluyen a A. religiosa y A. religiosa var. emarginata; Larios (1979) determinó la variación de las traqueidas en dirección de la medula a la corteza en Pinus hartwegii y A. religiosa; el de Huerta (1979) de anatomía de la madera del género Abies y el de Villareal y Mancinas (1982) también de anatomía de la madera de A. religiosa var. emarginata en el Estado de Jalisco.

#### 5.4. Importancia ecológica.

Los bosques de este género ocupan una extensión de aproximadamente 0.16% de la República Mexicana (Flores et al. 1971 citado por González y Mancinas 1982).

En Nueva Galicia<sup>1</sup> existen áreas en las cuales el bosque de cyamel ocupa superficies de cierta importancia: la que se localiza en el Estado de Michoacán en las laderas del Cerro Tancitaro (Martínez 1963); la que ocupa los declives del Nevado de Colima (Madrigal 1967); la que se extiende desde los alrededores de San Sebastián, en las partes altas de la Cuenca del Río Ameca hasta las montañas al sureste de Autlán (Rzedowski y McVaugh 1966).

En la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán los oyameles no forman bosques extensos y continuos como en el Eje Neovolcánico, pero son dominantes en algunas formaciones boscosas; referencias de pobladores del área indican que las

<sup>1</sup> Anterior nombre de la parte oeste del centro de México (Jalisco, Aguascalientes y parte de Durango, Nayarit, Zacatecas y San Luis Potosí) Fuente: Diccionario Larousse 1987.

masas boscosas de oyamel eran extensas, pero la estructura y composición del bosque fue modificada por la explotación forestal (Jardel 1989).

La especie más estudiada en nuestro país es A. religiosa; podemos mencionar cronológicamente al de Madrigal (1967) sobre ecología de dicha especie en el Valle de México; el de Manzanilla (1971) que analiza la influencia de los factores ecológico-silvícolas sobre el incremento corriente anual radial y además proporciona información epidométrica; el de González-Guillén (1985) sobre el comportamiento de la germinación y crecimiento inicial; el de Calvert (1982) que estudia el efecto de la densidad para determinar el impacto de la desforestación en el microclima de las áreas de invernación de la mariposa "monarca" y, el de Sánchez-Velásquez y colaboradores (en prensa) sobre su distribución y estructura en el Cofre de Perote, Veracruz.

En el Estado de Jalisco y, específicamente en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, existe un estudio sobre la distribución del género Abies (Ramos-Herrera, com. pers.), pero desde el punto de vista florístico, y no incluyó muestreos en Cerro Grande. Por lo tanto es evidente que los trabajos ecológicos del género Abies en México, y específicamente en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, son muy escasos y ha faltado profundizar su estudio, necesario para hacer un manejo sostenible del recurso.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. Métodos de muestreo

Se muestrearon 4 sitios que representan los 4 rodales de A. religiosa existentes en Cerro Grande. En cada sitio se ubicaron puntos-cuadrantes (Cottam y Curtis 1956), los cuales consisten en el cruce de dos líneas; la primera en dirección de la brújula y la segunda perpendicular a la primera, las cuales indicaron 4 cuadrantes con un punto central, estos puntos fueron distribuidos a lo largo de transectos. Para decidir cuantos transectos por sitio se requerían, se estimó aproximadamente el largo y ancho del rodal. De acuerdo a las dimensiones de los rodales se decidió que los transectos estarían separados 100 m uno de otro. Los puntos cuadrantes se ubicaron a lo largo de los transectos tratando de que la separación entre punto y punto fuera de 20 m. La selección de transectos y puntos-cuadrantes fue aleatoria; el total de éstos para el rodal I fue de 8 transectos con 49 puntos-cuadrantes, para el rodal II de 5 transectos con 49 puntos-cuadrantes, para el rodal III de 5 transectos con 20 puntos-cuadrantes por ser el rodal más pequeño y, el rodal IV con 6 transectos y 48 puntos-cuadrantes.

Dentro de cada punto-cuadrante muestreado se registró la pendiente, exposición y altitud; la profundidad de humus, profundidad de hojarasca y compactación del suelo se registró cuatro veces (uno por cuadrante) (Apéndice 3).

Se registraron las distancias de los 4 árboles y 4 plántulas

más cercanas al punto-cuadrante bajo los siguientes criterios:

Arboles: Individuos  $\geq$  5 cm de diámetro normal (DN). La distancia máxima para incluir a un individuo dentro del muestreo fue de 20 m. Se midió su altura total, fuste limpio y altura de la copa con un clinómetro "Haga"; el DN con la cinta diamétrica, y se determinó la edad con un taladro "Preesler". También se registró la clase silvícola y el vigor.

Plántulas establecidas: Individuos  $<$  5 cm de diámetro normal (DN) y mayores a 1.30 m de altura, la distancia máxima para considerar a un individuo dentro del muestreo fue de 8 m. Se registró su DN, altura y vigor.

Como Renuevos se incluyeron a todos los individuos  $\leq$  1.30 m de altura contenidos en un 1 m<sup>2</sup> y ubicado al centro del punto-cuadrante, se registraron sus alturas y vigor.

El vigor y clase silvícola de los individuos fue tomado de acuerdo a la clasificación de Moreno y Olvera (1990), quienes dividen el vigor de acuerdo a las categorías siguientes: bueno, referido a plantas de aspecto vigoroso y saludable con buena cantidad de follaje y sin daños aparentes; medio son plantas con suficientes hojas para predecir que van a sobrevivir y pobre, el cual corresponde a plantas con poco follaje y de aspecto raquítico. La clase silvícola fue considerada de acuerdo a los cuatro estratos considerados por Sarukhán (1968): dominante, codominante, intermedio y suprimido.

Para la realización del perfil (estructura vertical) se utilizó un área de 60 m de longitud x 30 m de ancho para cada sitio. Sólo se incluyeron individuos  $\geq$  5 cm de diámetro; éstos se

cartografiaron de forma vertical registrando su diámetro, altura total, altura del fuste limpio y diámetro de la copa.

Para el análisis del patrón espacial se siguió el método propuesto por Clark y Evans (1954) en la que se mide la distancia al vecino más cercano. Para ello se seleccionó en cada rodal una área representativa en cuanto a la estructura general de Abies en el sitio con dimensiones de 60 m de longitud x 30 m de ancho. Se registró la distancia al vecino más cercano para cada uno de los individuos de las especies arbóreas  $\geq 5$  cm de DN. Posteriormente se seleccionaron los ejemplares de Abies religiosa en tres diferentes clases diamétricas y se obtuvo su patrón espacial.

## 6.2. Análisis de datos

Obtención de la densidad, frecuencia y dominancia (considerada ésta de acuerdo al área basal) para árboles, plántulas y renuevos:

Renuevos: Para obtener la densidad promedio por hectárea por rodal para cada especie se tomaron en cuenta el número de cuadrantes en los que apareció cada especie y se reportó cero en los que no apareció; se contó el número de individuos por especie en cada metro cuadrado muestreado y se extrapoló a 10,000 m<sup>2</sup> (1 ha). También se obtuvo la densidad total por rodal para todas las especies, estimando el número de individuos total, independiente de la especie; estos promedios se presentan seguidos de su desviación estándar de la media ( $S\bar{x}$ ).

La frecuencia se estimó registrando la presencia o no de la

especie en cada cuadrante.

Plántula y Árboles: Se obtuvo la densidad y área basal por hectárea para cada especie en cada uno de los cuatro rodales en base al promedio de las distancias obtenidas con el método de punto-cuadrante (Cottam y Curtis 1956). La frecuencia se estimó de igual forma que para los renuevos. También se obtuvieron los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia para determinar el índice de valor de importancia (Cottam y Curtis 1956) por especie, el cual resulta de la suma de estos valores relativos.

Estructura horizontal: El grado en el cual el patrón espacial observado en Abies se desvió de la aleatoriedad con respecto a la distancia a su vecino más cercano fue estimado utilizando la siguiente medida de relación espacial de Clark y Evans (1954):

$$R = r_a r_e^{-1}$$

Donde  $r_a$  es la media de una serie de distancias a el vecino más cercano, y  $r_e$  la distancia media a el vecino más cercano esperado en una distribución al azar infinitamente larga. Cuando  $R$  es igual a 1 representa una distribución al azar,  $R$  es igual a 0 cuando existen condiciones de máxima agregación y  $R$  es igual a 2.1 cuando existen condiciones de máximo espaciamiento.

Lo anterior fue calculado para el género Abies por rodal y, además se calculó para tres diferentes clases diamétricas (0-15, 15-30 y > 30 cm de DN) para cada rodal.

La significancia de las diferencias en los valores de  $R$  calculados en cada uno de los cuatro rodales (para todos los

individuos) y para las tres diferentes categorías diamétricas entre los cuatro rodales fueron probadas mediante un análisis de varianza (Ver Clark y Evans 1954).

Estructura de tamaños. Se estableció la estructura de tamaños para renuevos, plántulas y árboles.

Renuevos: Se estableció la estructura de tamaños de todas las especies para cada rodal tomando las siguientes categorías de altura: 0-30 cm, 30-70 cm y 70-130 cm.

Arboles y plántulas: Se estableció la estructura de tamaños tomando como atributo al diámetro. Se realizó para los individuos de Abies spp. por rodal y para las especies de latifoliadas cuya presencia fue constante en los cuatro rodales.

Relación edad-diámetro. Se determinó la relación Edad-DN para A. religiosa y A. religiosa var. emarginata para tratar de conocer en cuanto tiempo puede un árbol alcanzar un diámetro determinado. Se probaron los modelos de regresión siguientes:

$$\text{Modelo 1} \quad D_n = K + b_1 E_d \quad (1)$$

$$\text{Modelo 2} \quad D_n = b_1 E_d \quad (2)$$

Donde :

$D_n$  = diámetro normal

$K$  = valor de la constante

$b_1$  = pendiente de la línea

$E_d$  = edad

Además se realizó una prueba "T" de paralelismo con  $n < 25$  para comprobar si las pendientes de las dos rectas eran estadísticamente significativas (Kleinbaum 1978). La formula fue

la siguiente:

$$T = B_{1m} - B_{1f} / S_{B_{1m} - B_{1f}}$$

Donde:

$B_{1m}$  = Cuadrados mínimos estimados de la pendiente  $B_{1m}$  usando  $n_m$  observaciones.

$B_{1f}$  = Cuadrados mínimos estimados de la pendiente  $B_{1f}$  usando  $n_f$  observaciones.

$S_{B_{1m} - B_{1f}}$  = Estimación de la desviación estándar de las diferencias estimadas entre pendientes ( $B_{1m} - B_{1f}$ ).

Tal desviación estándar involucra una suma de las varianzas estimadas de las pendientes de las líneas de regresión adecuadas y es igual a la raíz cuadrada de la siguiente varianza:

$$S_{B_{1m} - B_{1f}}^2 = S_{p,y/x}^2 \left\{ (1/(n_m - 1)S_{x_m}^2) + (1/(n_f - 1)S_{x_f}^2) \right\}$$

Donde:

$$S_{p,y/x}^2 = (n_m - 2)S_{y/x_m}^2 + (n_f - 2)S_{y/x_f}^2 / (n_m + n_f - 4)$$

$S_{y/x_m}^2$  = Cuadrado medio residual del error para m

$S_{y/x_f}^2$  = Cuadrado medio residual del error para f

$S_{x_m}^2$  = Varianza de las X's para las m

$S_{x_f}^2$  = Varianza de las X's para las f

$n_m$  = Tamaño de la muestra para f

$n_f$  = Tamaño de la muestra para m

Se siguieron las siguientes hipótesis alternativas y niveles de significancia:

1).-  $T > t_{\alpha} + \frac{m}{n} - 4, 1 - \alpha$  (significancia)

para  $H_a: B_a > B_{1r}$ .

2).-  $T < t_{\alpha} + \frac{m}{n} - 4, 1 - \alpha$  (significancia)

para  $H_a: B_a < B_{1r}$ .

3).-  $|T| > t_{\alpha} + \frac{m}{n} - 4, 1 - \alpha$  (significancia)

para  $H_a: B_a$  diferente de  $B_{1r}$ .

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Descripción de los sitios y estructura vertical

En la figura 1 y 2 se describe la localización del área de Cerro Grande y los cuatro rodales de la meseta de dicha área, donde se encuentran las poblaciones de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata.

En el rodal I encontramos A. religiosa, en el rodal II A. religiosa var. emarginata y A. religiosa, y en el rodal III y IV A. religiosa var. emarginata.

