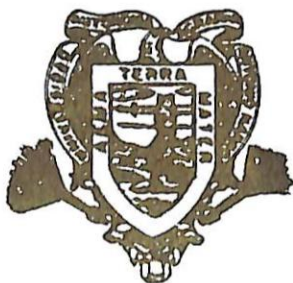


REGENERACION NATURAL DE CONIFERAS DESPUES DE UN  
INCENDIO EN LA SIERRA LA MARTA, ARTEAGA, COAHUILA

AMPARO ARACELI MORENO CORRALES

# TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN CIENCIAS FORESTALES



Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista. Saltillo. Coah.

FEBRERO DE 2003



13782

BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**Subdirección De Postgrado**

**REGENERACIÓN NATURAL DE CONÍFERAS DESPUÉS DE UN INCENDIO EN LA  
SIERRA LA MARTA, ARTEAGA, COAHUILA**

**TESIS**

**Por**

**AMPARO ARACELI MORENO CORRALES**

**Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada  
como requisito parcial, para optar al grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN CIENCIAS FORESTALES**

**COMITÉ PARTICULAR**

**Asesor principal:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ph. D. MIGUEL ÁNGEL CAPÓ ARTEAGA**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ph. D. ELADIO H. CONEJO OVIEDO**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ALEJANDRO ZARATE LUPERCIO**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ph. D. JOSÉ MANUEL FERNÁNDEZ BRONDO**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES  
SUBDIRECTOR DE POSTGRADO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila. Febrero 2003.**



**BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONAT  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.**

## DEDICATORIA

*Muy especialmente a toda mi familia con amor.*

*Con profundo respeto y amor a mis padres  
Sr. Zeferino Moreno Barreiro y Sra. Amparo  
Corrales Oviedo, que me han enseñado las mejores  
cosas de la vida y por el amor incondicional que nos  
une. Muchas gracias me siento orgullosa de que sean  
mis padres.*

*A mis hermanos Claudia Patricia,  
Zeferino y Yessica Selene.  
Quiero agradecerles todo el apoyo brindado.*

*A mi sobrina Arlette, por el sol de su sonrisa.*

*A la vida y Naturaleza que me dan la  
oportunidad de vivir y de seguir adelante.*

*A quienes trabajan por mejorar  
cada día.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por la oportunidad brindada.**

**Al Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo por la asesoría y la constancia en la revisión y corrección de este documento, y por los comentarios y sugerencias para mejorarlo. Especialmente quiero agradecerle su dedicación y empeño para poder concluir esta faceta de mi vida profesional, muchas gracias.**

**Al Dr. Alejandro Zárate Lupercio por el apoyo, los consejos y las oportunidades brindadas, además por su participar en la asesoría y revisión de este documento.**

**Al Dr. José Manuel Fernández Brondo por la asesoría y participación en este trabajo de investigación.**

**Al Ing. Eduardo Aldrete Menchaca por sus comentarios y sugerencias.**

**Al Dr. José A. Villarreal Quintanilla por la identificación del material botánico colectado.**

**Al Dr. Froylan Rincón Sánchez y al M. C. Salvador Valencia Manzo por la asesoría estadística.**

**Al M. C. Luis Morales Quiñónez como Jefe Departamento Forestal por las facilidades brindadas para realizar el trabajo de campo durante 1997.**

**Al Ing. Carlos A. Venegas Castro por la elaboración de las Figuras 3.1 y 3.3 de este documento, y por la atención y gran amabilidad brindada.**

**Al personal de campo que participó en la fase de campo (toma de datos) durante el año de 1997, especialmente a los hermanos Miguel y José Sosa Morales.**

**Al Sr. Felipe de la Peña (†) por las facilidades brindadas al realizar el trabajo de campo en 1997, especialmente por las charlas y anécdotas contadas en los momentos de descanso, gracias.**

**A todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo, mil gracias.**

# **COMPENDIO**

**Regeneración natural de coníferas después de un incendio en la Sierra La  
Marta, Arteaga, Coahuila**

**Por**

**AMPARO ARACELI MORENO CORRALES**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**CIENCIAS FORESTALES**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila. Febrero 2003**

**Ph. D. MIGUEL ÁNGEL CAPÓ ARTEAGA – Asesor –**

**Palabras clave: regeneración, establecimiento, fuente de semilla, distancia a la  
fuente de semilla, competencia, vegetación secundaria,  
regresión lineal múltiple, densidad y velocidad de crecimiento  
de coníferas**

En la Sierra La Marta ocurrió un incendio en 1975 en el bosque de coníferas de *Pseudotsuga-Pinus-Abies*, afectando cerca de 1350 hectáreas de superficie boscosa (Cornejo, 1987). De esta manera se planteó esta investigación para definir la situación actual del renuevo forestal con respecto al efecto del incendio la regeneración natural de coníferas. El objetivo del estudio pretende contribuir a desarrollar información que permita crear una tecnología eficaz que ayude al establecimiento de la regeneración natural de coníferas en el área quemada en 1975, en la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

Para conocer que factores físicos y biológicos influyen en el establecimiento y el crecimiento de la regeneración natural de coníferas en el área de estudio, se generaron modelos matemáticos que pueden predecir las tendencias del estado de la regeneración natural de coníferas en el área de estudio.

Se estableció un diseño de muestreo estratificado sistemático, utilizando como criterio de estratificación las fuentes de semilla localizadas en el área de estudio. Se definieron cinco fuentes de semilla que se distribuyen de acuerdo al gradiente altitudinal de la sierra. Se caracterizaron en total 195 sitios circulares de muestreo. En cada sitio se delimitaron dos círculos concéntricos de 100 y 20 m<sup>2</sup>. Para la superficie de 100 m<sup>2</sup> se midió la regeneración natural, los árboles juveniles y los árboles maduros de coníferas. Para la superficie de 20 m<sup>2</sup> se

midió la vegetación secundaria conformada por los árboles de especies latifoliadas, los arbustos y plantas herbáceas. Cada fuente de semilla fue caracterizada en sus valores fisiográficos. Se obtuvieron los valores de densidad de la regeneración natural de coníferas y de la vegetación secundaria, los valores de cobertura y altura de la vegetación secundaria.

El análisis de regresión lineal múltiple seleccionó dieciocho modelos matemáticos ( $\alpha = 0.05$ ) para las variables densidad y velocidad de crecimiento (Dereg y Velreg) de la regeneración natural de coníferas. Las variables fisiográficas, la distancia a la fuente de semilla, la diversidad de la vegetación secundaria, la cobertura de los árboles latifoliados, de los arbustos y de las herbáceas y la cobertura de ciertas especies de la vegetación secundaria influyeron en forma positiva y/o negativa en el valor de la  $R^2$  de cada modelo seleccionado, dependiendo de la especie de conífera y de la fuente de semilla.

La densidad y la velocidad de crecimiento de la regeneración natural de coníferas presentó diferencias dentro de las fuentes de semilla, estas diferencias son ocasionadas principalmente por el gradiente altitudinal de la sierra y por las condiciones de la vegetación secundaria que surgió después del incendio de 1975, propiciando incluso el establecimiento de la regeneración al formar un microambiente más adecuado para ello.

## **A B S T R A C T**

**Coniferous natural reclaiming post-fire on Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila**

**Key words: natural reclaiming, reclitment, weed source, competition, secondary vegetation, multiple lineal regression, density and density and growth speed**

Forest fire occurred on Sierra la Martha in 1975, this happened on Pine-Douglas-Douglas-fir coniferous forest affecting around 1350 hectareas of forest area (Cornejo, 1987). Because of this, this research was proposed in order to define actual natural reclaiming status respecting with fire effects on it.

Research goal claims to contribute to create information that lets to develop a efficient technology that helps coniferous natural reclaiming settlement in burned areas from 1975 in Sierra la Marta, Arteaga, Coah.

In order to know physical and biological factors that influence on conifer natural reclaiming settlement and growth in the study area, mathematical models was generate to predict conifer natural reclaiming state tends in study area.

A sampling design was settled, using as a determinant criteria the weed source stratification according with altitude gradient at the mountain. A total 195 circular sampling plots (stands) was characterized. On each plots was determined two concentric circles at 100 and 20 meters square. To 100 m<sup>2</sup> plots, natural reclaiming, young and mature trees were measured. On 20 m<sup>2</sup> plots, secondary vegetation constituted by second growth species, as deciduous, shrubs and herbaceous species were measure as well. Each weed source was characterized by physiographic values. Conifer natural reclaiming density, cover and second growth vegetation tall values were obtained.

Multiple lineal regression analysis selected eighteen (18) mathematical models (*alfa* = 0.05) to density and growth speed variables (Dereg and Velreg) to conifer natural reclaiming. Physiographic, weed source distance, secondary vegetation diversity, deciduous trees cover variables as well as shrubs and herbaceous, and specific second growth vegetation species cover influenced on positive and/or negative way on R<sup>2</sup> value of each selected model depending on conifer species and weed source.

Density and growth speed of conifer natural reclaiming showed differences in weed source, this was by mountain altitude gradient and second growth vegetation condition sprout up after forest fire from 1975, the last actually provoked reclaiming settlement when a microenvironment was adequate for it.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PÁGINA</b>
ÍNDICE DE CUADROS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
Importancia y planteamiento del problema.....	1
Objetivos.....	5
General.....	5
Específicos.....	5
Hipótesis nula.....	6
REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
Generalidades sobre los disturbios.....	7
Definición de disturbio.....	7
Clasificación de los disturbios.....	8
Impacto general de los disturbios.....	10
Estudios afines sobre el efecto de los disturbios en áreas de bosque.....	14
Regeneración natural.....	17
Definición de regeneración natural.....	17

	<b>PÁGINA</b>
Producción y dispersión de semillas.....	19
Factores que influyen en el establecimiento de la regeneración.....	21
Estudios afines sobre el establecimiento de la regeneración	
Desarrollo de la comunidad forestal.....	29
Tolerancia.....	30
Competencia.....	31
Sucesión.....	33
Fuego.....	37
Efectos del fuego sobre la vegetación forestal.....	39
Estudios afines del efecto del fuego en áreas de bosque..	41
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>43</b>
Descripción del área de estudio.....	43
Recorridos preliminares.....	48
Diseño de muestreo.....	49
Localización y caracterización de los estratos o fuentes de semilla.....	49
Técnicas de muestreo en las fuentes de semilla.....	53
Localización, forma, tamaño, delimitación y caracterización de los sitios de muestreo en las fuentes de semilla.....	54
Medición de la vegetación.....	58
Cálculos derivados de la medición de la vegetación.....	59
Transformación de variables.....	62

	<b>PÁGINA</b>
Procesamiento y análisis estadístico.....	63
Análisis Multivariado por Componentes Principales.....	63
Análisis de Regresión Lineal Múltiple.....	64
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>66</b>
Caracterización fisiográfica de las fuentes de semilla.....	66
Densidad del estrato de regeneración natural de coníferas.....	69
Modelos de la regeneración natural de coníferas dentro de las fuentes de semilla.....	72
Densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m <sup>2</sup> .....	73
Velocidad de crecimiento anual de la regeneración natural de coníferas.....	80
Modelos de la regeneración natural de coníferas entre las fuentes de semilla.....	88
Densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m <sup>2</sup> .....	88
Velocidad de crecimiento anual de la regeneración natural de coníferas.....	95
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>109</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>116</b>
A.1. Programa de SAS para el procesamiento de la información..	117
A.2. Codificaciones empleadas en los programas de SAS.....	122
A.3. Programa de SAS para los análisis Multivariado por Componentes Principales y para Regresión Lineal Múltiple...	126

<b>A.4. Valores del Análisis Multivariado por Componentes Principales.....</b>	<b>139</b>
<b>A.5. Modelos matemáticos que no cumplieron los requisitos estadísticos establecidos.....</b>	<b>140</b>
<b>A.6. Probabilidades de F y de T para las variables seleccionadas en los modelos generados por el análisis de regresión lineal múltiple.....</b>	<b>144</b>
<b>A.7. Listado florístico y distribución altitudinal de la flora leñosa identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.....</b>	<b>147</b>
<b>A.8. Valores de densidad, cobertura y altura correspondientes a la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.....</b>	<b>152</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>		<b>PÁGINA</b>
3.1.	Datos meteorológicos de las estaciones más cercanas al área de estudio.....	46
3.2.	Descripción del área de estudio indicando los estratos en que se dividió según la fuente de semilla localizada.....	53
4.1.	Caracterización fisiográfica de las fuentes de semilla en La Sierra La Marta, Arteaga, Coah.....	67
4.2.	Valores de densidad absoluta y relativa para la regeneración natural de coníferas.....	70
4.3.	Modelos seleccionados dentro de las fuentes de semilla.....	73
4.4.	Modelos para la densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m <sup>2</sup> dentro de las fuentes de semilla.....	74
4.5.	Modelos para la velocidad de crecimiento anual para la regeneración natural de coníferas dentro de las fuentes de semilla.....	81
4.6.	Modelos para la densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m <sup>2</sup> entre las fuentes de semilla.....	90
4.7.	Modelos para la velocidad de crecimiento anual para la regeneración natural de coníferas entre las fuentes de semilla.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>		<b>PÁGINA</b>
3.1.	Ubicación del área de estudio.....	44
3.2.	Vegetación del área incendiada en 1975 en la Sierra La Marta, Arteaga, Coah.....	48
3.3.	Localización de las fuentes de semilla en el área de estudio, Sierra La Marta, Arteaga, Coah.....	50
3.4.	Plano forestal de la Sierra La Marta, Arteaga, Coah.....	52
3.5.	Esquema del diseño de muestreo estratificado sistemático aplicado en los estratos (fuentes de semilla).....	56
3.6.	Esquema del sitio de muestreo aplicado para la regeneración natural de coníferas y para la vegetación secundaria.....	57

## INTRODUCCIÓN

### **Importancia y planteamiento del problema.**

A nivel mundial, cada año se destruyen alrededor de 11 millones de hectáreas de bosques (FAO, 1985); se estima que la tasa anual de deforestación es de 12 millones de hectáreas (Siyag, 1998) y aunque parte de éstas se regeneran a través del proceso sucesional natural, en la mayoría se producen cambios irreversibles en la estructura y composición de los ecosistemas forestales (Gómez *et al.*, 1972; Jardel y Sánchez, 1989). Para resolver este problema se requiere conocer las características ecofisiológicas de las especies forestales y las condiciones ambientales que hacen posible su regeneración para fines de conservación y aprovechamiento (Jardel y Sánchez, 1989), así como los principios ecológicos (Greaves *et al.*, 1978) que gobiernan el crecimiento y distribución de las plantas, luego de un disturbio natural o antropogénico, para el manejo adecuado de la vegetación (Radosevich y Oster, 1987).

En Estados Unidos de Norteamérica el continuo cambio a lo largo de los gradientes de temperatura y humedad se superimpone a un mosaico de diversidad de suelos. Además, los bosques han estado sujetos a un conjunto infinito de disturbios y han sido reocupados por vegetación, no siempre nativa, la que tiende a dominar los ecosistemas alterados (Newton, 1973 a).

En México las asociaciones arbóreas de clima templado constituidas por coníferas y latifoliadas con diferentes grados de mezcla ocupan el 14.03 por ciento (27,482,917 ha) del territorio nacional, y de esta superficie 18,681,754 ha se caracterizan por la dominancia de coníferas, siendo los géneros *Pinus* y *Abies* las de mayor importancia en el país, las que se asocian en menor proporción con diferentes especies de encino y otras latifoliadas (Rzedowski 1978; CNIF 1991; INEGI 1994, 1996).

El uso inadecuado del suelo, que prevalece en la mayor parte del país, genera la desaparición innecesaria de la vegetación natural, cambiándola por vegetación secundaria sucesiva a disturbios.

La explotación forestal inadecuada, sobre todo la clandestina, así como los desmontes para fines de ampliación de zonas agrícolas, ganaderas y habitacionales y los incendios forestales constituyen factores que restan superficie a los bosques y modifican la composición de los que quedan; también el pastoreo de tipo extensivo influye decisivamente en la estructura y composición florística de estos sitios. La superficie y el volumen forestal del

país a través del tiempo, ha venido decreciendo debido no solo al aprovechamiento autorizado, sino a otros factores como son la presencia de plagas y enfermedades incontrolables, que demeritan en calidad y cantidad el recurso; los incendios forestales que anualmente lo impactan y decrementan y otras causas menores, como desmontes para líneas de comunicación (Caballero *et al.*, 1988).

En la Sierra Madre Occidental extensas áreas de bosque se encuentran perturbadas y la vegetación secundaria resultante ha sido escasamente estudiada y documentada (Casas *et al.*, 1995).

Las áreas montañosas de la región sureste de Coahuila, pertenecientes a la Sierra Madre Oriental, principalmente en el municipio de Arteaga se caracterizan porque presentan una vegetación boscosa formada por coníferas, considerada como la vegetación climax de esos bosques; dicha superficie es de 52,325 ha (SARH, 1985). Muchos de estos sitios actualmente se encuentran deforestados y su estructura y composición ha cambiado; en consecuencia se encuentran diferentes hábitats perturbados ocupados por matorrales arbustivos.

En la Sierra La Marta, se produjo un incendio en 1975 en el bosque de coníferas de *Pseudotsuga-Pinus-Abies*. Este incendio afectó cerca de 1350 hectáreas de superficie boscosa (Cornejo, 1987).

En Sierra La Marta, en la región adyacente al área incendiada en 1975, en un bosque de *Pseudotsuga-Pinus-Abies*, Cornejo (1987) reporta que la elevada densidad del estrato de latifoliadas en las altitudes bajas e intermedias, es una evidencia del impacto de disturbios, resultante de la actividad antropogénica a través del desmonte, la tala ilegal y la corta de renuevos y puntas de árboles, así como los frecuentes incendios; que además de mermar la superficie del bosque, también limitan el establecimiento de la regeneración natural de coníferas, a través de la competencia por luz, humedad y nutrientes, y por la excesiva acumulación de residuos orgánicos en la superficie del suelo.

A consecuencia del incendio de 1975 sobre esta superficie quemada se ha desarrollado un matorral esclerófilo formado principalmente por encino asociado a *Ceanothus* spp y algunos rodales pequeños de *Populus tremuloides* Michx. Debe señalarse que la regeneración natural de coníferas en el área es escasa y su crecimiento ha sido lento, como se reporta para esta área una densidad de renuevos de 605 individuos por hectárea (Reyna, 1998). Aquí adquiere gran importancia el conocimiento del efecto de los cambios ambientales que ocurren en la sucesión para el manejo de especies forestales, en particular para mantener un reclutamiento continuo (Jardel y Sánchez, 1989).

Con fundamento en todo lo anterior se planteó un estudio con el propósito de definir la situación actual del renuevo forestal y apoyar la

**generación de tecnologías que aceleren el reestablecimiento del bosque, lo que contribuirá a fomentar el aprovechamiento del recurso forestal con un enfoque basado en la sustentabilidad del mismo.**

## **Objetivos.**

### **General.**

**Contribuir a desarrollar los conceptos, métodos y bases de información para crear una tecnología eficaz, que permita la regeneración natural de coníferas en el área incendiada de la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.**

### **Específicos.**

**a) Determinar en qué grado la densidad y la velocidad de crecimiento de las especies que constituyen la regeneración natural de coníferas está influenciada por factores físicos y biológicos.**

**b) Generar modelos que permitan predecir las tendencias de la condición de la regeneración natural de coníferas en el área quemada en 1975, en la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.**

**Hipótesis nula.**

**Ho: No existen diferencias en la densidad y la velocidad de crecimiento de la regeneración natural de coníferas en las diferentes fuentes de semilla localizadas en el área de estudio.**

# REVISIÓN DE LITERATURA

## **Generalidades sobre los disturbios.**

### Definición de disturbio.

De forma general, el término disturbio, se describe como algún evento discreto en el tiempo, que rompe el ecosistema, la comunidad o la estructura de la población y produce cambios en los recursos, la disponibilidad de sustratos, o del ambiente físico (White y Pickett, 1985).

Runkle (1985) lo define como cualquier fuerza que mata por lo menos un árbol del dosel superior.

Según Grime (1989) el disturbio está asociado con la destrucción parcial o total de la biomasa vegetal debido a las actividades de herbívoros, patógenos, el hombre (relacionado a la agricultura: barbecho, escarificación, etc) y a fenómenos como tormentas, heladas, sequías, erosión del suelo y el fuego.

El disturbio de un tipo u otro es una característica cosmopolita de los bosques. El régimen de disturbio de un bosque dado, usualmente es una mezcla compleja de eventos infrecuentes y grandes, interrumpidos por series de eventos frecuentes y pequeños (Perry, 1994).

Si el disturbio natural es fundamental para el desarrollo del ecosistema forestal, entonces el manejo de las áreas naturales deberá basarse en el entendimiento de los procesos de disturbio (Rogers, 1996).

Los cambios en la fisonomía de la vegetación durante la sucesión representan la respuesta más prominente de la comunidad vegetal al disturbio (Mueller y Ellenberg 1974; Halpern y Franklin, 1990), lo que afecta significativamente el grado en el cual la estructura del bosque se modifica durante el proceso de sucesión (Halpern y Franklin, 1990); así el paisaje debe ser manejado de acuerdo a ello (Rogers, 1996).

#### Clasificación de los disturbios.

Por su efecto, los métodos de destrucción y perturbación de la vegetación pueden ser de impacto directo o indirecto. Entre los primeros se encuentran: el desmonte, el sobrepastoreo, la tala inmoderada, los incendios y la explotación selectiva de algunas especies útiles. Los segundos, modifican o eliminan el ambiente ecológico necesario para el desarrollo de una determinada comunidad biótica, ocasionando que desaparezca de ese ecosistema, entre

éstos se encuentra la erosión, o el cambio de uso del suelo (sus características) y sus efectos, o las modificaciones del régimen hídrico de la localidad y la contaminación del aire y del agua (Rzedowski, 1978).

Los disturbios se clasifican en mayores y menores. Los disturbios mayores son aquellos en los que todos los árboles mueren en un área lo suficientemente grande para asegurar que la mayoría de los árboles nuevos o remanentes empiecen a crecer después del disturbio no encontrando competencia alrededor de los árboles sobrevivientes. Ejemplos de tales disturbios incluyen a los incendios de copa, huracanes, tornados y otros más severos como las tormentas, las avalanchas de nieve, los deslizamientos del suelo, estos provocan la erosión severa del suelo y los bosques en aprovechamiento intensivo. Los disturbios menores pueden afectar la duración del desarrollo de los diferentes estados del bosque, aquí se incluyen a los incendios superficiales, las plagas y enfermedades (donde solamente un individuo del dosel arbóreo esté muerto), las cortas parciales y los aclareos del bosque (Oliver, 1981).

Para White y Pickett (1985) existen dos tipos generales de disturbio: eventos destructivos y fluctuaciones ambientales. Dependiendo de las dimensiones espaciales (tamaño del organismo) y temporales (período de vida del organismo) del sistema.

**Según Perry (1994) los disturbios pueden caracterizarse de acuerdo a su origen en exógenos –originados fuera del ecosistema, por ejemplo fuego o viento– y endógenos –originados dentro del ecosistema, por ejemplo, plagas.**

**El tema del disturbio ecológico abarca el estudio de las relaciones internas entre los componentes bióticos y abióticos del ambiente. Los disturbios pueden ser endógenos (internos) o exógenos (externos) al ecosistema; pueden ser bióticos (como plagas, enfermedades, daño animal) o abióticos (como viento, deslaves, fuego). Pueden ser grandes (medidos en hectáreas) o pequeños (medidos en metros). Pueden ser intensos (como incendios de copa) o ligeros (como incendios superficiales) (Rogers, 1996).**

**Impacto general de los disturbios.**

**Los disturbios tienen un profundo efecto en el desarrollo de las especies forestales, pues afectan la vegetación modificando la composición de especies del bosque.**

**En el bosque, el disturbio ocasionado por el aprovechamiento forestal, el pastoreo o la agricultura y, los procesos de mantenimiento local cambian la composición florística original y la estructura de edades de las especies persistentes (Keever, 1950).**

**A gran escala, los disturbios creados por el hombre o los naturales juegan un papel importante en determinar la estructura del bosque y la composición de las especies en muchas áreas de Norteamérica y probablemente otros bosques templados y tropicales. La severidad del disturbio determina que especies serán dominantes en el bosque. La frecuencia del disturbio es también importante en determinar el tipo general de bosque en un área mayor, porque las especies dominantes y la fisonomía del rodal cambian con el tiempo después del disturbio (Oliver, 1981).**

**La mayoría de los disturbios son un factor importante en la sucesión debido a que generalmente ocurren a intervalos de tiempo mayores en comparación con el tiempo de vida de una persona. Si un disturbio mayor ocurre sólo cada 250 años o más puede, sin embargo, tener un efecto profundo en la composición de las especies y la fisonomía del bosque afectado, pero los registros a largo plazo sobre disturbios con relación a la composición del bosque son raros (Oliver, 1981).**

**Se sabe que los patrones de disturbio —naturales o causados por el hombre— muchas veces tienen una influencia dominante en los patrones de desarrollo del rodal y, de esta forma, influyen en los patrones de sucesión, relaciones productivas, y los patrones de funcionamiento del ecosistema a un grado muy fuerte (Oliver, 1982).**

Los agentes naturales de disturbio como las tormentas, fuego, plagas y enfermedades usualmente son impredecibles. En donde prevalecen los disturbios naturales, deben realizarse esfuerzos para controlar su dispersión o para salvar los recursos antes de que el daño ocurra. En casos donde los incendios han sido prevenidos o donde su extensión es corta, muchas veces la mortalidad de los árboles se incrementa por plagas y enfermedades (Waring, 1985).