Rodal I. Corresponde a un rodal con A. religiosa, situado a 2187 m.s.n.m., con exposición NO y pendiente promedio de  $36 \pm 2.2$  %, la profundidad de humus promedio es de  $8.75 \pm 1.0$  cm y la profundidad de hojarasca promedio es de  $4.85 \pm 0.48$  cm (Cuadro 1). La altura y DN promedios de A. religiosa es de  $13.2 \pm 2.2$  m y  $15.7 \pm 3.6$  cm respectivamente. A. religiosa se encontró codominante e intermedia, asociado a Pinus pseudostrobus, el cual está dominando con un DN medio de  $30.5 \pm 2.0$  cm, y a otras especies latifoliadas suprimidas (Figura 3).

En este rodal registramos 14 especies arbóreas (Cuadro 2, Cuadro 6) en las que P. pseudostrobus presentó el mayor índice de valor de importancia (96), seguido por A. religiosa (65.54); la primera presentó el mayor valor de densidad ( $410 \pm 80$ ), frecuencia (56.2) y dominancia ( $34 \pm 7.2$ ), en tanto que la segunda fue superada en dominancia ( $20 \pm 18$ ) por Q. crassipes (Cuadro 2).

Rodal II. Se encuentra situado a 2251 m.s.n.m., exposición NO y pendiente promedio de  $43 \pm 2.2$  %, profundidad promedio de humus de  $9.15 \pm 0.8$  cm y profundidad promedio de hojarasca de  $4.93 \pm 0.4$  cm (Cuadro 1). En este rodal se presentaron A. religiosa var. emarginata y A. religiosa con alturas promedio de  $18.4 \pm 3.0$  y  $12.4 \pm 2.6$  m y DN promedios de  $18.1 \pm 4.5$  y  $12.4 \pm 4.17$  cm respectivamente. Existen tres estratos arbóreos (Figura 4) donde A. religiosa var. emarginata, generalmente está dominando, en tanto A. religiosa está codominando; ambas variedades tienen individuos con la categoría de suprimidos. En este rodal se registraron 13 especies arbóreas (Cuadro 3, Cuadro 7); Q. rugosa y Ternstroemia lineata son las que presentaron el mayor índice de valor de importancia (63.7 y 52.4, respectivamente); la primera con el área basal promedio ( $32 \pm 25$ ) más alta, y la segunda con la mayor densidad ( $399 \pm 69$ ) (Cuadro 3).

Rodal III. Se sitúa a 2261 m.s.n.m., exposición NO y pendiente promedio de  $33 \pm 2.6$  %, profundidad promedio de humus de  $9.2 \pm 0.8$  cm y profundidad promedio de hojarasca de  $2.86 \pm 0.1$  cm (Cuadro 1). En él se encuentra sólo A. religiosa var. emarginata, con altura promedio de  $13.3 \pm 1.9$  m y DN promedio de  $10.7 \pm 5.6$  cm. Predominan dos estratos: (Figura 5) el superior está dominado por A. religiosa var. emarginata, y el de individuos suprimidos con plántulas de ésta y otras latifoliadas. En este rodal registramos 9 especies arbóreas (Cuadro 4, Cuadro 8), de las que A. religiosa var. emarginata tiene el índice de valor de importancia mayor (117.1), presentando la mayor densidad

promedio ( $832 \pm 175$ ) y frecuencia (70), aunque en dominancia fue superada por Oreopanax xalapensis ( $68.3 \pm 24$ ) (Cuadro 4).

Rodal IV. Fisonómicamente corresponde a un bosque mesófilo de montaña. Se encuentra a 2199 m.s.n.m., exposición NO y pendiente promedio de  $35 \pm 1.3\%$ ; la profundidad promedio de humus fue de  $9.5 \pm 0.6$  cm y la de hojarasca promedio de  $5.1 \pm 0.2$  cm (Cuadro 1). Se encuentra A. religiosa var. emarginata con una altura y DN promedios de  $14.2 \pm 2.4$  m y  $15.3 \pm 3.5$  cm respectivamente, formando en su mayoría parte del estrato intermedio junto a otras latifoliadas; el estrato dominante lo componen encinos, principalmente Q. rugosa con DN promedio de  $41.4 \pm 3.0$  cm (Figura 6). En este rodal registramos 9 especies arbóreas (Cuadro 5, Cuadro 9): Q. laurina y Ternstroemia lineata presentaron el mayor índice de valor de importancia (86.2 y 65.5, respectivamente), la primera debido a su alta dominancia ( $42 \pm 27$ ), y la segunda a su densidad ( $841 \pm 120$ ) (Cuadro 5).

En todos los rodales, el vigor que presentaron los individuos de todas las especies fue de valor medio, excepto en el rodal II para Q. laurina, donde el vigor de sus individuos fue pobre.

En general existen pocos árboles muertos con excepción del rodal I, en donde Pinus pseudostrobus presentó el 10% de individuos muertos.

## 7.2. Regeneración

Por su vigor bueno, las especies que están regenerando

(individuos  $\leq$  1.30 m de altura), sugieren ser tolerantes a la sombra, excepto en el rodal I en el que se encontró Pinus pseudostrobus, el cual es típicamente una especie intolerante.

En los cuatro rodales se presentó mayor número de individuos en la categoría de 0-30 cm de altura, disminuyendo en la categoría de 70-130 cm (Figura 7).

En el rodal I las especies latifoliadas presentan mayor densidad seguidas por P. pseudostrobus y A. religiosa (Figura 8a). A. religiosa, P. pseudostrobus, y dos especies de latifoliadas (Symplocos prionophylla y Ternstroemia lineata) presentan individuos en las tres categorías de altura. Sin embargo, sólo A. religiosa y P. pseudostrobus conservan una alta densidad de renuevos en las tres categorías (Cuadro 6). A. religiosa también presenta la mayor densidad de plántulas establecidas (Cuadro 6). Garrya laurifolia y Prunus serotina presentan el mayor porcentaje en frecuencia de aparición dentro de este rodal, es decir mayor capacidad regenerativa, pero no llegan a presentar individuos mayores a 70 cm de altura (Cuadro 6).

En el rodal II sólo las especies latifoliadas se encuentran regenerando con una alta densidad (Figura 8b). Ternstroemia lineata, Styrax argenteus y Quercus castanea presentan individuos en sus tres categorías; en forma de plántulas la primera presenta la mayor densidad así como mayor frecuencia de aparición (Cuadro 7). A. religiosa var. emarginata y A. religiosa no presentan individuos regenerando y pocos en forma de plántulas establecidas (Cuadro 7).

En el rodal III A. religiosa var. emarginata presenta la mayor densidad de renuevos (Figura 8c), aunque presenta la mínima frecuencia de aparición (Cuadro 8), pero esto es suficiente para que esos individuos se establezcan como se observa en la alta densidad de plántulas (Cuadro 8). A un tamaño mayor a 130 cm de altura presentan una alta densidad y frecuencia. Las especies latifoliadas (Q. laurina, Styrax argenteus, Symplocos prionophylla y Ternstroemia lineata) presentan individuos en sus tres categorías de altura y, Styrax argenteus y Litsea glaucescens presentan la mayor frecuencia en la regeneración (Cuadro 8).

En el rodal IV sólo las especies latifoliadas están regenerándose (Figura 8d). Ternstroemia lineata y Styrax argenteus tienen los valores de frecuencia mayores y Prunus serotina la mayor densidad (Cuadro 9); A. religiosa var. emarginata, presenta una densidad media en forma de plántula, siendo mayor la densidad y frecuencia de Ternstroemia lineata (Cuadro 9).

Todos los renuevos de las especies presentaron un vigor bueno en los cuatro rodales estudiados.

### 7.3. Patrón espacial (Estructura horizontal)

Se obtuvieron los índices de agregación de Clark y Evans por rodal para los individuos de Abies sp. en general y, además por clase diamétrica (0-15 cm, 15-30 cm y  $\geq$  30) (Cuadro 10).

Los individuos de Abies sp. se distribuyen al azar ( p <

0.05), independientemente de la clase diamétrica a que pertenecen.

En todas las categorías de DN, los individuos de los cuatro rodales se distribuyeron al azar, excepto en el rodal II en el que no se registraron individuos de la categoría 15-30 cm de DN, debido a que los individuos adultos ya establecidos tienen diámetros  $\geq$  30 cm. El rodal IV no presenta individuos  $\geq$  30 cm. de DN.

#### 7.4. Distribución diamétrica

Para entender la dinámica que están teniendo estos rodales, y tomando en cuenta que no se trata de rodales puros de Abies sp., sino más bien manchones asociados a otras latifoliadas, se muestra en la figura 9 la estructura diamétrica para los individuos de Abies sp. y especies latifoliadas. En los cuatro rodales la distribución de tamaños de Abies sp., sugiere una curva cóncava del tipo de exponencial negativa, típica de especies tolerantes (West et al. 1981), lo mismo sucede con Ternstroemia lineata, Q. laurina, Symplocos prionophylla y Garrya laurifolia (Figura 9).

#### 7.5. Relación Edad-DN

Los análisis obtenidos en el modelo 1 para A. religiosa y A. religiosa var. emarginata, reportaron que el modelo de mejor ajuste para ambas variedades era el modelo 2 que no consideraba

constante (Apéndice 1). El modelo de regresión que mejor se ajustó en la primera variedad fue  $DN = 0.792Ed$ , donde DN es el diámetro normal y Ed la edad; el resultado del análisis estadístico comprendió una  $r^2$  de 0.88 ( $n = 24$ ) con una F de 39 ( $p < 0.00$ )( 22 gl) y un cuadrado medio del error de 69.89, indicando que el diámetro presenta un incremento anual de 0.792 cm (Figura 10a). El modelo de regresión que mejor se ajustó en la segunda variedad fue el  $DN = 0.903Ed$ ; la  $r^2$  fue de 0.86 ( $n = 16$ ), F de 96.5 ( $p < 0.00$ )(15 gl) y un cuadrado medio del error de 103.99, indicando que el diámetro tiene un incremento anual de 0.903 cm (Figura 10b).

La prueba T de paralelismo calculada fue:  $T_c = 0.86$  y la tabulada  $T_c = 1.69$  ( $p < 0.05$ ), lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre las dos variedades respecto a la tasa de incremento anual.

## 8. DISCUSION

Las poblaciones de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata se presentaron en cañadas con pendientes que van de 20 a 60% y en altitudes de 2100 a 2300 m, lo cual entra en el rango que Cuevas y Nuñez (inédito), reporta para las dos variedades en Jalisco, y que va de 1500 a 3500 msnm Madrigal (1967), reportó Abies religiosa para la Cuenca de México entre 2560 y 3660 msnm, y pendientes de 17 a 60%, y Sánchez Velásquez et al. (en prensa), la reportó para el Cofre del Perote entre 3200 y 3350 msnm, y pendientes de 40 a 45%.

La elevada cantidad de humus y hojarasca encontrada en todos los rodales es propia de sitios con poblaciones de Abies spp. (Madrigal 1967).

Para entrar en discusión, y tomando en cuenta que ésta girará en torno a ciertos atributos de las especies y sus respuestas a las variaciones microambientales que determinan los modelos de distribución, tamaño y abundancia de los mismos, empezaremos definiendo la estrategia que Abies sp. presenta para sobrevivir en los diferentes rodales. (Radosevich y Osteryoung 1987).

De acuerdo a MacArthur (1972, citado por Grime 1977), las plantas presentan dos tipos de estrategias: aquellas que presentan estrategia r, son capaces de rápida reproducción en ambientes abiertos con ciclos de vida cortos y semillas pequeñas de buena dispersión, mientras las K son especies de ciclo de vida largos en comunidades estables con pocas semillas grandes y que

producen plántulas tolerantes a la sombra, capaces de reemplazar a los adultos in situ; Abies religiosa en sus dos variedades presenta una semilla pequeña, pero se sitúa en el tipo K por el comportamiento que presenta bajo el dosel al ser capaz de crecer tolerando la sombra.

Los rodales resultaron ser sitios mezclados, donde ambas variedades coexisten junto a otras especies, en su mayoría tolerantes a la sombra. Zeide (1985) ya había mencionado que las especies tolerantes sobreviven mejor en sitios mezclados debido a que éstas pueden competir con individuos de otras especies.

El comportamiento estructural de los rodales se explica mejor en base a la competencia intraespecífica (entre individuos de la misma especie), e interespecífica (entre especies diferentes), que a la influencia de factores físicos, ya que los sitios no han sido masivamente perturbados y a que los rodales son relativamente homogéneos en cuanto a pendiente, exposición altitud, profundidad de humus y hojarasca. Es importante sugerir que se requieren más estudios para evaluar esta competencia.

La composición florística de las comunidades formadas por A. religiosa y A. religiosa var. marginata está compuesta por P. pseudostrobus y por especies latifoliadas en las que dominan Q. laurina, Q. castanea, Q. candicans, Q. rugosa, Q. crassipes, Ternstroemia lineata. Es importante señalar que para efectos de discusión de la regeneración se tomará en consideración la categoría de plántula establecida (individuos  $> 1.30$  m), que la de renuevos (individuos  $\leq 1.30$  m), pues éstos últimos pueden ser más susceptibles a desaparecer por la influencia de factores

externos (ganado, malas condiciones climáticas, etc.), y son más efímeras que un individuo que ya venció esos obstáculos.

En el rodal I, el mayor índice de valor de importancia perteneció a P. pseudostrobus, ya que al ser una especie intolerante a la sombra dispara su crecimiento entre los espacios de luz y se distribuye por todo el rodal alcanzando una alta densidad, frecuencia y dominancia, demostrando así que el índice de valor de importancia de una especie, nos indica quién está aprovechando mejor los recursos. Aunque existen individuos de esta especie regenerando en las tres categorías, su densidad va disminuyendo a medida el árbol crece, ya que requiere de claros para su desarrollo.

El que de Abies se sitúe bajo Pinus en índice de valor de importancia, se debe a la situación de tolerante a la sombra de la primera, pues si observamos la abundancia en plántulas, vemos que si bien Abies supera a Pinus, para renuevos en las dos primeras categorías de altura se revierten los valores. Esta situación de tolerancia seguramente la hace responder a pequeños rayos de luz que penetran en el dosel, mas no a aperturas periódicas producidas por la perturbación, y presentar una alta densidad de individuos de clases diamétricas menores. Aquí podemos hablar de que tanto Abies como Pinus están coexistiendo en el estrato arbóreo al ser opuestas en su competencia por la luz, como lo demuestra su distribución de clases diamétricas en la figura 9a. El 10% de individuos muertos de P. pseudostrobus registrados en este rodal se debe a la saturación del mismo (pues

no encontramos árboles muertos por plaga u otra causa aparente de mortalidad), ya que como menciona Newton (1987), cuando en una población existe más del 5% de individuos muertos, ésto es indicativo de saturación en el sitio.

La distribución de clases diamétrica (Figura 9a) y la alta densidad de plántulas de Abies, que supera en cuatro veces a Pinus, son indicadores de que éste último quizá pueda ser sustituido por Abies de manera natural.

El que la población de Ternstroemia lineata tenga altas densidades y frecuencias de aparición en el rodal II, coincide en que lleva un continuo de presencia en el estrato bajo e intermedio (Cuadro 7), por lo tanto se sugiere que presenta un reclutamiento continuo, además presenta el índice de valor de importancia mayor junto a Q. rugosa (Cuadro 3), lo cual nos dice que son los que mejor están aprovechando los recursos.

Si bien es cierto que en el rodal II A. religiosa, y A. religiosa var. emarginata, están dominando el espacio vertical, no presentan alta densidad y frecuencia puesto que en ese rodal (Cuadro 3), se observó una alta tala clandestina de individuos entre 5 y 15 cm de DN (Figura 9b). Por otro lado, no encontramos individuos regenerándose, probablemente por la alta densidad de renuevos de especies latifoliadas que están compitiendo por espacios de luz y por la alta capa de hojarasca que obstaculiza la germinación de la semilla de Abies. Todo lo anterior provoca que estas poblaciones tengan un reclutamiento bajo (Figura 9b). En este rodal Q. laurina probablemente sustituya a Abies y

Ternstroemia lineata se constituya como dominante en el estrato arbóreo intermedio, pues así lo muestra la tendencia de clases diamétricas y el comportamiento de la regeneración (Figura 9b, Cuadro 7).

En el rodal III A. religiosa var. emarginata, alcanzó el mayor índice de valor de importancia por su alta densidad y frecuencia. En esta población se observa un exitoso reclutamiento desde renuevos hasta árboles (Figura 9c, Cuadro 4). La alta densidad de renuevos y plántulas se debe quizá a la poca presencia de otras especies (Cuadro 4) (a diferencia del rodal I y II) y a la presencia de árboles semilleros que, aunque no aparecen en la estructura diamétrica (Figura 9c) por estar escasamente distribuidos, sí fueron observados en el campo. En primer lugar podemos decir que A. religiosa var. emarginata es la que mejor se encuentra aprovechando los recursos disponibles. Los procesos sucesionales que probablemente acontezcan en este rodal (Cuadro 4), es que en una primera etapa Abies siga siendo sustituida por sí misma y se siga constituyendo como dominante en el dosel; aunque encontramos una alta densidad de renuevos de Abies, su baja frecuencia nos puede indicar que nuestro muestreo coincidió con el periodo de semillación, y a largo plazo esta población puede ser sustituida por las latifoliadas, de hecho así lo sugiere la distribución de clases diamétricas de la figura 9c. Por otro lado, el desarrollo que las plántulas presentan en este rodal es beneficiado por la lejanía con los centros de población lo cual hace difícil la depredación por ganado y la tala

clandestina.

En el rodal IV A. religiosa var. emarginata presenta las densidades y área basal más bajas en todos sus etapas estudiadas, siendo dominada principalmente por Ternstroemia lineata y por Q. laurina en segundo lugar; éstos presentaron los índices de valor de importancia más altos (Cuadro 5). Una vez más el historial de manejo del sitio es de primera importancia en el comportamiento sucesional de las especies, ya que no existen árboles semilleros grandes que proporcionen vástagos para la regeneración (Figura 9d), éstos fueron extraídos anteriormente como lo demuestra la gran cantidad de tocones de Abies sp. que se observaron en proporción considerable en relación a los otros rodales. Aquí definitivamente se observa que Ternstroemia lineata junto a Q. laurina y otras latifoliadas están sustituyendo a Abies, como lo indicó la distribución de clases diamétricas (Figura 9d). La dominancia que Q. rugosa presentó en el estrato arbóreo se debe a la existencia de árboles sobremaduros, más que a arbolado joven (Figura 6).

En general las especies latifoliadas están autorreemplazándose como lo demuestra la constancia en su distribución de diámetros, la alta densidad y buen vigor de sus renuevos.

Las distribuciones diamétricas de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata, y las especies latifoliadas a diferencia de P. pseudostrobus (Figura 9a), mostraron una distribución exponencial negativa que suele ser indicativa de una

especie tolerante a la sombra (West et al. 1981).

En general observamos que el comportamiento de las poblaciones de Abies va a depender de las condiciones del sitio y su historial de perturbaciones; no podemos hablar de homogeneizar el comportamiento de estas poblaciones. Hemos visto que los individuos jóvenes de Abies son tolerantes a la sombra cuando el estrato arbóreo del sitio así se presenta, sin embargo hemos observado que en cierta etapa sucesional en que Abies está dominando completamente el dosel (como en el rodal III), éstos pueden comportarse como una especie intolerante. Estos criterios son de primera importancia, y deben ser tomadas en cuenta cuando se decida darle un manejo a estos sitios.

El patrón espacial aleatorio de los individuos de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata en los cuatro rodales, sugiere que los individuos en sus diferentes clases diamétricas se distribuyen para alcanzar ciertos niveles de luz que penetran por los diferentes pequeños claros en el dosel (Canham 1989), de esta forma no merman el desarrollo de los individuos de su misma especie. Al ser especies tolerantes a la sombra, no requieren exactamente de los mismos recursos que las consideradas propiamente tolerantes con semilla grande y buen desarrollo bajo dosel (Ogden 1985), y no requiere agruparse donde está el recurso luz.

Si bien es cierto que los modelos de regresión sin constante son los que mejor se ajustan a los datos, el cual nos va a indicar una buena relación edad-dn, es necesario aclarar que

nuestros modelos son conservadores en el aspecto predictivo. Esto se debe a que en nuestro muestreo no se logró registrar todas las clases de edad, debido a la baja densidad de algunos de éstos, y los resultados obtenidos son sólo útiles para predecir el incremento anual del diámetro en el rango de diámetros muestreados (Ver Figura 10). Para superar esto, requerimos un tamaño de muestra mayor con individuos que incluyan a todas las clases diamétricas.

La prueba "T" de paralelismo reportó que no hay diferencias significativas entre las pendientes de los modelos (edad-dn) de A. religiosa, y A. religiosa var. emarginata, lo cual indica que no hay diferencia entre los incrementos anuales de ambas variedades. Para afirmar con más fundamentos que no hay diferencias entre los incrementos anuales entre ambas variedades, es necesario considerar un mayor número de árboles en las categorías de diámetros menores y mayores, y además las condiciones ambientales del sitio que nos permitan predecir qué está sucediendo en los primeros años de desarrollo del árbol. Se debe aclarar que no se realizó la relación edad-dr. para las dos variedades bajo el mismo sitio (como el caso del rodal II), porque en el muestreo de tal rodal sólo obtuvimos árboles de A. religiosa var. emarginata de diámetros aptos para determinar la edad con el taladro "Preesler".

## 9. CONCLUSIONES

Las poblaciones de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata se presentaron en cañadas con pendientes de 20 a 60% y altitudes de 2100 a 2300 m.

La composición florística de las comunidades formadas por A. religiosa y A. religiosa var. emarginata, está compuesta por especies latifoliadas en las que dominan Q. rugosa, Q. crassipes, Q. castanea, Q. candicans, Q. laurina, Ternstroemia lineata y por una especie intolerante como P. pseudostrobus.

La estructura de las poblaciones de A. religiosa y A. religiosa var. emarginata, en los cuatro rodales fue diversa seguramente debido las características propias del rodal, de los procesos de competencia a los que están sujetos los individuos, y principalmente del historial de manejo del área.

En el rodal I, A. religiosa y P. pseudostrobus están coexistiendo en el estrato arbóreo presentando los índices de valor de importancia más grandes; aunque Abies presenta la mayor densidad en la regeneración.

En el rodal II, A. religiosa y A. religiosa var. emarginata, están dominando el estrato vertical, pero tienen bajos índices de valor de importancia, éstos fueron superados por Ternstroemia lineata y Q. laurina. La mayor densidad en la regeneración fue para las especies latifoliadas.

En el rodal III, A. religiosa var. emarginata, se encuentra dominando el dosel y a su vez tiene el más alto índice de valor

de importancia así como la más alta regeneración.

En el rodal IV, A. religiosa var. emarginata, está siendo suprimida en el estrato arbóreo por individuos de Q. rugosa. Q. laurina y Ternstroemia lineata son los que tienen el índice de valor de importancia más altos, y en cuanto a la regeneración, ésta es menor que en las especies latifoliadas.

El patrón espacial para ambas variedades fue aleatorio con ( $P < 0.05$ ) en todas las clases diamétricas.

La tasa de incremento anual para A. religiosa fue de 0.792 cm, y para A. religiosa var. emarginata de 0.903 cm, no mostrando diferencia significativa entre ambas pendientes ( $p < 0.05$ ).

## 10. RECOMENDACIONES

RODAL I: Si se desea aprovechar a largo plazo A. religiosa, es conveniente aplicar cortas de liberación en P. pseudostrobus y latifoliadas para eliminar la competencia que con él están teniendo, de esta manera también se aprovecha a mediano plazo la madera de pino que generalmente presenta diámetros comerciales.

RODAL II: A. religiosa y A. religiosa var. emarginata, pueden ser aprovechadas a corto plazo, pero si se desea mantener la población a largo plazo, es prioritario eliminar la tala clandestina que está acabando con los individuos de diámetros menores (5 y 15 cm DN), y las plántulas. De esta forma se asegura el reclutamiento natural que la población está llevando a cabo.

RODAL III: Si bien es cierto que A. religiosa var. emarginata se encuentra dominando el sitio, se requiere tiempo para permitir que los individuos de diámetros menores y las plántulas alcancen diámetros comerciales, esto puede favorecerse con la aplicación de aclareos en la misma especie.

RODAL IV: Aquí se requiere en primer lugar fomentar la regeneración de la especie. Esto puede lograrse dejando que los árboles de diámetros mayores sigan su desarrollo normal hasta llegar a ser árboles semilleros, lo cual será posible si se evita la tala de éstos y eliminando los árboles sobremaduros de Q. rugosa que se asocian con Abies y, que a la vez pueden aprovecharse satisfactoriamente, pues éstos alcanzan diámetros grandes y fustes con excelente calidad.

Al hacer la relación edad-diámetro, se debe realizar para las dos variedades, pero cuando ambas se encuentren bajo el mismo sitio para conocer si la coexistencia de ambos se asocia a la variación de la tasa de crecimiento anual del diámetro; también es necesario incluir individuos de todas las clases diamétricas.