Una vez que el dosel del bosque esta establecido los frecuentes disturbios tienden a remover a los árboles estresados o débiles. Cuando el disturbio es infrecuente, la mayor parte de los árboles presentan baja eficiencia en su crecimiento y puede esperarse que mueran por algún daño (Waring, 1985).

La mayoría de los disturbios producen heterogeneidad y forman aberturas en el dosel; estos efectos podrán depender del estado de la comunidad antes del disturbio. La consecuencia de un disturbio dado depende de una variedad de factores bióticos y físicos (ejemplo: gradientes regionales de clima, gradientes topográficos, tipos de sustratos) (White y Pickett, 1985).

El desmonte para fines de aprovechamiento forestal y los incendios han sido los agentes mayores de disturbio en los bosques de la costa noroeste del Pacífico en Estados Unidos, desde inicios del año 1900. Estos disturbios alteran profundamente su estructura y función, eliminando el dosel arbóreo,

liberando los depósitos de carbono y nutrientes, y modificando los niveles de biodiversidad (Halpern y Franklin, 1992).

Los disturbios naturales forman una parte integral de los ecosistemas y sin embargo, más que agentes de destrucción son agentes de renovación y diversificación del paisaje. Los síntomas y causas próximas de la declinación y muerte de los bosques en el mundo son altamente variables; algunas se relacionan directamente a la contaminación y algunas no. La evidencia sugiere que por lo menos en algunos casos, la amplia declinación de los bosques es parte de un ciclo que ocurre naturalmente. Sin embargo, la contaminación acelera e intensifica dichos ciclos naturales (Perry, 1994).

La mayoría de los agentes de disturbio se caracterizan porque raramente actúan solos. Los agentes tales como la sequía y el fuego o las enfermedades y plagas muchas veces actúan en conjunto a lo largo del tiempo y el espacio en el paisaje cambiante. Mientras que es cierto, que un evento discreto, por ejemplo, un cambio en el paisaje altera el curso sucesional, la fuerte precipitación y posiblemente, la pérdida de cobertura vegetal debido a la construcción de caminos, incendios o pastoreo, todos contribuyen significativamente a estos eventos. La mayoría de los disturbios son una interacción de muchos agentes de disturbio (Rogers, 1996).

Estudios afines sobre el efecto de los disturbios en áreas de bosque.

Halpern (1989) reportó los patrones sucesionales iniciales para las interacciones de historia de vida entre las especies forestales y los disturbios. El estudio se realizó considerando dos cuencas hidrológicas en exposición oeste en las montañas Cascade, en Oregon. Ambos sitios presentaron aprovechamiento forestal e incendios. Se concluyó que la sucesión secundaria inicial en esos bosques de coníferas procedía de los cambios graduales en la abundancia de una gran diversidad de especies residuales e invasoras. La mayoría de las especies dominantes o subordinadas sobrevivieron al disturbio y se establecieron en un período de dos años después del mismo. Los patrones de abundancia de muchas especies fueron similares entre las cuencas, sugiriendo que la sucesión en estos bosques tienen un componente determinístico encontrado en las características de la historia de vida y respuestas al disturbio de las especies disponibles.

En las montañas Cascade, Oregon, se realizó un estudio para observar el desarrollo de la estructura del suelo en bosques de *Pseudotsuga* 25 años después de cosechados en dos sitios diferentes, además de examinar la influencia de la intensidad del disturbio y la estructura de la vegetación inicial sobre el origen, la dirección y la tasa de cambio fisonómico. Se determinó que las tendencias a largo plazo de la estructura de la comunidad, están influidas principalmente por las condiciones pre-disturbio y la intensidad del mismo,

acelerando la sucesión fisonómica de estos bosques (Halpern y Franklin, 1990).

Capó (1987) realizó mediciones de la temperatura y la humedad del suelo, así como la demanda evaporativa del aire en áreas abiertas y áreas cubiertas por vegetación; en laderas con exposición norte y sur en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Encontró que la evaporación potencial de las áreas cubiertas era menor que en los sitios desmontados.

González *et al.* (1991) estudiaron la estructura y la diversidad florística presente en las comunidades serales vegetales (campos abandonados, pastizal, matorral, y bosques en estadíos sucesionales primarios, medianos y maduros), resultado del patrón de uso actual del suelo en los bosques de *Pinus-Quercus* en Los Altos de Chiapas, México. Los autores determinaron que el estrato arbustivo fue el más diverso que los demás estratos, se presentó un completo reemplazamiento florístico entre las comunidades boscosas y las abiertas. *Quercus* y *Pinus* dominan en cobertura en los rodales de campos abandonados, pero su regeneración no ocurre o es muy baja en la sombra, ya que sus plántulas sólo se encontraron en estados serales abiertos o en bosques abiertos. En cuanto al impacto del disturbio sobre la vegetación, los autores determinaron que la fragmentación del bosque y las modificaciones al hábitat son condiciones limitantes para la mayoría de los arbustos y árboles.

Particularmente afectaron a especies con poca tolerancia a las temperaturas bajas y la radiación solar alta.

Quintana y González (1993) reportaron el papel sucesional particular para los distintos grupos de afinidad florística que los componen, en bosques húmedos de pino-encino en Los Altos de Chiapas. Considerando las siguientes comunidades sucesionales: pastizal, con pastoreo de ovinos, matorral con pastoreo de ovinos, bosque incipiente de 20-25 años de abandono y con 80-90 por ciento de cobertura en el dosel, bosque medianamente maduro de 35-40 años de abandono y 70-80 por ciento de cobertura y bosque maduro, con más de 100 años sin disturbio por actividades agrícolas, con perturbación natural local, talas esporádicas y 95-100 por ciento de cobertura. Utilizaron métodos no destructivos para determinar la densidad, dominancia y frecuencia de cada especie en los diferentes estratos de la comunidad: (1) estrato arbustivo (>0.5 y <3 m de altura), de 25 a 30 cuadrados de 10 x 2 m; (2) estrato arbóreo bajo (>3 m de altura y <15 cm dap) de 90 a 200 estaciones con el método de cuadrantes centrados en un punto; y (3) estrato arbóreo alto (>15 cm dap) igual al anterior.

## **Regeneración natural.**

### **Definición de regeneración natural.**

El establecimiento de plántulas a partir de semillas abarca una serie de eventos precisos dentro de un ambiente en el que la escala de heterogeneidad esta determinada por el tamaño de la semilla. La presencia o ausencia y la densidad de las plántulas depende no solo de la disponibilidad de semilla, también de la frecuencia de sitios factibles para la lluvia de semillas, que provean las condiciones precisas que requiere la semilla (Harper, 1977).

Las estrategias de la regeneración forestal después de un desastre pueden ser completamente diferentes y dependen de la naturaleza del desastre y de las especies (Harper, 1977): regeneración de las semillas producidas localmente, regeneración de las semillas dispersadas por otros medios, regeneración de las especies con capacidad de brotar por yemas latentes y regeneración de las plántulas ya establecidas

En las comunidades donde hay un rápido crecimiento de la vegetación enseguida del disturbio, la disponibilidad de los recursos para la colonización deberá alcanzarse enseguida del disturbio. Consecuentemente, las primeras plantas que llegan a establecerse después del disturbio deberán poseer la mayor disponibilidad de estos recursos para que estas plantas lleguen a establecerse después. El establecimiento de las plántulas de muchas especies

leñosas es muchas veces limitado por un breve período enseguida del disturbio (1-5 años), particularmente cuando el reestablecimiento de la biomasa es rápido (Oliver, 1981).

La composición actual de las especies en cualquier estado de crecimiento depende del sitio y de la habilidad de las especies para regenerarse por sí mismas (Wenger, 1984).

La salud de los rodales forestales está fuertemente afectada por las decisiones tomadas durante el establecimiento de la regeneración. De todos los factores que intervienen en la salud del bosque, la regeneración es el eslabón más importante de esta cadena de factores debido a que todos los estados del desarrollo del bosque están vinculados a ella (regeneración) y además es el factor más fácil de estudiar (Lavender y Newton, 1985).

Un propósito fundamental de la regeneración artificial del bosque, es repoblar un sitio con una densidad de árboles deseables luego de un disturbio natural o de tipo antropogénico. Para ejecutar más efectivamente este principio, deberá conocerse, la forma en la cual los árboles interactúan y responden al ambiente. El conocimiento de los principios ecológicos que gobiernan el crecimiento de las plantas y su distribución, es esencial para el manejo de la vegetación, para por medio del estudio y aplicación de estos conceptos ecológicos, tratar de resolver los problemas de regeneración del bosque. El éxito de la regeneración forestal se fundamenta en las respuestas fisiológicas y

morfológicas de las plántulas a los recursos disponibles y en la capacidad de adaptarse a las condiciones que ocurren en un sitio después del disturbio (Radosevich y Oster 1987).

Es necesario obtener mayor conocimiento biológico para asegurar la regeneración de pinos; en efecto las decisiones sobre regeneración están más enfocadas a decisiones económicas que biológicas (Cubbage *et al.*, 1991).

El manejo de la regeneración natural utiliza métodos de cosecha y tratamientos culturales para establecer un nuevo rodal a partir de la semilla producida en el sitio o en un área cercana (Barnett y Baker, 1991).

El desconocimiento casi total de la dinámica de los mecanismos de regeneración de las principales especies de importancia económica de los bosques mexicanos se traduce en planes de manejo carentes de bases, tanto económicas como ecológicas (Franco y Aldrete, 1993).

#### Producción y dispersión de semillas.

La producción de semillas es la herramienta más poderosa para fomentar la regeneración natural. El establecimiento de la regeneración natural se relaciona con las características aerodinámicas de la semilla, la dirección y la velocidad del viento, y la densidad, la altura y la ubicación de los árboles semilleros (Gordon, 1970).

Harper (1977) señala que el flujo de semillas (o de otros propágulos) dentro y fuera del hábitat determina el potencial de la población.

Las semillas que caen en una superficie de suelo dependen de la función de (Harper, 1977): altura y distancia a la fuente de semilla, concentración de la fuente de semilla, capacidad de dispersión de la semilla (peso, alas, etc) y la actividad de los agentes distribuidores (dirección y velocidad del viento)

Los sistemas silvícolas que se basan en la regeneración natural necesitan anticipar las probabilidades de que algunos árboles del dosel superior o que los rodales vecinos produzcan una cantidad adecuada de semillas de alta calidad. La producción de semillas está determinada (en cuanto a las coníferas) por la proporción de yemas que cada año abortan, permanecen latentes o se desarrollan para formar estructuras reproductivas en lugar de vegetativas, además indican que el inicio de esta producción es más temprano, más abundante y consistente en las regiones situadas más al sur dentro del área de distribución natural de una especie; esta tendencia es mayor en los sitios cálidos y secos con exposición sur (Daniel *et al.*, 1982).

Las semillas de los árboles forestales son diseminadas principalmente por el viento y la gravedad, aunque los animales y el agua pueden ser

instrumentos activos en la distribución de las semillas de algunas especies después de que se separan de los árboles paternos (Hocker, 1984).

Musálem *et al.* (1991) señalan a la producción de semillas como el factor más importante para que ocurra el establecimiento del renuevo forestal.

Las condiciones que favorecen la producción de conos y semillas y que a su vez son fáciles de manipular son la densidad del rodal, la nutrición, la genética, la edad y el tamaño del árbol. La topografía algunas veces puede afectar dicha producción y depende de la localización geográfica, las especies, el clima, la pendiente y el aspecto (Barnett y Haugen, 1995).

Horn (1981) en un modelo de sucesión asume que los sitios seguros están muy dispersos en la superficie forestal, así las plántulas y aún los arbolitos llegan a establecerse rápida y abundantemente solamente entre una copiosa lluvia de semillas, llegando a establecerse infrecuente y dispersamente donde la lluvia de semillas es escasa o poco moderada.

Factores que influyen en el establecimiento de la regeneración natural.

Maguire (1955) señala la importancia que tiene la temperatura de la superficie del suelo para la sobrevivencia de las plántulas. El efecto de las temperaturas extremas de la superficie del suelo sobre la germinación de las plántulas indica la razón por la que las plántulas fallan durante el proceso de

establecimiento. Reporta que en una plantación experimental el efecto de la sombra artificial aumenta hasta 400 por ciento la sobrevivencia de las plántulas.

En algunos lugares la alta temperatura de la superficie del suelo puede ser letal para las nuevas plántulas. Los factores que influyen son la intensidad y la duración de la radiación solar, temperatura del aire, carácter de la superficie del suelo y la humedad del suelo (Gordon, 1970).