## 11. LITERATURA CITADA

- Brewer, R. 1988. The Science of Ecology. Saunders College Publishing Edit. U.S.A. 936 pp.
- Calvert, W. H., W. Zuchowski y L.P. Brower. 1982. The impact of forest thinning on microclimate in monarch butterfly (Danaus plexippus L.) overwintering areas of Mexico. Bol. Soc. Bot. Mex. Núm.42:11-18.
- Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura. 1988. Memoria Económica. 60 pp.
- Canham, C.D. 1989. Different responses to gaps among shade-tolerant tree species. Ecology 70(3):548-550.
- Caswell, H. 1982. Stable population structure and reproductive value for populations with complex life cycles. Ecology 63(5):1223-1231.
- CETENAL. 1976. Carta edafológica escala 1:50,000. E13B21, E13B22, E13B31 y E13B32.
- Clark, P.J. y F.C. Evans. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationship in populations. Ecology 35(4):445-453.
- Cottam, G. y J.T. Curtis. 1949. A method for making rapid surveys of woodlands by means of pairs of randomly selected trees. Ecology 30:101-104.
- Cottam, G. y J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37(3):451-460.

- Cuevas, R. y N.M. Nuñez. (trabajo inédito). Las Pinophytas de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México.
- Curtis, J.T. 1947. The Palo Verde Forest type near Gonaives, Haiti and its relation to the surrounding vegetation Caribbean. For. 8:1-26.
- Daniel, P.W., J.A. Helmsn y F.S. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. Ed. McGrawHill. México. 492 pp.
- Davis, T.A.W. and P.W. Richards (1933-4). The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana: An ecological study of a limited area of tropical rain forest. J. Ecol. 21:84-350, 22:55-106.
- Dice, L.R. 1952. Measure of the spacing between individuals within a population. Contrib. Lab. Vert. Biol. Univ. Mich. 55:1-23.
- Fosberg, F.R. 1961. A classification of vegetation for general purposes. Trop. Ecol. 2:1-28.
- Gallegos, R.A. 1988. Estudio preliminar para determinar la densidad de plantación método de Nelder con Pinus michoacana var. cornuta en el Bosque-Escuela de la Universidad de Guadalajara. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México. 50 pp.
- Goldsmith, F.B. y C.M. Harrison. 1986. Description and analysis of vegetation. In: Methods in Plant Ecology. Ed. by S.B. Chapman. Blackwell Scientific Publ. Oxford. pp. 85-155.

- González, L.M. y G.M. Zaldivar. 1982. Anatomía de la madera e índices de calidad de las pulpas de Abies religiosa var. emarginata Loock et Martinez. *Tecnología y Sociedad* 3(11):10-31.
- González, M. 1985. Comportamiento de la germinación y crecimiento inicial de Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et cham., en diferentes aperturas de dosel, preparaciones de suelo y variantes de labra en Zoquiapan, Mexico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. p. 3-20.
- Graf, M.S., Sánchez-Velásquez, L.R. y E. Jardel. 1989. El Terrero; una experiencia en organización campesina dirigida hacia el manejo y conservación. 1er Congreso Forestal de Cuba y Simposio Internacional sobre técnicas agroforestales (resúmenes). La Habana, Cuba. p.6
- Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology* 3rd ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 359 pp.
- Grime, J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Am. Nat.* 3(982):1169-1194.
- Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants*. London: Academic Press. 892 pp.
- Huerta C., J. 1979. Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. *Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For.* No. 51. México. 56 pp.

- Hughes, T., y J.H. Connell. 1987. Population dynamics based on size or age? a reef-coral analysis. *The American Naturalist*. 129 (6):818-829.
- Husch, B., C.I. Miller y T.W. Beers. 1972. *Forest Mensuration*. 2nd ed. Edit. John Wiley & Sons U.S.A. 402 pp.
- INEGI. 1988. Carta topográfica escala 1:50,000. E1323, E1324, E1333 y E1334.
- Jardel, P.E. 1989. (Coord.) *Estrategia para la Conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán*. Paquete de información básica. Laboratorio Natural las Joyas, Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jalisco. p. 32-38.
- Kershaw, K. 1973. *Quantitative and dynamic plant ecology*. 2nd ed. Edward Arnold Edit. 308 pp.
- Kleinbaum, D.G. y L.L. Kupper. 1978. *Applied Regression Analysis and other multivariable Methods*. Duxbury Press Massachusetts U.S.A. 556 pp.
- Knowles, P. and M.C. Grant. 1983. Age and size structure. *Ecology* 64(1):1-9.
- Krebs, C.H. 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y abundancia*. 2da ed. Edit. Harla, México, D.F. 678 pp.
- Larios, S.P. 1979. *Indice de calidad de las pulpas de dos coníferas*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. México. 68 pp.
- Law, R. 1983. A model for the dynamics of a plant population containing individuals classified by age and size. *Ecology* 64(2):224-230.

- Lazcano Sahagún, C. 1988. Las cavernas de Cerro Grande, estados de Jalisco y Colima. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. 144 pp.
- Long, J.N. y F.W.Smith. (1983-4). Relation between size and density in developing stands: a description and possible mechanisms. For. Ecol. Manag. 7:191-206.
- Lorimer, C.G. 1980. Age structure and disturbance history of a Southern Appalachian Virgin Forest. Ecology 61(5):1169-1184.
- Madrigal, S.X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham. en el Valle de México. Inst. Nac. Invest. For. No. 18. México. 94 pp.
- Manzanilla, H. 1971. Investigaciones epidométricas y silvícolas en bosques mexicanos de Abies religiosa. Dirección General de Información y Relaciones Públicas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. 165 pp.
- Martínez, M. 1963. Las Pináceas Mexicanas. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Recursos Forestales y de la Caza. México. 400 pp.
- Martínez R., L.M., J.J. Sandoval y R.D. Guevara. 1991. Climas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán y su área de influencia. Universidad de Guadalajara. Laboratorio Natural las Joyas. Informe técnico.
- Matteucci, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA, Washington, D.C. 162 pp.

- Moreno Gómez, S. y M. Olvera Vargas. 1990. Manual de levantamiento de sitios permanentes. Reporte Técnico Interno. Laboratorio Natural Las Joyas. Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 15 pp.
- Mueller-Dumbois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons Edit. U.S.A. 547 pp.
- Newton, P.F. 1987. Development of stand density management model for pure black forest types within Newfoundland I. Applicability of self-thinning rule. In: Forest growth modelling and prediction. Volume 2 USDA For. Serv. General Technical Report NC-120. 604-610 p.
- Nieto-Pola, C. 1984. Comunicado No. 69 sobre recursos bióticos potenciales del país. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. México. 6 pp.
- Ogden, J. 1985. An introduction to plant demography with special reference to New Zealand trees. New Zealand Journal of Botany. 23:751-772.
- Ortega, S.V. 1962. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et Cham y Pinus hartwegii Lind. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Mexico. 67 pp.
- Paz-Olvera, C. y P. Olvera. 1976. Anatomía de la madera de 16 especies de coníferas. Bol. Tec. No. 69. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Mexico. p. 11-16.

- Pérez Rosales, S. 1964. Los suelos y la vegetación del campo experimental " La saucedá ", en la zona árida de Coahuila. Bol. Tec. Inst. Nal. de Invest. For. México. 60 pp.
- Pielou, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. John Wiley and Sons, Inc., New York. 286 pp.
- Piñero, D. 1976. La distribución de las plantas en el espacio y su importancia en los estudios de ecología vegetal. *Biología* 6(1-4):19-24.
- Radosevich, S.R. y K. Osteryoung. 1987. Principles governing plant environment interactions . In: Offprints from forest vegetation management for conifers production. John D. Walstad y Peter J. Kuch. (Eds.) John Wiley & Sons Inc. U.S.A.105-155 p.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contr. Univ. Mich. Herb.* 9(1):1-23.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. 432 pp.
- Sánchez-Velásquez, L.R., M.R. Pineda López y A. Hernández. (en prensa). Distribución y estructura de la población de Abies religiosa (H.B.K.) Schl. et cham. en el Cofre de Perote, Veracruz, México.
- SARH. 1988. Estudio dasonómico de los montes pertenecientes al ejido El Terrero, municipios de Tolimán, Jalisco y Minatitlán, Colima. Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal. Jefatura del Departamento Forestal del estado de Colima, Colima, México. p. 3-18.
- Sarukhán Kermez, J. 1968. Análisis sinecológico de las selvas de

Terminalia amazonia en la planicie costera del Golfo de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 300 pp.

- Sarukhán, J. y M. Gadgil. 1974. Studies on plant demography: Ranunculus repens L., Ranunculus bulbosus L., Ranunculus acris L. III A mathematical model incorporating multiple modes of reproduction. J. Ecol. 62:921-936.
- Smith, D.M. 1962. The Practice of Silviculture. 7th ed. John Wiley & Sons. New York. 527 pp.
- Vázquez, A. y R. Cuevas. 1987. Exploraciones en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Notas sobre la flora de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. 4 pp.
- Verner, J., M.L. Morrison y C.J. Ralph. 1986. Modeling habitat relationship of terrestrial vertebrates. Wildlife 2000. The University of Wisconsin Press. U.S.A. 449 pp.
- West, D.C., H.H. Shugart y J.W. Ranney. 1981. Population structure of forest over a large area. Forest Sci. 27(4):701-710.
- Wenger, K.F. 1984. Forestry Handbook. John Wiley & Sons. U.S.A. 1335 pp.
- Whittaker, R.H. 1970. Communities and ecosystems. Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd. London. 162 pp.
- Zeide, B. 1985. Tolerance and self-tolerance of trees. Forest Ecology and Management. 13:149-166.

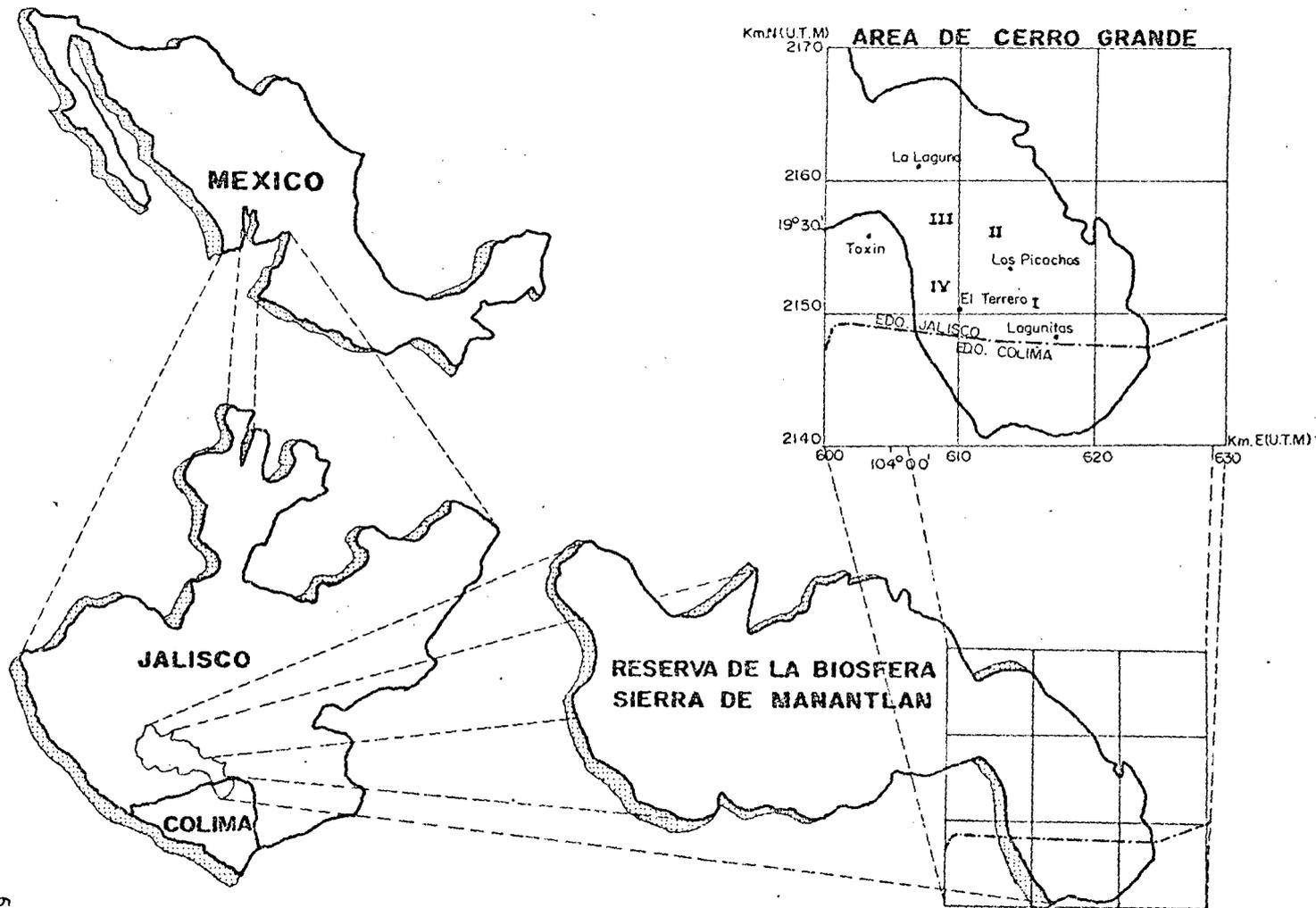


FIGURA 1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO

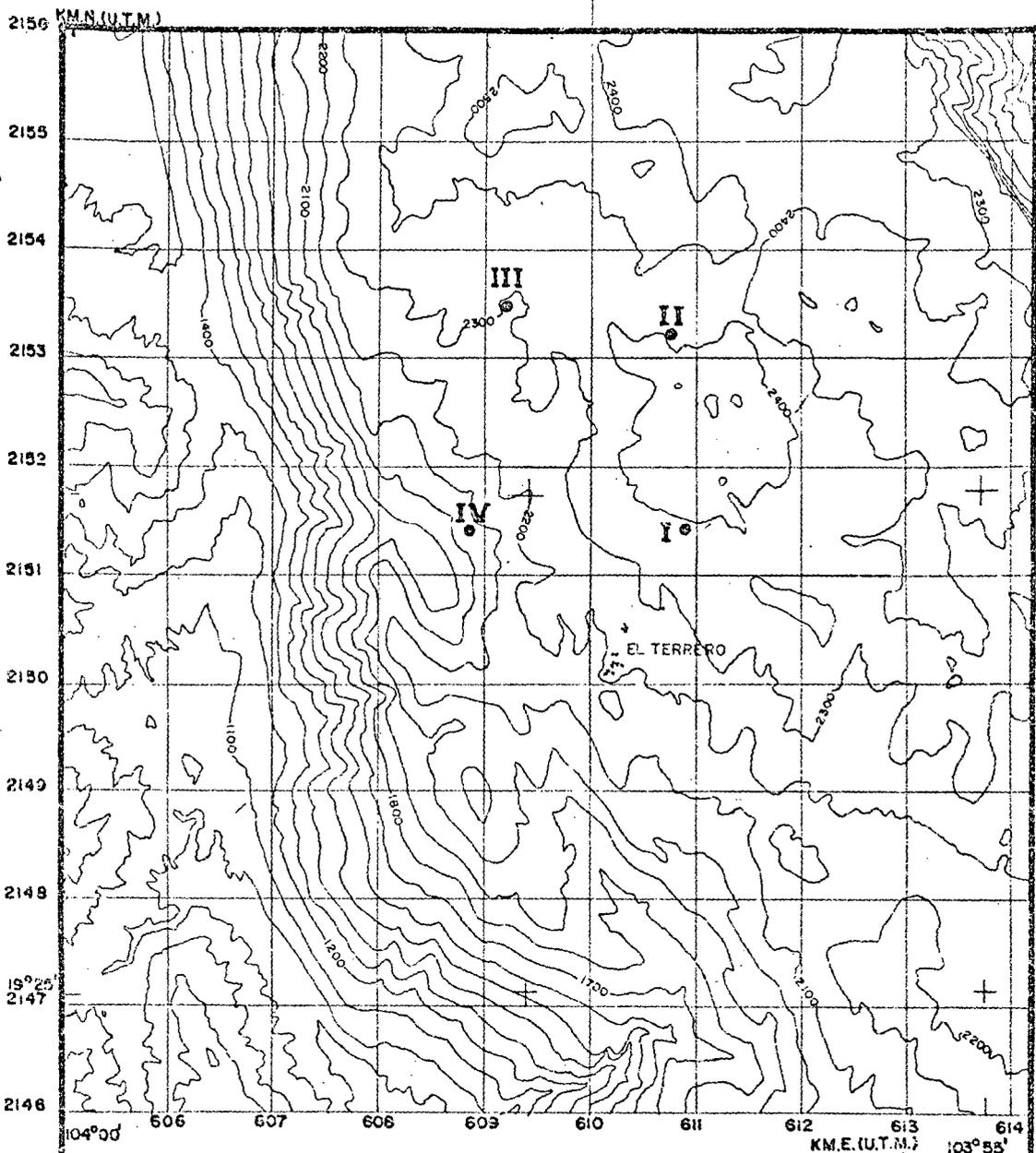
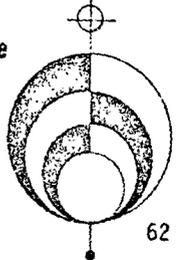


Figura 2.- Localización de las poblaciones de *Abies* spp en Cerro Grande en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán.

- I.- Rodal con *Abies religiosa* var. *religiosa*
- II.- Rodal con *Abies religiosa* var. *religiosa* y *Abies religiosa* var. *emarginata*
- III.- Rodal con *Abies religiosa* var. *emarginata*
- IV.- Rodal con *Abies religiosa* var. *emarginata*



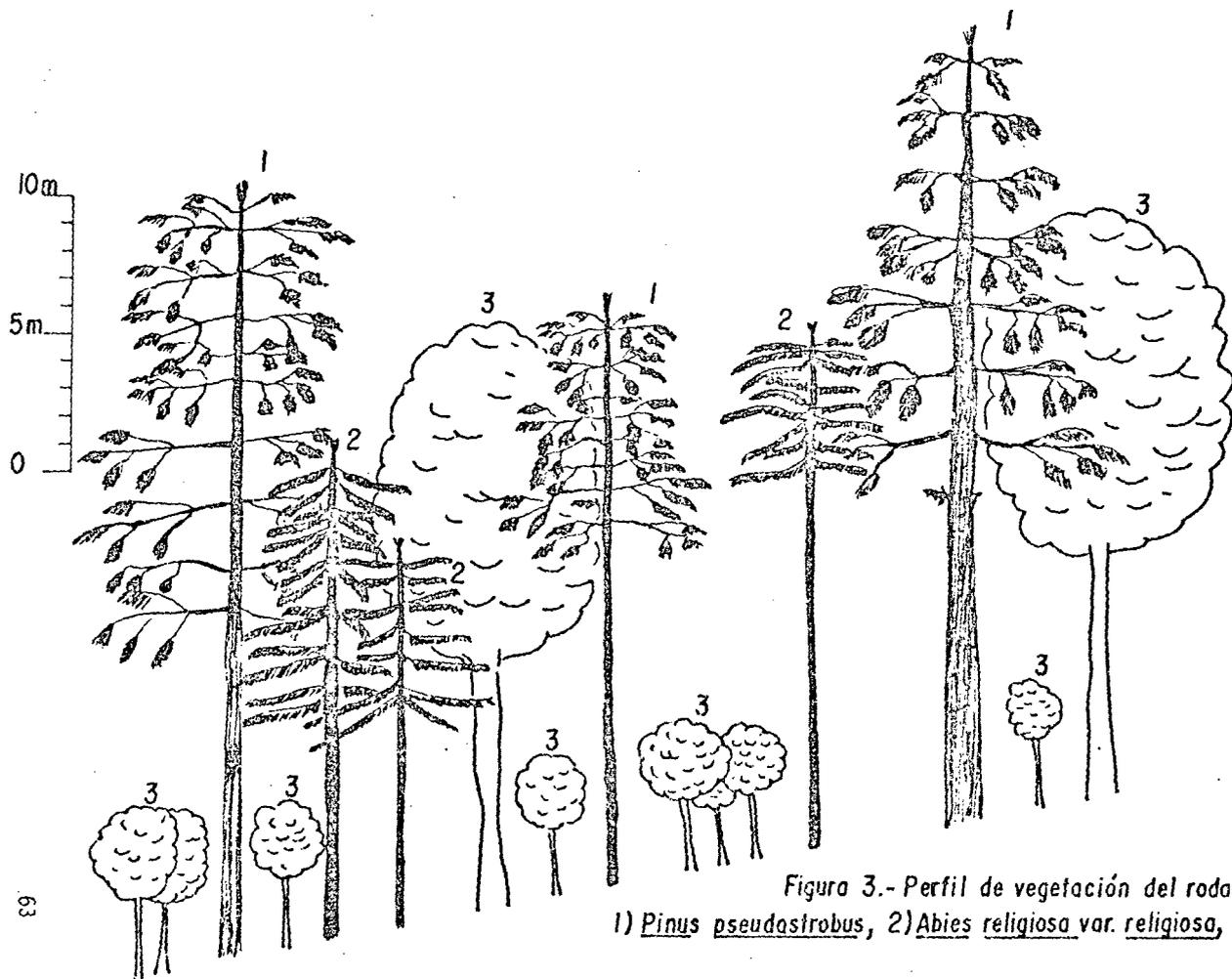


Figura 3.- Perfil de vegetación del rodal I.

1) *Pinus pseudostrobus*, 2) *Abies religiosa* var. *religiosa*, 3) *Quercus* sp.

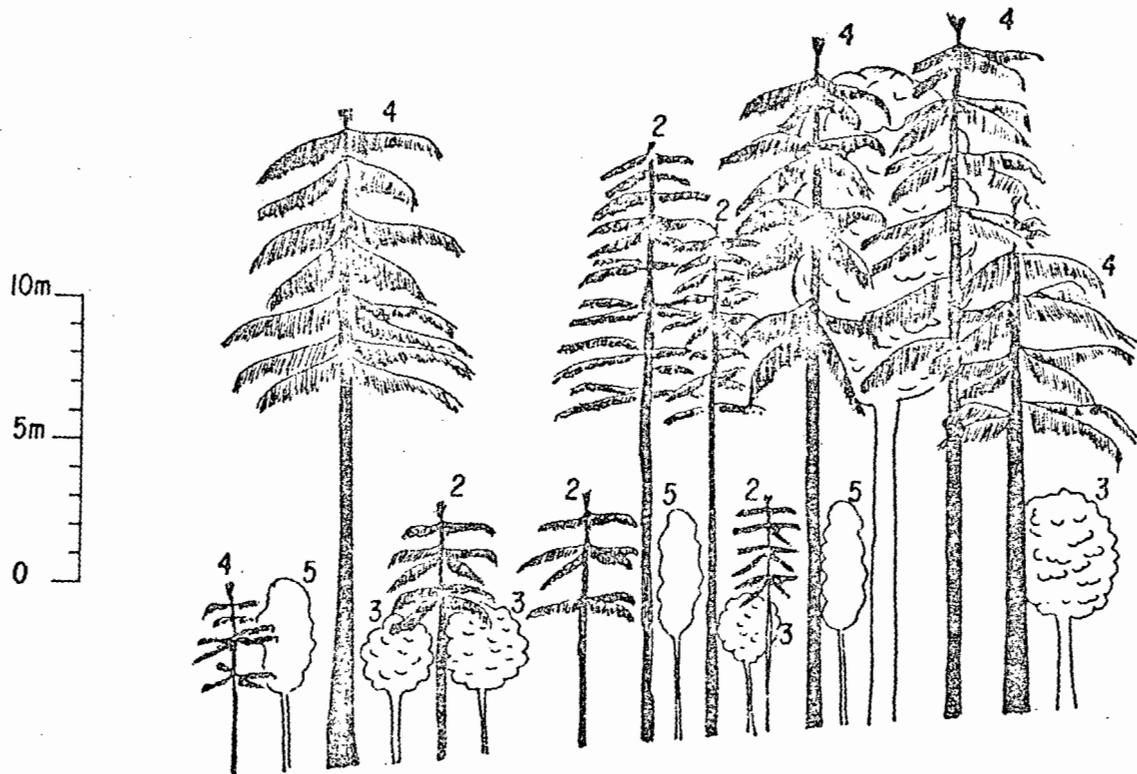


Figura 4... Perfil de vegetación del rodal II  
 2) Abies religiosa var. religiosa 3) Quercus spp 4) Abies religiosa  
 var. emarginata 5) Ternstroemia lineata.