Una regeneración satisfactoria sólo se alcanza si se reduce la competencia, una alternativa es proveer la humedad, o utilizar una especie con alta persistencia bajo estrés encaminada al tamaño de la plántula (Newton, 1973 a).

Newton (1973 b) señala que la clave para el éxito de la regeneración en sitios difíciles es desarrollar una estrategia ecológica. Es raro que un solo factor, limite el desarrollo de la plántula, ningún factor es estático. Entre los factores importantes están: el estrés de humedad, la sequía, contenido de humedad en el suelo, la evapotranspiración, la vegetación competidora, la radiación, la fauna silvestre y el tiempo. También el autor señala que la susceptibilidad de una práctica de regeneración depende del grado en el que se maximice la mejoría del ambiente relativo de los efectos detrimentales. Debido a que la vegetación es la variable más importante de controlar, en todos los hábitats, el control de la densidad y la composición es la clave en la práctica del manejo microambiental.

Greaves *et al.* (1978) señalan que la sobrevivencia y el crecimiento de la plántula dependen directamente del ambiente de la misma, el cual comprende: la humedad, la temperatura, la luz y las influencias químicas (falta o exceso de nutrientes y minerales, aplicación de químicos, contaminación) y físicas (daños por animales, hielo y nieve, insectos, ramas y hojarasca, deslaves y rocas) e indirectamente por las otras características del sitio, como son: la topografía (pendiente, exposición, altitud y depresiones del terreno), el clima (precipitación y viento), las características del suelo y la vegetación, y a su vez, éstas influyen directamente sobre el ambiente funcional de la plántula. Además, agregan que el efecto combinado de todos éstos factores, determinan el desempeño de la plántula, por lo que recomiendan evaluar siempre el efecto neto de los componentes del ambiente de la plántula.

Atzet (1981) señala que el ambiente operacional afecta directamente el crecimiento y sobrevivencia de la planta, aunque es difícil de medir. Estos factores son: luz, calor, agua y químicos, y pueden limitar los esfuerzos de regeneración. Como es extremadamente difícil y costoso de medir directamente estos factores, una alternativa es medir los factores ambientales secundarios (altitud, exposición, pendiente, topografía, factores del suelo y la vegetación), ya que son indicadores del ambiente operacional.

El desarrollo de las plántulas, desde su germinación hasta que se establecen en un sitio, se considera el período más crítico en el proceso de

regeneración de un bosque, el cual toma generalmente de 1 a 3 años, o más, dependiendo de las especies y condiciones del sitio (Daniel *et al.*, 1982; Spurr y Barnes, 1982).

El crecimiento de los árboles depende de la disponibilidad de la luz, agua, nutrientes y CO<sub>2</sub>. Al menos los árboles que presentan un dosel superior, el CO<sub>2</sub>, el O<sub>2</sub> y la radiación solar usualmente no son factores limitantes. Sin embargo, la competencia intraespecífica resulta limitante a los árboles debido a que también consume agua y nutrientes. Dicha competencia resulta en baja sobrevivencia para la regeneración y reduce el crecimiento en los árboles sobrevivientes. (Gjerstad *et al.*, 1983).

Para el éxito de una regeneración natural planeada, el principal costo del establecimiento se llevará a cabo mediante la escarificación del sitio por ejemplo, quemas controladas y el control de la vegetación competidora por ejemplo, aplicación de herbicidas por vía aérea o manual, (Cubbage *et al.*, 1991).

La germinación de semillas y la mortalidad de las plántulas representan dos fases críticas en el establecimiento de las mismas (Ohlson y Zackrisson, 1992).

Braham (1995) menciona que en la Sierra de Arteaga, Coahuila, los factores que más limitan al establecimiento de la regeneración natural de *Picea engelmannii* var. *mexicana* son los microclimáticos y algunos biológicos. Entre los primeros están: las heladas primaverales, las temperaturas extremas, las extremas nocturnas, la sequía, los vientos fuertes y el granizo. Para los segundos considera a los animales silvestres consumidores de semilla (mamíferos pequeños, roedores y aves). Además agrega las condiciones del suelo en algunos lugares (acumulación de materia orgánica, principalmente).

Estudios afines sobre el establecimiento de la regeneración natural en áreas de bosque.

Horn (1981) estudió el patrón de reclutamiento en un campo abandonado (tres años antes) donde todas las plántulas provienen del mismo árbol. En el primer año de abandono muchas plántulas llegan a establecerse entre el árbol y a una corta distancia de él porque la pesada lluvia de semillas asegura que los sitios raros reciban al menos una semilla. A mayor distancia del árbol, la lluvia de semillas en el primer año es escasa y sólo unos pocos sitios son favorecidos con semilla y los arbolitos resultantes son pocos y están dispersos. En el segundo año de abandono, nuevamente muchos sitios potenciales son favorecidos con semilla por los árboles más cercanos, pero el dosel de los arbolitos del primer año previene a las nuevas plántulas crecer más allá del límite de sus reservas cotiledonarias. En los lugares más lejanos al árbol, nuevamente pocos y dispersos sitios seguros son favorecidos con

semilla, pero muchos de éstos, están desocupados y las nuevas plántulas llegan a establecerse. Este mismo proceso ocurre durante el tercer año, la mayor parte de las plántulas bajo la sombra mueren (cerca del árbol), las más alejadas sobreviven (pocas). El resultado de este patrón es que los arbolitos cercanos al árbol forman un bosque pequeño y presentan edades similares y los arbolitos dispersos presentan una variedad de edades.

Stewart y Wheeler (1969) mencionan que en la región de California en Estados Unidos, los mayores problemas con relación a la regeneración de los bosques reportadas por las agencias dedicadas a ello, es la humedad del suelo, estas agencias indican que la regeneración natural ha sido insatisfactoria, y los sitios aprovechados son invadidos rápidamente por especies arbustivas. Los métodos de regeneración natural y artificial son riesgosos porque las especies presentan baja calidad de semilla y el manejo de la planta es difícil.

Gordon (1970) reporta tres estudios sobre regeneración en área bajo aprovechamiento forestal: (a) producción de conos y semillas, (b) dispersión de las semillas, (c) otros factores que afectan el establecimiento y la mortalidad de las plántulas, incluyendo la condición de la cama semillera, la competencia de todas las fuentes, las especies, la distancia a los límites de las áreas de corta, las causas de mortalidad, y los eventos inusuales. Menciona que solamente se encontraron nueve plántulas de *Abies* en 493 mil acres de regeneración en tres áreas de aprovechamiento, indicando una mínima producción de semillas el

año anterior y la nula producción de conos durante ese año. Reporta solamente cinco por ciento de germinación de plántulas, las plántulas en otras áreas fueron prácticamente inexistentes. Con relación al estudio del efecto de la radiación concluye que existe una relación total de la total iluminación en los límites y el centro de las áreas de aprovechamiento. Con relación a la sobrevivencia de las plántulas, concluye que la sobrevivencia fue de 20 por ciento en las franjas (22 mil acres), y de 46 por ciento en dos mil acres en las áreas abiertas. La sobrevivencia en las franjas de aprovechamiento al final del segundo año fue de 14 por ciento, y al final del tercer año 11 por ciento. Con relación a la mortalidad, concluye que al final de la temporada, la mortalidad de plántulas fue de por ciento. La polilla fue el agente más destructivo, ocasionó el 24 por ciento de la mortalidad en las plántulas y el 33 por ciento de toda la mortalidad. La sequía causó el 22 por ciento de mortalidad. La mortalidad atribuida al calor fue de 15 por ciento, usualmente causado por la excesiva temperatura de la superficie del suelo. La mortalidad causada por el ramoneo y el pisoteo de ganado doméstico fue menor al dos por ciento.

Cornejo (1987) realizó un estudio ecológico en un bosque de *Pseudotsuga-Pinus-Abies* en la Sierra La Marta, en Arteaga, Coahuila. Reportó una densidad promedio de 1569 ind ha<sup>-1</sup> para la regeneración de coníferas. Para la densidad promedio del estrato de latifoliadas reporta 9508 ind ha<sup>-1</sup>. Además señala que la regeneración de estas especies se incrementa con la altitud.

Franco (1990) realizó un estudio similar enfocado a la dinámica de la regeneración de *Pseudotsuga flahaulti* en el bosque remanente (adyacente al área incendiada en 1975) de *Pseudotsuga-Pinus-Abies* en la Sierra La Marta, en Arteaga, Coahuila. Determinó que el 57.3 por ciento de la regeneración de esta especie de conífera está compuesta por individuos menores de 50 cm de altura, con relación al estrato arbóreo de la misma especie está formada por arbolado juvenil con diámetro normal de 5 a 15 cm, además señala a esta población como estable y dominada por *Pseudotsuga flahaulti*. Reporta una densidad promedio para la regeneración de 2126 ind ha<sup>-1</sup>.

Braham (1995) reporta que la regeneración natural de *Picea engelmannii* var. *mexicana* se incrementa en lugares donde no existen disturbios recientes, como en la Sierra del Coahuilon; mientras que en lugares como la Sierra La Marta, donde hubo presencia de incendios, la regeneración natural fue menor.

Casas *et al.* (1995) indican que en el bosque de *Pinus-Quercus*, *Q. chihuahuensis* cercano a Durango, Durango, México, presenta 10 árboles ha<sup>-1</sup> pero únicamente una plántula y ningún individuo juvenil en la misma superficie. Para el bosque de *Quercus* indican que la única especie arbórea que presenta regeneración es *Q. eduardii*. Para el bosque de *Quercus-Juniperus-Pinus*, las especies *Juniperus deppeana*, *Q. eduardii* y *Q. microphylla* presentan una alta regeneración.

Reyna (1998) evaluó la regeneración natural de coníferas en el área quemada de la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila y reportó que a los 21 años de ocurrido el incendio las especies cuya regeneración esta presente son: *Pseudotsuga flahaulti*, *Abies* sp., *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii* y *Pinus culminicola*, teniendo una densidad promedio de 605 ind ha<sup>-1</sup>. Además reporta que las laderas bajas tienen mayor potencial de regeneración y que más del 80% de los individuos se establecieron en los últimos ocho años.

### **Desarrollo de la comunidad forestal.**

La dinámica de un bosque puede ser reconstruida a través de la historia de vida de los árboles sobrevivientes, la estructura de una población arbórea puede reflejar la distancia a la fuente de semilla (Harper, 1977).

El desarrollo de un rodal presenta cuatro fases importantes: (1) establecimiento de especies intolerantes, (2) competencia y diferenciación de tamaños, (3) establecimiento de especies tolerantes, (4) estado de viejo crecimiento (Oliver, 1981).

El proceso de desarrollo es largo e incluye el establecimiento de individuos jóvenes de especies pioneras, el crecimiento y la sustitución por

otras especies mediante un complejo conjunto de interacciones que forman la base de la ecología (Aber y Henderson, 1991).

Tolerancia.

Cuando una población coetánea de árboles ha llegado a establecerse es difícil para las nuevas clases de edad entrar al dosel hasta que los colonizadores mueran por accidente, enfermedad o edad. Las nuevas clases de edad pueden acumularse formando una pequeña población de plantas llamadas especies tolerantes, o estar continuamente reclutándose o muriendo en el caso de las especies intolerantes (Harper, 1977).

Tolerancia es la relativa capacidad de un árbol para competir bajo condiciones de escasa iluminación y elevada competencia radicular (Daniel *et al.*, 1982; Hocker, 1984; Wenger, 1984). Daniel *et al.* (1982) mencionan que los factores que la afectan son: la intensidad lumínica, la competencia radicular, la latitud y la edad.

Spurr y Barnes (1982) indican que los árboles tolerantes pueden persistir durante largos períodos en localidades naturales mixtas, tienen más éxito en su establecimiento que otras especies de igual tamaño y formar localidades densas. Las especies tolerantes en el sotobosque crecen más rápido en altura que las intolerantes.

## Competencia.

Gratkowski (1967) menciona que la habilidad de una especie para germinar, crecer y reproducirse en su hábitat depende de la eficiencia con la que pueda competir por luz disponible, humedad del suelo y nutrientes, siendo dicha habilidad dependiente de las características morfológicas y fisiológicas de la planta.

Cualquier manipulación cambiará la accesibilidad de los recursos de todas las especies, y especialmente el suelo disturbado (afectado) invita al establecimiento de especies adicionales, que ocurrirán dentro del radio dominante (Newton, 1973 a).

Las respuestas a la interferencia de la competencia son: reducción de la tasa de crecimiento de los individuos e incremento de la tasa de mortalidad de una parte de los individuos (Harper, 1977).

Durante el sensitivo período de establecimiento, la falta de agua es la mayor causa de mortalidad o disminuye el crecimiento de las plántulas. Las causas secundarias son la falta de alimento o producción de azúcar (causada por la baja iluminación), el ramoneo ocasionado por la fauna silvestre y doméstica, o la combinación de baja iluminación y el daño mecánico. La

competencia vegetal contribuye o es responsable de estos tres factores (Cleary, 1978).