10m  
5m  
0

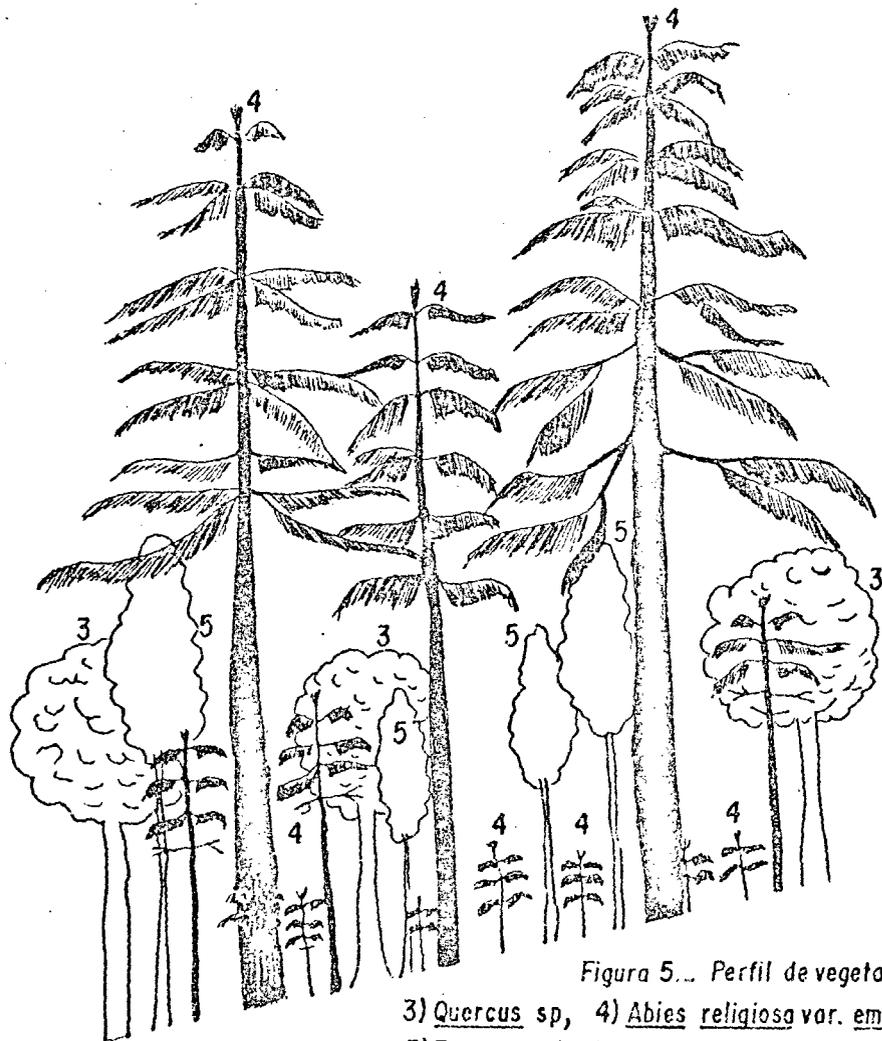


Figura 5... Perfil de vegetación del rodal III

3) *Quercus* sp, 4) *Abies religiosa* var. *emarginata*

5) *Ternstroemia lineata*

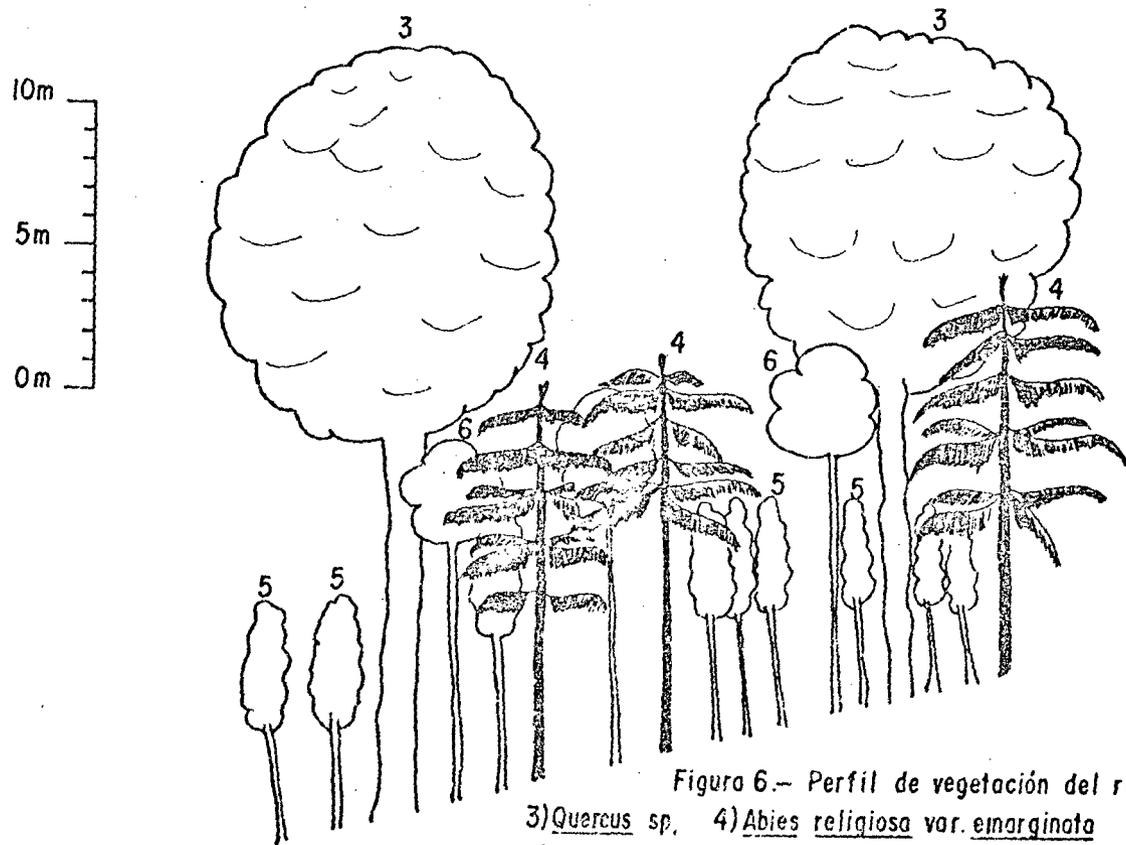


Figura 6.- Perfil de vegetación del rodal IV

3) Quercus sp. 4) Abies religiosa var. emarginata  
 5) Ternstroemia lineata 6) Styrax argenteus

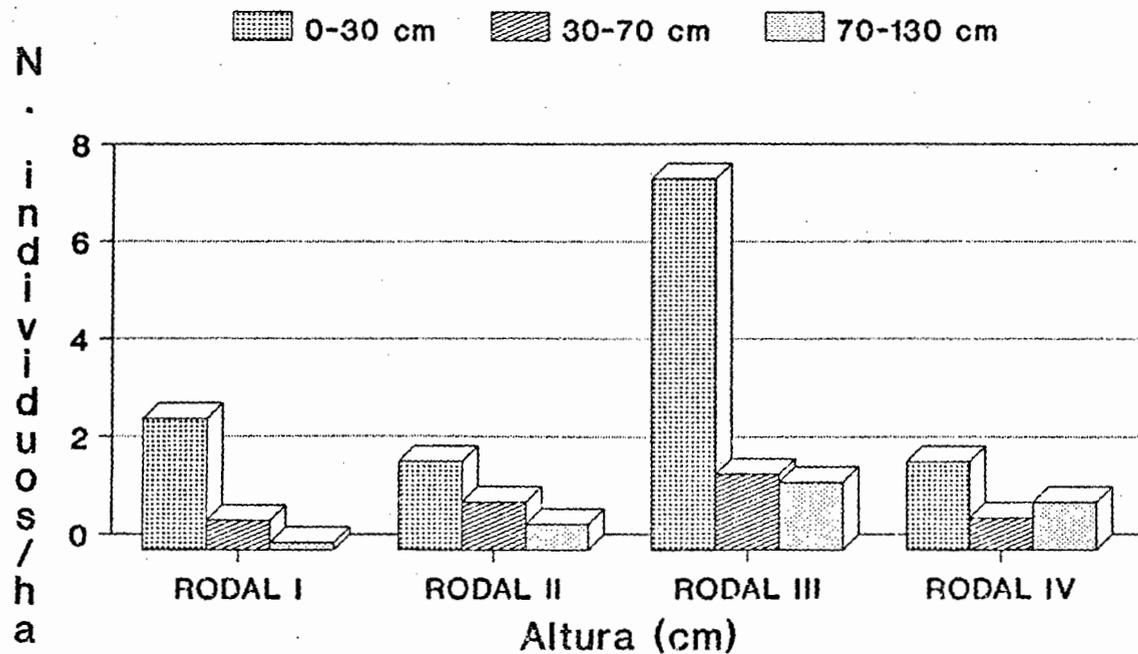


Figura 7. Distribución de clases de altura de todas las especies regenerando en los cuatro rodales

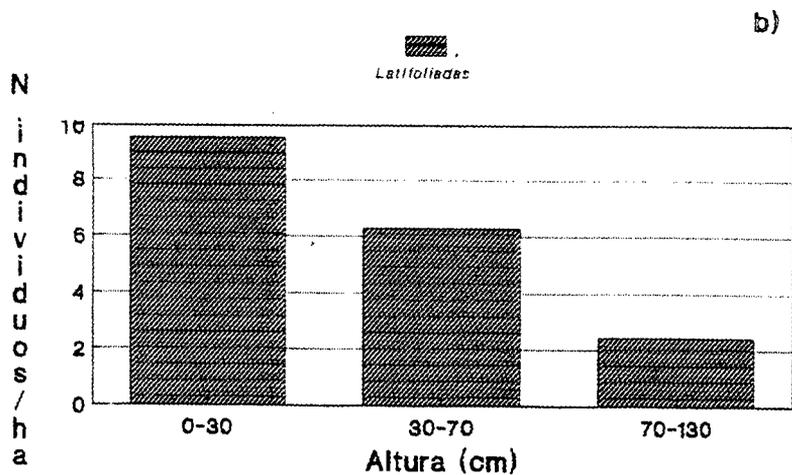
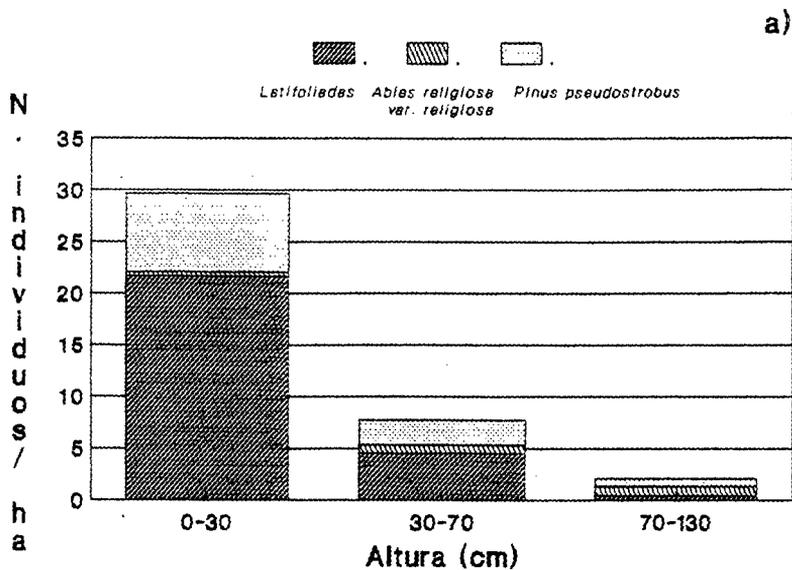
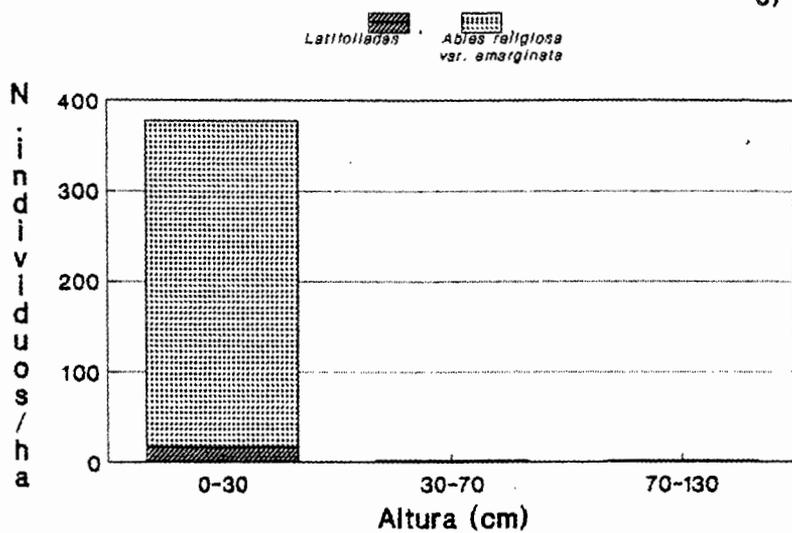


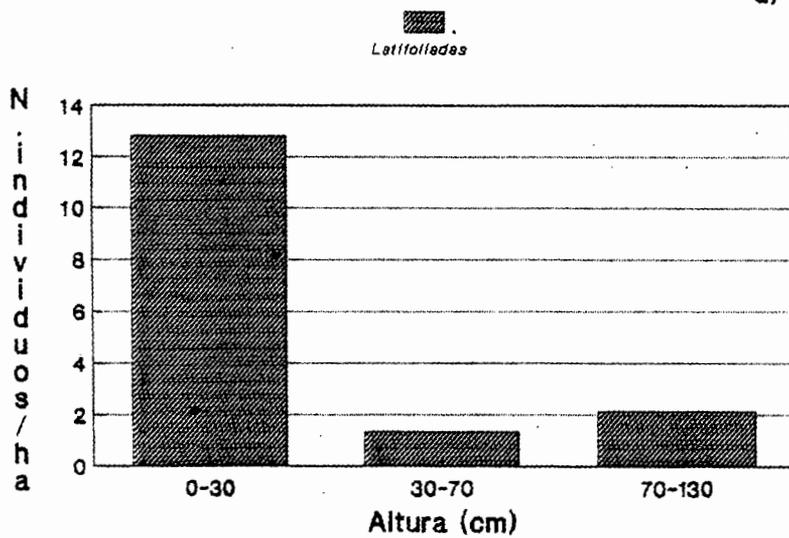
Figura 8. Distribuciones de altura de individuos < 1.30m a) rodal I, b) rodal II, c) rodal III, d) rodal IV

Continuación de la figura 8

c)



d)



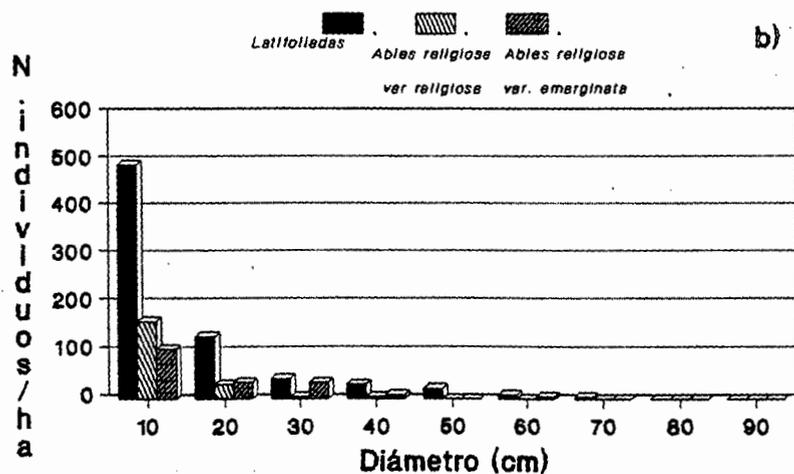
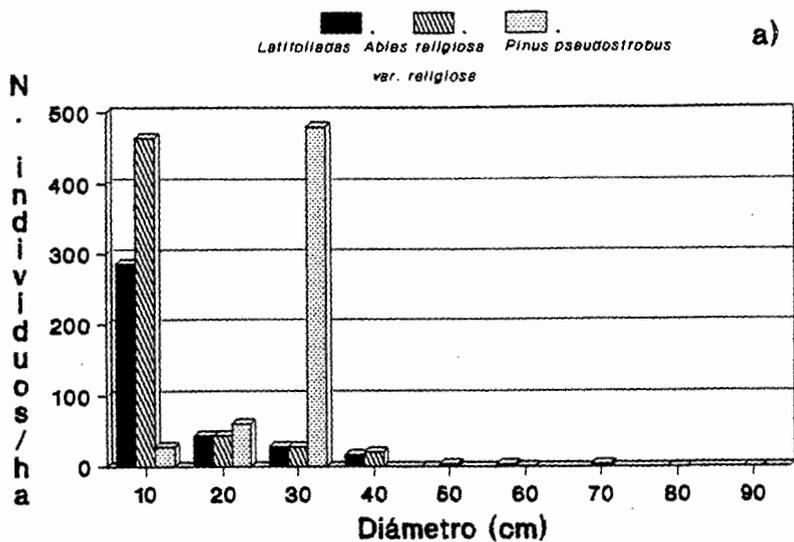
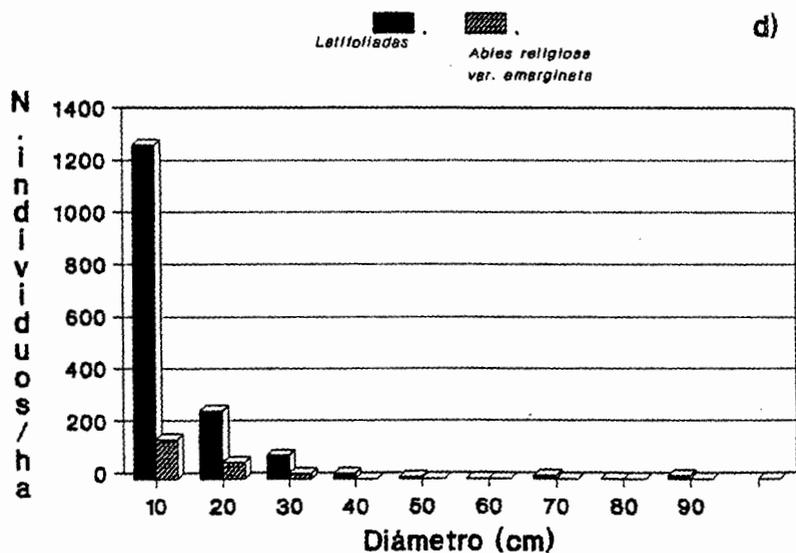
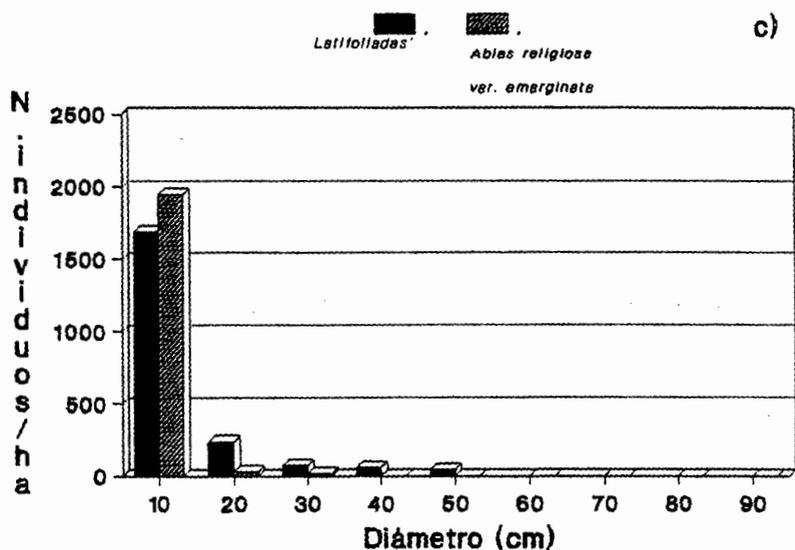


Figura 9. Distribución diamétrica de especies arbóreas a) rodal I, b) rodal II, c) rodal III, d) rodal IV

Continuación de la figura 9



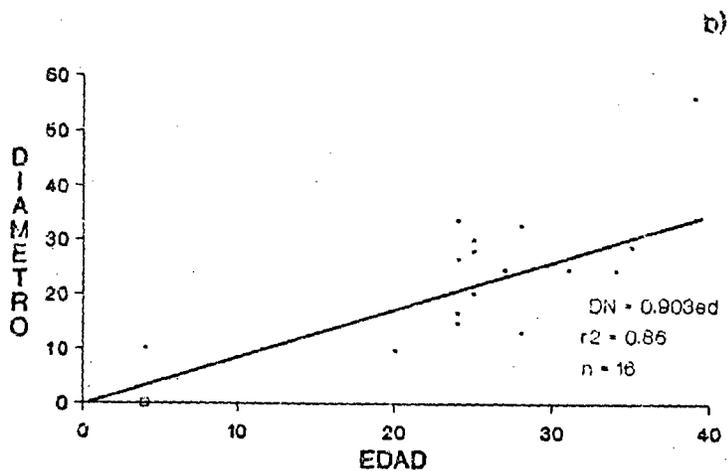
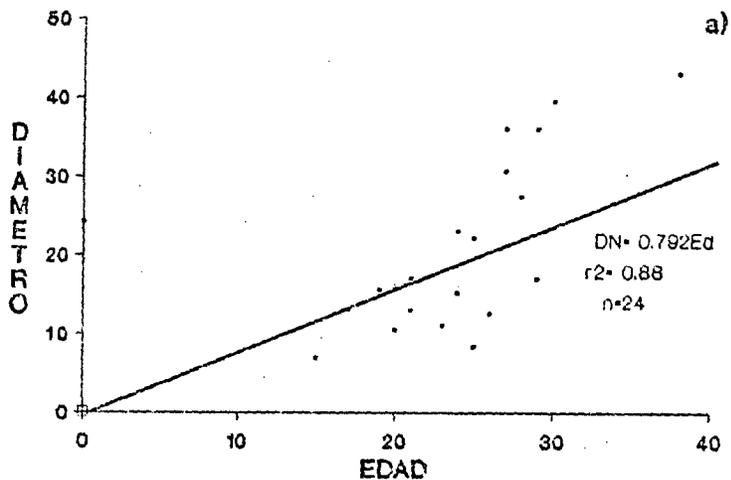


Figura 10. Relacion Edad-DN de  
 a) *Abies religiosa* var. *religiosa* y  
 b) *Abies religiosa* var. *emarginata*

Cuadro 1. Características de sitio de todos los rodales estudiados.

RODAL	I	II	III	IV
ALTITUD (m.s.n.m.)	2187 ± 3.1	2261 ± 4.3	2251 ± 5.6	2199 ± 5.5
EXPOSICION	222 ± 14.8	225 ± 13.2	231 ± 15.0	276 ± 9.0
PENDIENTE (%)	35 ± 2.2	43 ± 2.2	33 ± 2.6	35 ± 1.3
PROFUNDIDAD DE HOJARASCA (cm)	4.8 ± 0.4	4.9 ± 0.4	2.8 ± 0.2	5.1 ± 0.2
PROFUNDIDAD DE HUMUS (cm)	8.7 ± 1.0	9.1 ± 0.8	9.2 ± 0.8	9.5 ± 0.6

CUADRO 2. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de especies arbóreas del rodal I

ESPECIE	DENSIDAD ABSOLUTA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA ABSOLUTA (AREA BASAL m <sup>2</sup> /ha)	DOMINANCIA RELATIVA (AREA BASAL RELATIVA)	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA
<u>Alnus jorullensis</u>	75 ± 20	5.1	10.4	5.15	3.6 ± 1.0	4.2	14.45
<u>Abies religiosa</u> var. <u>religiosa</u>	379 ± 54	25.78	52.0	25.76	11.8 ± 5.8	14.0	65.54
<u>Quercus castanea</u>	60 ± 25	4.08	8.3	4.11	2.8 ± 1.0	3.3	11.49
<u>Garrva laurifolia</u>	167 ± 46	11.36	22.9	11.34	9.0 ± 5.4	10.6	33.3
<u>Pinus pseudostrobus</u>	410 ± 80	27.89	56.2	27.84	34.0 ± 7.2	40.3	96.0
<u>Quercus crassipes</u>	182 ± 55	12.38	25.0	12.36	20.0 ± 18.0	23.7	48.4
<u>Quercus laurina</u>	76 ± 51	5.17	10.4	5.15	1.7 ± 0.5	2.0	12.3
<u>Ternstroemia lineata</u>	121 ± 24	8.23	16.6	8.2	1.3 ± 0.5	1.5	17.9

CUADRO 3. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de especies arbóreas del rodal II

ESPECIE	DENSIDAD ABSOLUTA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA ABSOLUTA (AREA BASAL m <sup>2</sup> /ha)	DOMINANCIA RELATIVA (AREA BASAL RELATIVA)	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA
<u>Abies religiosa</u> var. <u>religiosa</u>	216 ± 64	12.2	26.5	12.2	7.7 ± 4.0	8.9	33.5
<u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>	182 ± 55	10.3	22.4	10.3	3.1 ± 2.5	3.6	24.3
<u>Arbutus xalapensis</u>	66 ± 42	3.7	8.1	3.7	1.7 ± 0.5	1.9	9.4
<u>Garrya laurifolia</u>	232 ± 65	13.1	28.5	13.2	9.6 ± 5.6	11.2	37.6
<u>Quercus candicans</u>	66 ± 31	3.7	8.1	3.7	0.7 ± 0.2	0.8	8.3
<u>Quercus crassipes</u>	83 ± 82	4.7	10.2	4.7	8.7 ± 2.0	10.1	19.5
<u>Quercus laurina</u>	282 ± 50	16.0	34.6	15.0	16.0 ± 7.8	18.6	50.7
<u>Quercus rugosa</u>	232 ± 105	13.1	28.5	13.2	32.0 ± 25.0	37.3	63.7
<u>Ternstroemia lineata</u>	399 ± 69	22.6	48.9	22.6	6.1 ± 2.3	7.1	52.4