La presencia de otros organismos suele limitar la distribución de algunas especies a través de la competencia, que tiene lugar entre dos especies cuando emplean el mismo tipo de recursos y viven en hábitats semejantes (Krebs, 1978).

Grime (1979) define la competencia como la tendencia de las plantas vecinas a utilizar la misma cantidad de energía solar, los mismos nutrientes del suelo, la misma molécula de agua, o el mismo volumen de espacio.

Las diferentes especies varían en ventaja competitiva ganada en cada tipo de disturbio (Oliver, 1981).

Las especies que potencialmente llegan a establecerse en el bosque por un período muy extenso son aquellas que pueden invadir después de un disturbio mayor y ocupar el espacio de crecimiento disponible, así excluyen o dominan a las especies que llegan después (Oliver, 1981).

La competencia entre las plantas se presenta cuando dos de ellas tienen demandas sobre un factor simple, en exceso y que superan la capacidad de dicho factor para satisfacerlas (Spurr y Barnes, 1982).

Cuando el espacio y los recursos físicos (luz, nutrientes y humedad) son limitados, la competencia entre los individuos está presente (Wenger, 1984).

En general, los disturbios reducen la dominancia de un sitio por el establecimiento de individuos y crean aberturas para la colonización de nuevos individuos. Donde el rebrote de la vegetación enseguida del disturbio es rápido, la competencia para estas aberturas es severa (Canham y Marks, 1985).

La fragmentación y aislamiento creciente de los bosques permite la expansión de la distribución y la abundancia de un reducido número de especies con alta capacidad invasora (González *et al.*, 1992).

### Sucesión.

La sucesión vegetal es la transición ordenada de una comunidad vegetal a otra comunidad vegetal, específicamente cuando una localidad forestal es reemplazada por otra, a través del tiempo y termina en una comunidad vegetal estable (Spurr y Barnes, 1982; Aber y Henderson, 1991).

La sucesión es un proceso de reemplazo de una especie por otra y parcialmente se maneja por la tolerancia al incremento de la sombra y a la competencia de las especies invasoras (Wenger, 1984).

Wenger (1984) menciona que inherente a la definición se deben considerar tres aspectos: (a) la sucesión es ordenada, direccional, y predecible, (b) puede ocurrir cuando la comunidad modifica el ambiente físico y así se puedan establecer otras comunidades, y (c) culmina en una comunidad estable.

La mayor parte de la vegetación está sujeta a los cambios temporales en la composición de especies y en la importancia relativa de la consistencia en las formas de vida, estos cambios se clasifican en sucesionales y cíclicos. Durante los cambios sucesionales existe una alteración progresiva en la estructura y composición de especies de la vegetación, mientras que en los cambios cíclicos los cambios en la vegetación ocurren en el mismo lugar a intervalos de tiempo similares (Grime, 1979).

De acuerdo con Barbour *et al.* (1980), los dos factores más importantes que influyen en la sucesión y distribución vegetal son el calor y la humedad disponible.

Horn (1981) estudio los procesos de sucesión y se refiere al modelo de sucesión, señalando que existe un patrón entre las especies tempranas, las intermedias y las tardías, las especies de un sitio específico se ven afectadas muchísimo por la proximidad de los árboles paternos y por otros efectos que pueden caracterizarse ampliamente por accidentes en la historia del sitio. El observó el patrón de sucesión que siguen las especies intolerantes (heliófilas) y las tolerantes, el proceso de reemplazo árbol por árbol, que es determinado por

la tolerancia relativa de la especie, principalmente. Este modelo indica la interacción que existe entre el patrón espacial de reclutamiento y la densidad de sitios factibles para la lluvia de semillas para el posterior establecimiento de plantas adultas.

Si los sitios factibles para la lluvia de semillas son suficientemente abundantes entonces el bosque es primero dominado por árboles intolerantes de rápido crecimiento y más tarde por árboles tolerantes de lento crecimiento, algunos de los cuales pueden haber persistido en forma suprimida desde ocurrido el disturbio, y algunos de los cuales pueden haber invadido el dosel durante el transcurso del tiempo. El modelo es biológicamente interpretable como una sucesión jerárquica manejada por la competencia recíproca a la tasa de crecimiento en las áreas abiertas contra las especies tolerantes. De otra forma, si los sitios seguros están dispersos, el bosque es como un gran mosaico coetáneo de aberturas en el dosel cercanos a los árboles fuente de semilla, con áreas intermedias repletas de una mezcla de especies y de edades. No existe una sucesión aparentemente, ya que la composición no cambia hasta el siguiente disturbio mayor (Horn, 1981).

Como sucesión secundaria (Horn, 1981) la define como los cambios en la composición que resultan de la abertura del dosel, la vegetación sufre disturbios mayores tales que la mayoría o todas los individuos presentes mueren. Cuando esto sucede, las otras especies que están previamente presentes, se establecen y ocupan estos espacios. Si esto sucede

frecuentemente, las especies invasoras muestran amplias variaciones en su longevidad, ocurren cambios pronunciados en la composición de especies vegetales, así como especies de vida corta, y los nuevos espacios abiertos son reocupados, mientras las especies longevas permanecen.

Los cambios en la composición y apariencia de la vegetación en el tiempo durante la sucesión son ocasionados por las diferencias en el crecimiento y las tasas de sobrevivencia, la habilidad competitiva y la longevidad (Horn, 1981).

Existen distintos modelos sobre los mecanismos de la sucesión:

(a) Modelo de facilitación. Después de un disturbio se abre un espacio para la colonización, sólo ciertas especies sucesionales tempranas pueden establecerse. Posteriormente dominan y modifican el medio, de tal manera que lo hacen inadecuado para la regeneración y el establecimiento de ellas mismas, pero favorable para las especies de estados sucesionales avanzados.

(b) Modelo de tolerancia. Pueden establecerse especies tempranas y tardías, pero sólo éstas últimas presentarán reclutamiento en la sucesión avanzada.

(c) Modelo de inhibición. Pueden establecerse especies tempranas y tardías, pero sólo aquellas que aseguren un espacio y otros recursos pueden tener reclutamiento e inhibir el desarrollo de otras especies presentes o de las invasoras subsecuentes. Su reemplazamiento ocurre cuando sólo cuando están debilitadas o mueren por el efecto de algún factor ambiental.

(d) **Modelo de neutralidad.** La sucesión es consecuencia de las diferencias en los ciclos de vida de las especies y en su comportamiento. La estructura de la comunidad está determinada por influencias mutuas, particularmente, por la competencia. En este caso, las relaciones pueden ser de facilitación, tolerancia e inhibición. Este modelo sirve de eslabón entre los otros tres anteriores (Jardel y Sánchez, 1989).

### **Fuego.**

Históricamente, en muchas áreas del mundo, los seres humanos han sido la causa principal de los incendios forestales, tanto en términos de número efectivo de incendios como de superficie total quemada (Lorimer, 1991).

La frecuencia y la intensidad de los incendios pueden tener un papel importante para dar forma al panorama forestal; su frecuencia y su intensidad determinan parcialmente si la mayoría de los rodales serán jóvenes o viejos, coetáneos o de todas las edades, de sucesión inicial o de clímax, lo que a su vez afecta las poblaciones de vida silvestre, el crecimiento forestal y las condiciones de insectos y de enfermedades (Lorimer, 1991).

Mientras que el fuego comúnmente es correlacionado con la sequía, muchos autores lo han enfocado a otros tipos de estrés ambiental, los cuales promueven condiciones de ignición, tales como infestación por plagas,

enfermedades, tormentas, y el cambio climático global. Muchos estudios han enfocado un establecimiento histórico de regímenes de incendio para adquirir algún entendimiento de cómo el fuego cambia el desarrollo de la vegetación. Los ejemplos pueden encontrarse en regiones cercanas de Norteamérica e internacionalmente (Rogers, 1996).

Los cambios en los regímenes de fuego son atribuidos a acciones humanas específicas, tales como supresión del fuego, aclareo total, aprovechamiento forestal o pastoreo. Si las interrupciones humanas de los regímenes de fuego naturales pueden ser recopiladas de los datos históricos, entonces, presumiblemente, un mayor entendimiento del papel del fuego en la determinación de la estructura y función del bosque podría alcanzarse. Sin embargo, los problemas empiezan cuando intentamos distinguir entre cómo las intervenciones humanas son naturales y cómo no son naturales. La determinación permitirá crear prácticas de manejo que emulen los regímenes de disturbio antes que los humanos cambien su curso. Desafortunadamente, separar el factor humano no es fácil (Rogers, 1996).

En la Sierra de Arteaga, Coahuila se reportaron un total de 12 incendios forestales con una superficie siniestrada total de 110 hectáreas, de los cuales 10 corresponden a arbolado (INEGI, 1994).

## Efectos del fuego sobre la vegetación forestal.

Davis (1959) clasifica el efecto del fuego en tres partes: primero el fuego consume en gran parte el material leñoso, segundo crea efectos de calor y como resultado de ello la mayor parte de la vegetación y animales mueren o son dañados y el suelo es alterado, tercero produce residuos minerales que pueden causar efectos químicos, principalmente en el suelo. Con respecto al efecto que el fuego ejerce sobre el arbolado menciona que cualquier árbol puede morir por efecto de un incendio con suficiente duración e intensidad. En un incendio forestal de alta intensidad y considerable duración, prácticamente todos los árboles mueren, la resistencia al fuego entre las especies y los árboles es de poca importancia. En incendios de baja intensidad en los que solo una parte del rodal muere, las diferencias relativas entre los árboles con respecto a la resistencia al calor y la susceptibilidad al daño llegan a ser importantes para el control de incendios forestales y el uso de quemas prescritas en el manejo forestal.

Spurr y Barnes (1982) señalan que la temperatura del suelo en áreas quemadas se incrementa de 3-16°C debido a que el material carbonizado y ennegrecido absorbe la radiación en materiales no quemados ocasionando mayor mortandad y retraso en el desarrollo de la comunidad forestal.

Pyne *et al.* (1996) señalan que los efectos del fuego no son fáciles de generalizar, además mencionan que las interacciones bióticas y abióticas de

estos efectos son complejas y difíciles de entender. Indican que la mayor parte de la literatura se refiere a como se afecta el contenido de nitrógeno del suelo; la mayoría de los estudios son a corto plazo, falta de control experimental y no son reaplicables, lo que limita su uso.

En cuanto a los efectos de la vegetación se presentan los siguientes (Pyne *et al.*, 1996): provoca la liberación de semillas de algunas especies, estimula la floración y fructificación de muchos arbustos y hierbas, altera la cama semillera al remover la capa de materia orgánica, lo que influye en la germinación y la sobrevivencia de muchas de las especies forestales, estimula la reproducción vegetativa de muchas de las especies leñosas y herbáceas cuando el dosel superior se reduce, el rebrote de muchas especies es común, reduce temporalmente la competencia por humedad, nutrientes y luz, aunque selectivamente se favorecen ciertas especies, selectivamente elimina una parte de la comunidad vegetal, influye en la composición de la comunidad y el estado sucesional y regula la susceptibilidad del bosque al viento

El fuego mata a la vegetación y consume la materia orgánica. En cuanto al consumo: el fuego consume los tejidos pequeños mayores de un centímetro de diámetro hasta menos del 10 por ciento del total de la biomasa en los bosques maduros, proporcionalmente más en los rodales jóvenes, arbustos y hierbas. Con respecto al calor directo que es de 60°C ó 50°C por más de 10 minutos mata los tejidos activos de la mayor parte de las plantas vasculares; algunas semillas sobreviven a las altas temperaturas prolongadas, durante

períodos largos. Los efectos de la desecación por el calor, letalmente disminuyen el contenido de humedad para el 75 por ciento de las especies (Wenger, 1984).

Después del incendio la regeneración puede variar de acuerdo a (Wenger, 1984): brote de especies que pueden producirse por sí mismas, plántulas provenientes de las especies que se reproducen sexualmente y plántulas de semillas almacenadas en las capas superiores del suelo

Estudios afines sobre el efecto del fuego en área de bosque.

Harper (1977) reporta que en sitios quemados el reclutamiento ocurre solamente si las semillas tienen reservas excesivas, así como su habilidad para formar plántulas que puedan establecerse a partir de las semillas que sobrevivieron al incendio.

Un estudio en un bosque que sufrió un incendio en 1665 (además de un huracán en 1938) mostró en el análisis troncal de dos árboles anillos de crecimiento más anchos cercanos al cambium del árbol, mientras que los anillos más alejados decrecieron; esto indica que el crecimiento fue favorecido al inicio para disminuir más tarde. Además que a pesar del incendio se presentó germinación para en los años 1665, 1673, 1677, 1678 y 1687 de la especie *Pinus strobus*. El incendio favoreció el establecimiento de un bosque completamente nuevo (Harper, 1977).

Halpern *et al.* (1990) reportan un estudio sobre los patrones sucesionales en áreas boscosas quemadas y con cenizas volcánicas, resultado de la erupción del volcán Santa Elena, Washington. Después de siete años se observaron cambios en la abundancia de las especies en cuatro tipos de condiciones post-disturbio. La cobertura total vegetal y la diversidad de las especies mostraron baja correlación con las condiciones post-disturbio y las características generales del sitio (distancia del cráter, elevación, pendiente y aspecto). Sin embargo, las distribuciones de formas de vida (subarbustos bajos y arbustos) se correlacionaron fuertemente con la profundidad de las raíces y con la cobertura de los árboles.

La muerte total por fuego de una hectárea de pinos de 10 años, implica una pérdida económica de existencias maderables equivalentes a 6-7 veces el costo actualizado de su plantación, además del potencial de la futura productividad a fin del turno, que puede considerarse 10-20-25 veces el costo de la plantación (Cozzo, 1995).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del área de estudio.**

El área de estudio se ubica en la Sierra Madre Oriental, al sureste del estado de Coahuila, en el municipio de Arteaga, en la Sierra La Marta (Figura 3.1). La Sierra La Marta se localiza entre los 25°10' - 25°16' latitud N y los 100°21' - 100°34' de longitud W (CETENAL, 1975ab). En la Sierra La Marta ocurrió un incendio de copa en 1975, dañando una superficie de 1350 ha (Cornejo, 1987).

La Sierra La Marta presenta una altitud que va de los 2100 a los 3700 msnm. Se localiza entre dos regiones hidrológicas; la primera (número 37) se denomina El Salado, subcuenca San Rafael y la segunda (número 24), se denomina Bravo Conchos, de la cuenca Río Bravo – San Juan, subcuenca Río Pilón (DETENAL, 1981). La exposición topográfica general del área de estudio es N y NE (CETENAL, 1975 a b).

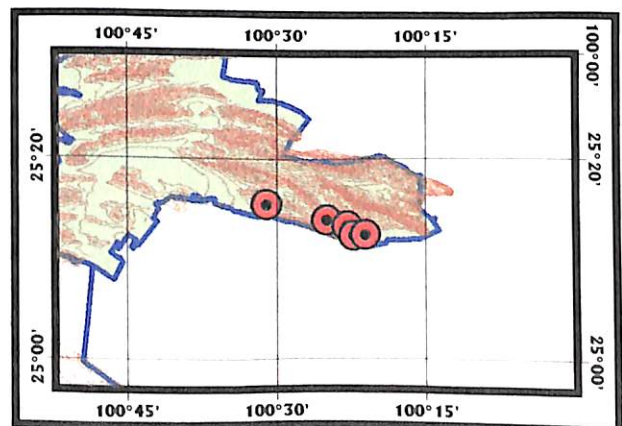


Figura 1 Ubicación del área de estudio

La geología superficial de la sierra, esta conformada principalmente por rocas de origen sedimentario, predominando las calizas, las asociaciones caliza-lutita, las areniscas y los conglomerados, en ese orden de abundancia (CETENAL, 1976 a; DETENAL, 1977 b).

Los suelos predominantes en el área son los litosoles y las rendzinas, y en menor proporción los de tipo feozem y regosol calcárico, todos en general presentan una clase textural media en los 30 cm superficiales (CETENAL, 1977 a b).

En las menores altitudes ocurre un clima seco (Cuadro 3.1) de acuerdo a la estación meteorológica localizada en San Antonio de las Alazanas, con una precipitación pluvial media anual de 319.3 mm. En contraste en las mayores altitudes se aplica la fórmula climática  $C x' b (e) g$ , (Cornejo, 1987), aunque Marroquín<sup>1</sup> propone la fórmula climática  $C (w_0) w (x') k' (e) g$ . Se presenta un régimen de lluvias de verano que comprende los meses de mayo a octubre, siendo septiembre el de mayor precipitación (ocurre el 57.3% de la precipitación media). La temperatura media anual es de 13°C; la máxima media mensual se registra en los meses de mayo y junio (16°C) y la mínima media mensual en enero (9°C) (DETENAL, 1977 a c).

---

<sup>1</sup> Comunicación personal

**Cuadro 3.1. Datos meteorológicos de las estaciones más cercanas al área de estudio.**

Estación	Altitud (msnm)	Ubicación geográfica	Años de observación	Media Anual												Fórmula climática**	
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
Arteaga*	1680	25°27' - 100°51'	T (°C)	18.5	20.6	21.4	25.3	26.9	27.6	25.2	26.5	25.4	25.3	21.4	19.6	23.6	BW (h') w (e)
			P (mm)	4.1	13.1	6.4	16.9	25.1	37.3	48.4	50.1	61.4	37.7	12.3	6.5	319.3	
San Antonio de las Alazanas	2160	25°16' - 101°35'	T (°C)	9	9.8	12	14.2	16.1	16.1	15.5	15.3	15.1	13.7	12.3	10.7	13.3	Cx' b (e) g
			P (mm)	21.4	19.4	10.4	21.1	47.5	66	79.9	72.8	66.9	45.6	25.9	21.7	498.1	

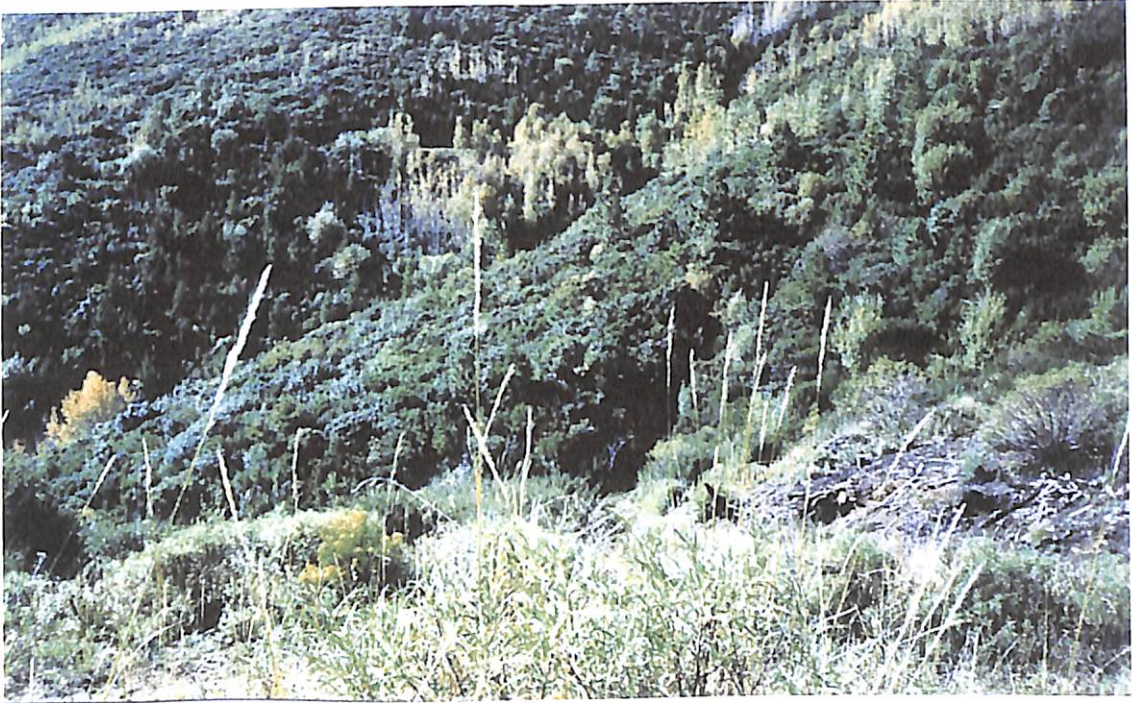
Fuente: Comejo (1987).

\* Tomados de E. García (1973).

\*\* De acuerdo con Köppen, modificado por García (1973).

La vegetación en el bosque remanente y en el área quemada de la sierra, en la exposición norte está conformada por: *Pseudotsuga flahaulti* Flous. (*Ps fl*), *Pinus ayacahuite* Ehrh. (*Pi ay*), *Pinus hartwegii* Lindl. (*Pi ha*), *Pinus greggii* Engelm. (*Pi gr*), *Abies vejarii* Martínez (*Ab ve*) y *Cupressus arizonica* Greene (CETENAL 1976b, 1979). En altitudes de 2110 a 2330 msnm se localizan rodales de *Pinus cembroides* Zucc. (*Pi ce*) asociados a *Juniperus saltillensis* M. T. Hall. (*Ju sa*). De 2720 a 2960 msnm se localizan rodales de *Pseudotsuga-Pinus* y *Pseudotsuga-Pinus-Abies*. De los 2630 a los 2960 msnm se encuentra un rodal de *Picea engelmannii* Parry var. *mexicana* (Martínez) Silba (*Pi en me*) y dentro de este se localizan grupos pequeños de *Pinus culminicola* Andresen & Beaman (*Pi cu*), como un remanente de un bosque mucho más extenso antes del incendio. También se localizaron otras especies arbóreas como *Populus tremuloides* Michx., y en forma más dispersa *Sambucus coeruleus* Raf., *Salix paradoxa* H. B. K., *Prunus serotina* Ehrh., *Arctostaphylos pungens* H. B. K. y *Yucca carnerosana* (Trel.), entre otras.

Entre los 2100 y los 2900 msnm se localizaron diferentes especies arbustivas, como *Quercus greggii* (A. DC.) Trel, *Q. hintoniorum* Nixon & Muller, *Q. pringlei* Seem., *Garrya ovata* Benth., *Rubus idaeus* L., *Arbutus xalapensis* H. B. K., *Ceanothus buxifolius* Willd., *C. coeruleus* Lag., *C. greggii* Gray., *Paxistima myrsinites* var. *mexicana* Navarro & Blackwell, *Rhus virens* A. Gray., *Agave gentry* Ullrich. (Figura 3.2). El estrato herbáceo contiene representadas familias Compositae, Gentianaceae, Leguminosae y Rosaceae, entre otras. También se presentan especies de gramíneas, musgos y helechos.



**Figura 3.2.** Vegetación del área incendiada en 1975 en la Sierra La Marta, Arteaga, Coah.

### **Recorridos preliminares.**

Se realizaron tres recorridos preliminares durante la primavera de 1996, con el fin de: conocer la superficie de la Sierra La Marta, afectada por el incendio ocurrido en 1975, observar las características fisiográficas (altitud, pendiente y exposición, entre otros) y de vegetación; así como los caminos y brechas de acceso a la misma y realizar un muestreo aplicando diferentes técnicas (línea de Canfield, cuadrantes centrados en un punto y sitios circulares).