CUADRO 4. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de especies arbóreas del rodal III

ESPECIE	DENSIDAD ABSOLUTA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANANCIA ABSOLUTA (AREA BASAL m <sup>2</sup> /ha)	DOMINANANCIA RELATIVA (AREA BASAL RELATIVA)	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA
<u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>	832 ± 175	48.2	70.0	48.2	22.81 ± 16	20.6	117.1
<u>Oreopanax xalapensis</u>	178 ± 167	10.3	15.0	10.3	68.3 ± 24	61.6	82.3
<u>Ternstroemia lineata</u>	713 ± 166	41.3	60.0	41.3	19.6 ± 8.5	17.7	100.45

CUADRO 5. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de especies arbóreas del rodal IV

ESPECIE	DENSIDAD ABSOLUTA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA ABSOLUTA (AREA BASAL m <sup>2</sup> /ha)	DOMINANCIA RELATIVA (AREA BASAL RELATIVA)	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA
<u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>	371 ± 121	12.3	31.2	12.3	8.0 ± 3.7	7.9	32.7
<u>Quercus laurina</u>	668 ± 146	22.2	56.2	22.3	42.0 ± 27.0	41.7	86.2
<u>Quercus rugosa</u>	123 ± 109	4.1	10.4	4.1	27.0 ± 12.0	26.8	35.0
<u>Styrax argenteus</u>	698 ± 134	23.2	58.3	23.1	9.4 ± 3.1	9.3	55.7
<u>Symplocos pryonophylla</u>	297 ± 78	9.9	25.0	9.9	4.7 ± 3.1	4.6	24.4
<u>Ternstroemia lineata</u>	841 ± 120	28.0	70.8	28.1	9.5 ± 2.8	9.4	65.5

CUADRO 6. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plántulas y renuevos del rodal I

ESPECIE	PLANTULAS		RENUEVOS			FRECUCENCIA
	DENSIDAD	FRECUCENCIA	DENSIDAD			
			0-30 cm	30-70 cm	70-130 cm	
<u>Abies religiosa</u>	462 ± 61	63.4	400 ± 300	800 ± 192	800 ± 192	10.81
var. <u>religiosa</u>						
<u>Garrya laurifolia</u>	0	0	816 ± 33	255 ± 173	0	32.4
<u>Oreopanax xalapensis</u>	0	0	4443 ± 317	0	0	8.1
<u>Pinus pseudostrobus</u>	124 ± 77	17.0	7600 ± 255	2400 ± 318	800 ± 318	13.5
<u>Prunus serotina</u>	0	0	1222 ± 40	0	0	43.2
<u>Quercus candicans</u>	0	0	3750 ± 82	0	0	10.8
<u>Quercus crassipes</u>	106 ± 30	14.6	2223 ± 635	0	0	8.1
<u>Quercus laurina</u>	106 ± 74	14.6	1875 ± 143	1250 ± 430	0	10.8
<u>Symlocos pryonophylla</u>	0	0	122 ± 121	815 ± 133	408 ± 165	16.2
<u>Ternstroemia lineata</u>	159 ± 47	21.9	1111 ± 78	987 ± 103	123 ± 236	21.6
<u>Viburnum hartwegii</u>	0	0	6111 ± 116	0	0	16.2

CUADRO 7. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plántulas y renuevos del rodal II

ESPECIE	PLANTULAS		RENUEVOS			
	DENSIDAD	FRECUENCIA	DENSIDAD	FRECUENCIA		
			0-30 cm	30-70 cm	70-130 cm	
<u>Abies religiosa</u>	213 ± 155	14.2	0	0	0	
var. <u>emarginata</u>			0	0	0	
<u>Abies religiosa</u>	275 ± 94	18.3	0	0	0	
var. <u>religiosa</u>			0	0	0	
<u>Arbutus xalapensis</u>	122 ± 117	8.1	0	0	0	
<u>Garrya laurifolia</u>	306 ± 102	20.4	978 ± 57	400 ± 98	0	31.7
<u>Oreopanax xalapensis</u>	0	0	3333 ± 168	278 ± 277	0	14.6
<u>Prunus serotina</u>	0	0	833 ± 38	139 ± 149	0	26.8
<u>Quercus candicans</u>	122 ± 93	8.1	0	0	0	
<u>Quercus castanea</u>	0	0	1945 ± 73	278 ± 277	833 ± 124	9.7
<u>Quercus laurina</u>	581 ± 120	38.7	0	0	0	
<u>Quercus rugosa</u>	306 ± 112	20.4	0	3750 ± 82	625 ± 430	9.7
<u>Styrax argenteus</u>	0	0	987 ± 14	1234 ± 108	864 ± 131	19.5
<u>Symplocos pryonophylla</u>	0	0	1234 ± 42	0	0	17.0
<u>Ternstroemia lineata</u>	1073 ± 152	71.4	220 ± 44	211 ± 51	128 ± 54	70.7

CUADRO 8. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plantulas y renuevos del rodal III

ESPECIE	PLANTULAS		RENUEVOS			FRECUCENCIA
	DENSIDAD	FRECUCENCIA	DENSIDAD			
			0-30 cm	30-70 cm	70-130 cm	
<u>Abies religiosa</u>						
var. <u>emarginata</u>	2422 ± 760	70.0	360000 ±	0	0	5.0
<u>Carya laurifolia</u>	0	0	5556 ± 253	0	0	15.0
<u>Litsea glaucescens</u>	0	0	1022 ± 58	355 ± 77	0	70.0
<u>Oreopanax xalapensis</u>	0	0	3222 ± 38	248 ± 161	0	55.0
<u>Prunus serotina</u>	0	0	3200 ± 134	400 ± 318	0	12.1
<u>Quercus laurina</u>	1557 ± 1009	45.0	1200 ± 129	400 ± 318	200 ± 246	20.0
<u>Styrax argenteus</u>	1038 ± 672	30.0	400 ± 84	533 ± 132	660 ± 71	70.0
<u>Symplocos pryonophylla</u>	692 ± 30	20.0	1250 ± 248	625 ± 430	825 ± 376	15.0
<u>Ternstroemia lineata</u>	1211 ± 407	35.0	1200 ± 62	200 ± 153	200 ± 153	45.0

CUADRO 9. Estimación de algunos parámetros que explican la estructura de plántulas y renuevos del rodal IV

ESPECIE	PLANTULAS		RENUEVOS			
	DENSIDAD	FRECUENCIA	DENSIDAD			FRECUENCIA
			0-30 cm	30-70 cm	70-130 cm	
<u>Abies religiosa</u>						
var. <u>marginata</u>	433 ± 157	22.9	0	0	0	0
<u>Gerrva laurifolia</u>	0	0	1388 ± 55	278 ± 277	0	15.7
<u>Oreopanax xalapensis</u>	0	0	1065 ± 33	118 ± 220	0	34.2
<u>Prunus serotina</u>	0	0	6666 ± 366	0	0	7.8
<u>Quercus laurina</u>	433 ± 101	22.9	1666 ± 124	278 ± 277	555 ± 278	13.1
<u>Styrax argenteus</u>	1455 ± 186	77.0	277 ± 42	200 ± 53	366 ± 43	60.5
<u>Symplocos pryonophylla</u>	0	0	1388 ± 55	278 ± 277	1111 ± 27	15.7
<u>Ternstroemia lineata</u>	1494 ± 216	79.1	370 ± 44	185 ± 103	123 ± 96	42.1

CUADRO 10. Valores de los índices de agregación de Clark y Evans por rodal para las especies arbóreas de Abies sp.

TODOS LOS INDIVIDUOS DE ABIES SP POR RODAL				
RODAL	I	II	III	IV
ESPECIE	<u>Abies religiosa</u> var. <u>religiosa</u>	<u>Abies religiosa</u> var. <u>religiosa</u>	<u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>	<u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>
R	0.65	0.66	0.75	0.46
C	-4.957	-9.765	-4.698	-3.821

INDIVIDUOS EN CLASES DIAMETRICAS POR RODAL												
RODAL	I			II			III			IV		
ESPECIE	<u>Abies religiosa</u> var. <u>religiosa</u>			<u>Abies religiosa</u> var. <u>religiosa</u>			<u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>			<u>Abies religiosa</u> var. <u>emarginata</u>		
	0-15cm, 15-30cm, >30cm			0-15cm, 15-30cm, >30cm			0-15cm, 15-30cm, >30cm			0-15cm, 15-30cm, <30cm		
R	1.1	0.5	0.5	0.5	0.7	1.0	0.6	-----	0.8	0.47	0.4	-----
C	2.554	-2.241	-1.628	-10.17	-3.174	0.596	-6.952	-----	-1.327	-2.871	-2.285	-----

R = 1            Distribución al azar  
R = 0            Máxima agregación  
R = 2.14        Máximo espaciamento entre individuos con un individuo equidistante con otros seis logrando un patrón hexagonal uniforme  
C =              Prueba de significancia

Apéndice 1. Resultados de los modelos de regresión de Abies religiosa var. religiosa y Abies religiosa var. emarginata.

---

MODELO 1 (DN = K + b1Ed)

---

Abies religiosa var. religiosa

Ecuación de regresión DN = 1.499 + 0.742Ed  
r2 = 0.39  
Coeficiente de regresión = 0.742  
F = 14.45, P < 0.001  
Cuadrado medio del error = 72.830

Abies religiosa var. emarginata

Ecuación de regresión DN = -0.040 + 2.375Ed  
r2 = 0.35  
Coeficiente de regresión = 2.375  
F = 7.848, P < 0.014  
Cuadrado medio del error = 0.00

---

MODELO 2 (DN = b1Ed)

---

Abies religiosa var. religiosa

Ecuación de regresión DN = 0.792Ed  
r2 = 0.88  
Coeficiente de regresión = 0.792  
F = 171.4, P < 0.00  
Cuadrado medio del error = 69.89

Abies religiosa var. emarginata

Ecuación de regresión DN = 0.903Ed  
r2 = 0.86  
Coeficiente de regresión = 0.903  
F = 96.52, P < 0.00  
Cuadrado medio del error = 103.99



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE CIENCIAS

Sección .....  
Expediente .....  
Número 0313/99.....

SRITA. BLANCA LORENA FIGUEROA RANGEL  
P R E S E N T E . -

Manifiestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "Estructura y distribución de las poblaciones de *Abies - spp* en el área de Cerro Grande, Municipio de Tolimán, Jalisco y Minatitlán, Colima" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos a usted que ha sido aceptado - como Director de dicha Tesis el M.en C. Lázaro Rafael Sánchez Velazquez.



FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
Guadalajara, Jal., Marzo 6 de 1999  
EL DIRECTOR

~~ING. ADOLFO ESPINOZA DE LOS MONTEROS CARDENAS~~

EL SECRETARIO

M. EN C. ROBERTA MIRANDA MEDRANO

c.c.p. El M.en C. Lázaro Rafael Sánchez Velazquez, Director de Tesis. -Pte.  
c.c.p. El expediente de la alumna.

'mjsd



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Laboratorio Natural Las Joyas  
de la Sierra de Manantlán

SECCION \_\_\_\_\_

EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

NUMERO \_\_\_\_\_

Septiembre 26 de 1991. El Grullo, Jal.

M.C. Carlos Beas Zarate  
Director de la Facultad de  
Ciencias Biológicas.  
Universidad de Guadalajara

Por medio de la presente me permito informarle a Ud. que he revisado el documento titulado "Estructura y Distribución de las Poblaciones de *Abies* spp. en Cerro Grande, Municipio de Tolimán, Jalisco y Minatitlán, Colima", que para obtener el título de Licenciado en Biología por la C. Blanca Lorena Figueroa Rangel. Considero que dicho documento se puede imprimir. Por lo que solicito a Ud. atentamente permita se realicen los trámites necesarios para el examen respectivo.

Sin otro particular por el momento aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"

"AÑO LIC. JOSE GUADALUPE ZUNO HERNANDEZ"



M.C. Lazaro R. Sánchez Velásquez  
Director de Tesis.

gsv'