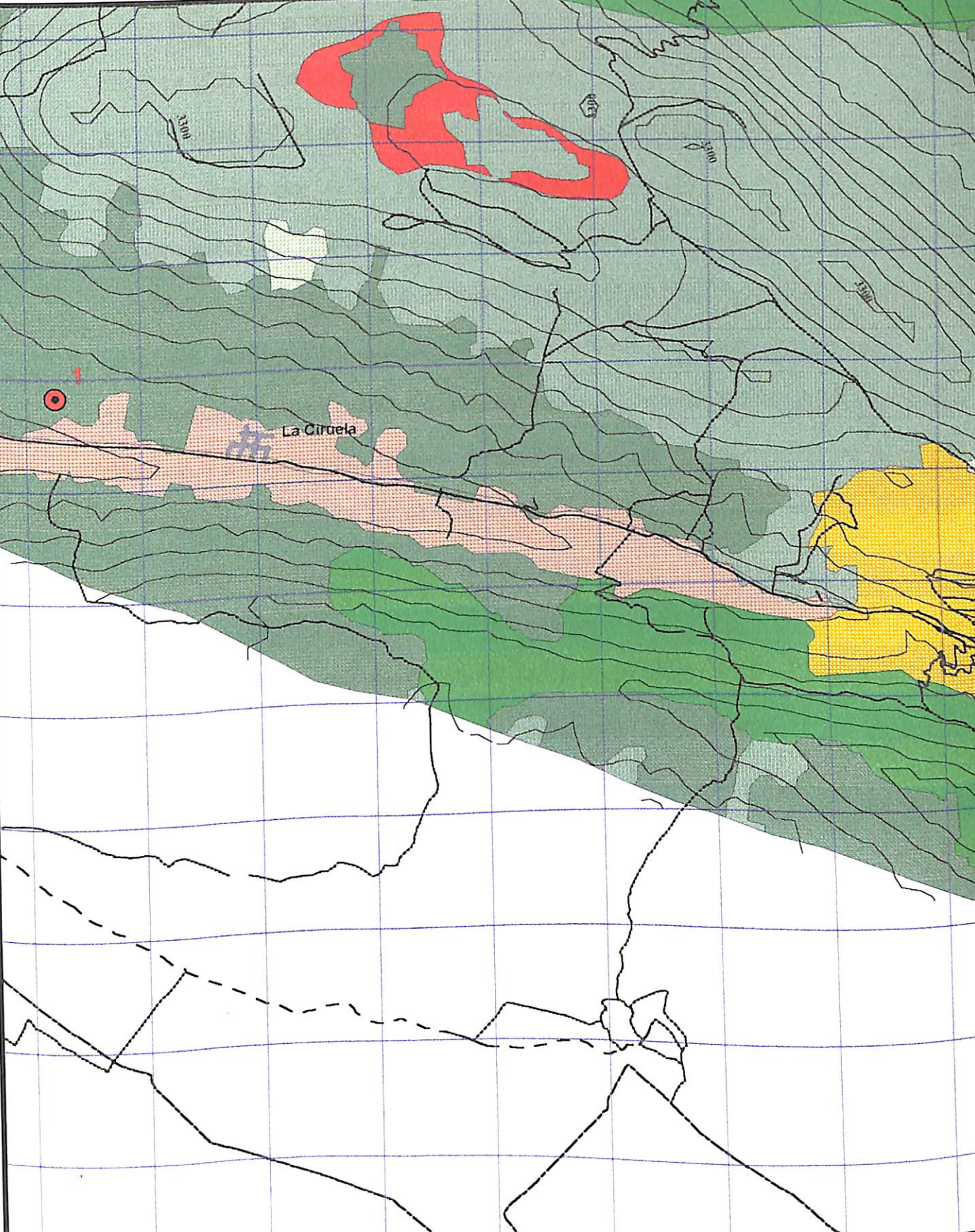
## **Diseño de muestreo.**

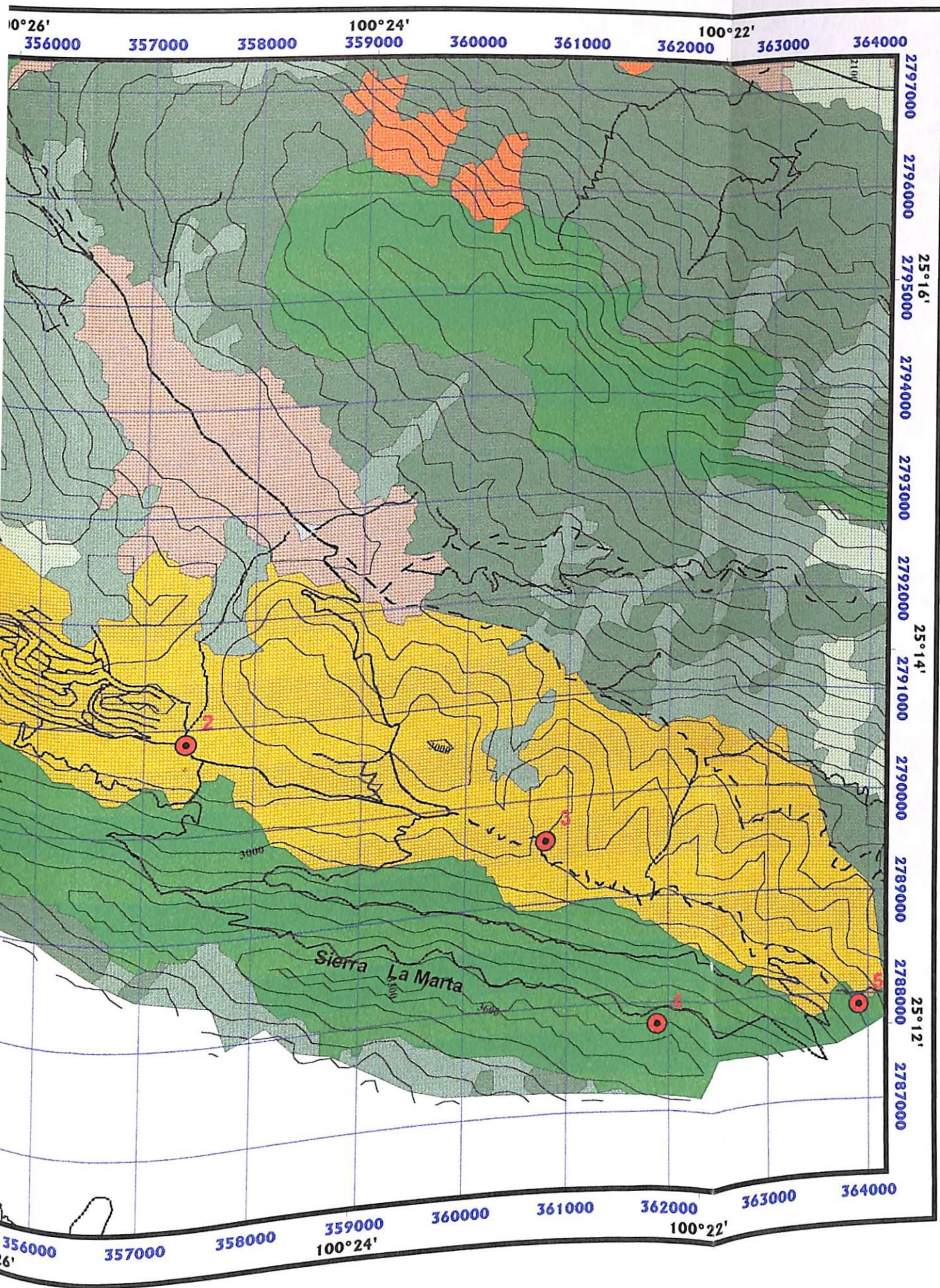
Se estableció un diseño de muestreo estratificado sistemático. Se usó el concepto de fuente de semilla como criterio para estratificar el área de estudio (Figura 3.3). De manera que se establecieron cinco estratos ó fuentes de semilla (Cuadro 3.2) (Figura 3.3). Las fuentes de semilla, la forma y el tamaño de los sitios se definieron considerando los estudios hechos por Horn (1981), Halpern (1989), Halpern *et al.* (1990), González *et al.* (1991) y Quintana y González (1993).

### **Localización y caracterización de los estratos o fuentes de semilla.**

Las fuentes de semilla se caracterizaron con base en su posición geográfica y fisiográfica, así como en los estratos de vegetación y su composición de especies, además con base en el tipo y grado de disturbio más evidente ocurrido en ellas. Para esto se usó un posicionador geográfico Magallen y un altímetro Thommen, además de 14 fotografías aéreas editadas por INEGI (en blanco y negro pancromáticas, formato 23 x 23 cm, escala 1:20,000, con fecha de vuelo abril de 1994, líneas de vuelo 609, fotos 4, 10, 13, 610, fotos 4, 8, 12, 611, fotos 4, 8, 12, 16 y 612, fotos 4, 8, 12, 16), además se usaron las cartas topográfica y uso del suelo (CETENAL 1975 a b, 1976 b, 1979) y el plano forestal elaborado por Cornejo (1987) (Figura 3.4).

47000 348000 100°30' 349000 350000 351000 100°28' 352000 353000 354000 355000





**FIGURA 3**  
**LOCALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE**  
**SEMILLA EN EL ÁREA DE ESTUDIO,**  
**SIERRA LA MARTA,**  
**ARTEAGA, COAHUILA**

**SIMBOLOGÍA**

**VÍAS DE COMUNICACIÓN**

- Brecha
- Carretera, Pavim
- Carretera, Pavim, 4C
- Terraceria
- Vereda
- Via Ferrea

**USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN**

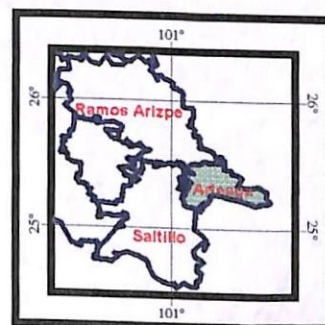
- Agricultura de riego
- Agricultura de Temporal
- Sin Vegetación Aparente
- Asentamiento Humano
- B. Pino y Pino Encino
- B. Encino
- B. de Oyamel
- Cuerpo de Agua
- Mat. desertico Microfilo
- Mat. desertico Rosetofilo
- Mat. Submontano
- Zacatal
- Matorral encino (veg. postincendio)

Curvas de nivel a 100m

**FUENTES DE SEMILLA**

- 1 La Efigenia
- 2 Monterreal
- 3 La Moneda
- 4 Renacer de la Sierra
- 5 El Cedral

ESCALA  
 1:50,000



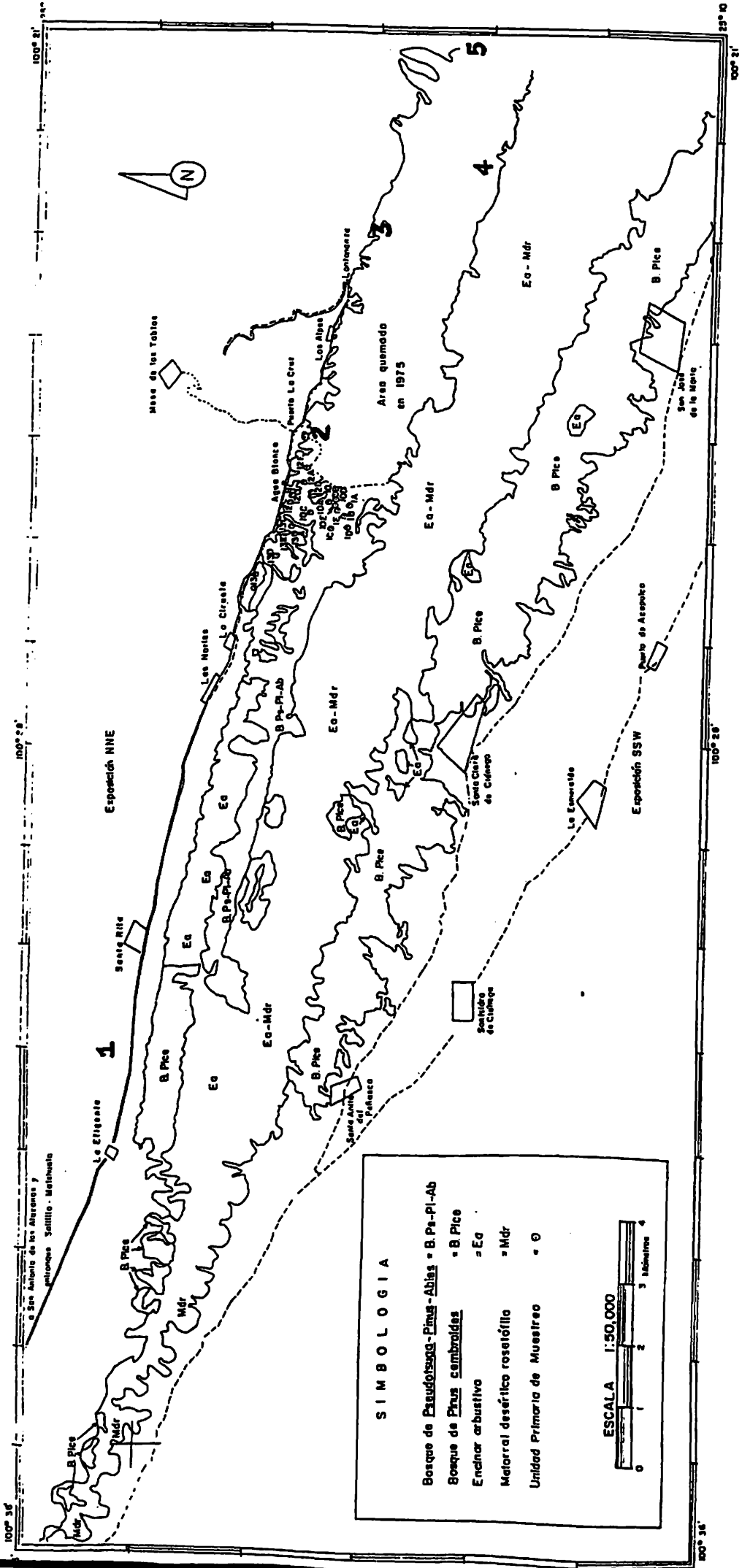
Elipsoide Clarke 1866  
 Proyeccion Universal Transversa de Mercator  
 Zona 14

Fuente: Tratamiento digital de imagen satelital LandSat TM5 1998.

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica  
 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

El estrato o fuente de semilla uno estuvo constituida por una asociación de *Pi ce* y *Ju sa* con evidencias de pastoreo y aprovechamiento de leña (Figura 3.3) (Cuadro 3.2). Las fuentes de semilla dos y tres estuvieron compuestas de manera similar por *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve* y *Pi ay*. Dichas fuentes de semillas se diferenciaron con respecto al tipo de disturbio ocurrido, ya que en la fuente de semilla dos, se presenta la extracción selectiva de arbolado para la construcción de casas campestres, uso de puntas de árboles y regeneración de coníferas para comercializarse como árboles de navidad, además de la construcción de caminos y brechas para el área residencial que se ha establecido en la sierra. En contraste, la fuente de semilla tres se encuentra en una sección del área incendiada en 1975 (Figura 3.3) (Cuadro 3.2).

La fuente de semilla cuatro estuvo constituida *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve*, *Pi ay*, *Pi en me* y *Pi cu*, mientras que la fuente de semilla cinco estuvo compuesta por *Pi ha*, *Ps fl* y *Pi gr*. Ambas fuentes de semilla, se ubican en el área incendiada en 1975 (Figuras 3.3) (Cuadro 3.2).



Cuadro 1 Plano forestal de la Sierra La Marta

Figura 3.4. Plano forestal de la Sierra La Marta (Cornejo, 1987).

**Cuadro 3.2.** Descripción del área de estudio, indicando los estratos en que se dividió según la fuente de semilla localizada.

FUENTE DE SEMILLA	COMPOSICIÓN ESPECÍFICA	LUGAR	UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ALTITUD	DISTURBIO <sup>1</sup>
1	<i>Pi ce</i> <i>Ju sa</i>	Ejido La Efigenia, a 1.5 km al sureste de San Antonio de las Alazanas	25 <sup>o</sup> 15'16"N 100 <sup>o</sup> 31'00"W 2110-2330 msnm	Pastoreo Extracción de leña Ataque de muérdago enano
2	<i>Pi ha</i> <i>Ps fl</i> <i>Ab ve</i> <i>Pi ay</i>	Bosques de Monterreal, a 14.5 km de San Antonio de las Alazanas	25 <sup>o</sup> 13'43"N 100 <sup>o</sup> 24'57"W 2720-2810 msnm	Extracción selectiva de arbolado Extracción de puntas para árbol de navidad Apertura de caminos y brechas
3	<i>Pi ha</i> <i>Ps fl</i> <i>Ab ve</i> <i>Pi ay</i>	La Moneda, a 20 km de San Antonio de las Alazanas	25 <sup>o</sup> 13'03"N 100 <sup>o</sup> 22'55"W 2610-2700 msnm	22 años después del incendio
4	<i>Pi ha</i> <i>Ps fl</i> <i>Ab ve</i> <i>Pi ay</i> <i>Pi en me</i> <i>Pi cu</i>	Renacer de la Sierra, a 25 km de San Antonio de las Alazanas	25 <sup>o</sup> 12'05"N 100 <sup>o</sup> 22'15"W 2800-2960 msnm	22 años después del incendio
5	<i>Pi ha</i> <i>Ps fl</i> <i>Pi gr</i>	El Cedral, a 30 km de San Antonio de las Alazanas	25 <sup>o</sup> 12'09"N 100 <sup>o</sup> 21'03"W 2580-2700 msnm	22 años después del incendio 2 años después del incendio (1995 <sup>2</sup> )

**Nota:**

<sup>1</sup> A partir de la fecha en que se tomaron los datos (1997).

<sup>2</sup> En 1995, dos años previos al muestreo se presentó un incendio superficial.

### Técnicas de muestreo en las fuentes de semilla.

A partir del centro de cada estrato o fuente de semilla se trazaron dos líneas siguiendo un rumbo y perpendiculares a la pendiente, de 300 m cada una, a la izquierda y a la derecha del centro, conformando una línea central de 600 m de longitud total (Figura 3.5). Después, considerando el mismo rumbo y

equidistantes a 50 m de altitud de la línea central, se trazaron otras dos líneas paralelas de 600 m, una por arriba y otra por debajo de la línea central. De manera que en cada fuente de semilla se trazaron tres líneas paralelas de 600 m de longitud. Para esto se usó una brújula Silva y un clinómetro Sunnto, además de cuerdas compensadas por pendiente. En el trazo de las líneas se abrieron, entre la vegetación arbustiva, brechas de dos metros de ancho para lo cual se usaron motosierras y machetes (Figura 3.5).

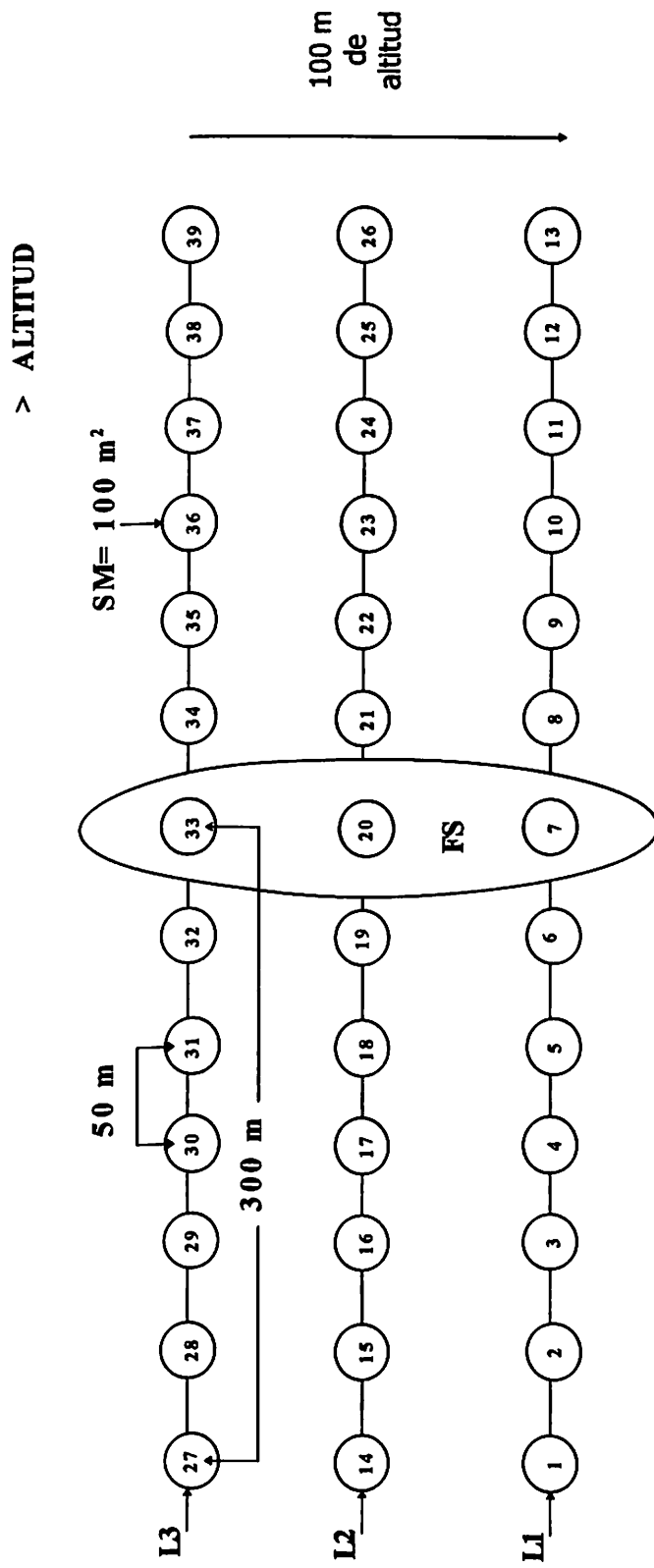
Localización, forma, tamaño, delimitación y caracterización de los sitios de muestreo en las fuentes de semilla.

Debajo de cada fuente de semilla y sobre las tres líneas trazadas se localizó, con una estaca de color rojo, un punto de muestreo. A partir de este punto de muestreo, sobre las tres líneas hacia la izquierda y hacia a la derecha del centro de la fuente de semilla, se localizaron otros seis puntos de muestreo equidistantes a 50 m. De tal forma que en cada una de las tres líneas se localizaron 13 puntos de muestreo, uno de ellos debajo de la fuente de semilla y los otros seis a 50, 100, 150, 200, 250 y 300 m de distancia a la fuente de semilla (Figura 3.5). Se localizaron y se enumeraron, consecutivamente, 39 puntos de muestreo en cada fuente de semilla, siendo un total de 195 puntos de muestreo para las cinco fuentes de semilla.

Considerando cada punto de muestreo, que se identificó con una estaca de color rojo, como el centro de un círculo, se delimitaron dos círculos, uno de

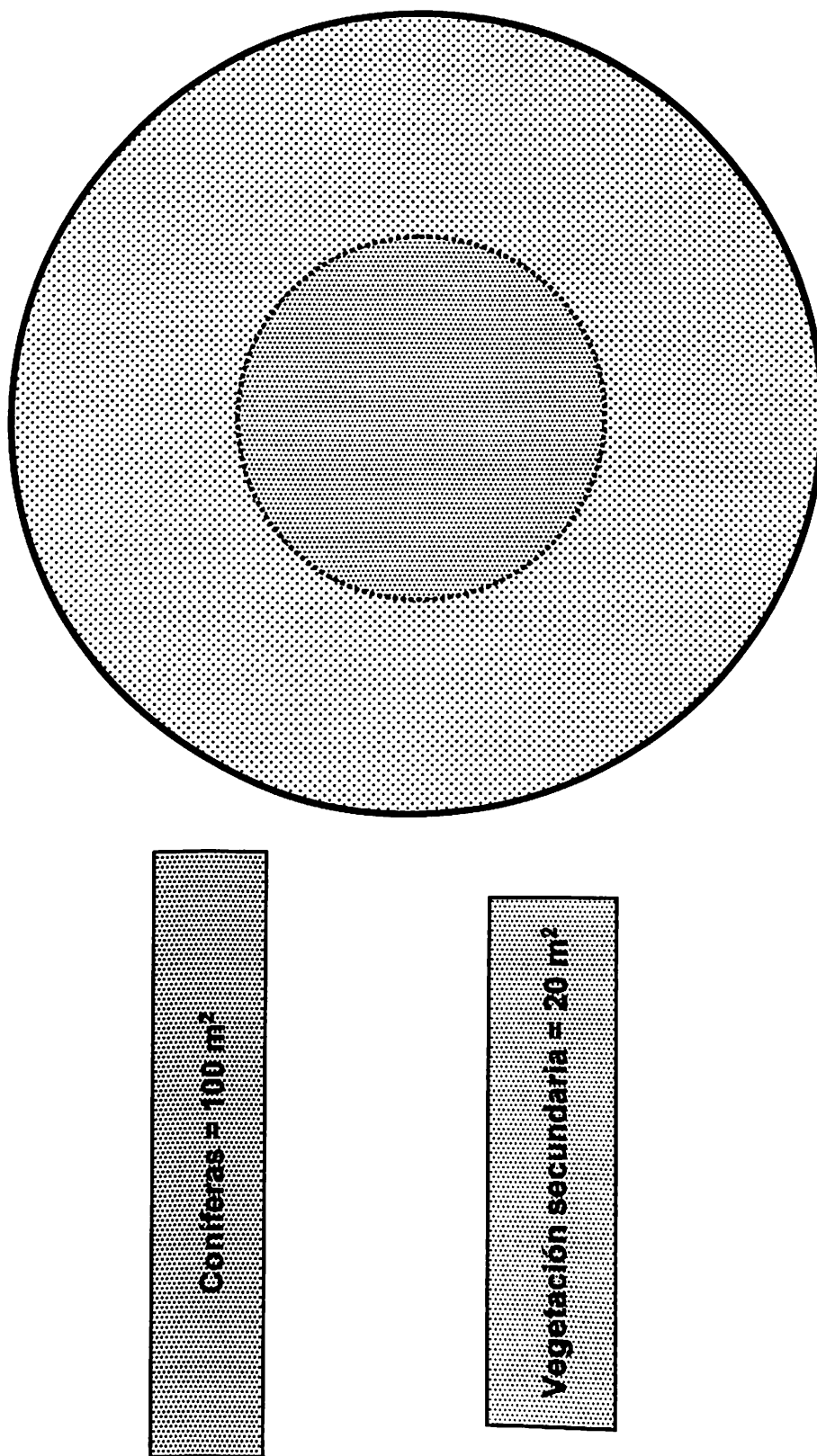
100 m<sup>2</sup> y otro, concéntrico a éste, de 20 m<sup>2</sup>. La delimitación de los sitios circulares se hizo con una cuerda compensada por pendiente trazando radios a partir del centro siguiendo el rumbo de las manecillas del reloj (Figura 3.6).

Los sitios de muestreo se caracterizaron fisiográficamente, con base en la altitud que se midió con un altímetro Thommen, la exposición del terreno que se determinó con una brújula Silva y la pendiente del terreno que se registró con un clinómetro Sunnto. Además, en el centro del sitio se evaluaron propiedades físicas del suelo como la pedregosidad (por ciento) que se evaluó observando la proporción de rocas presentes en el sitio circular que se dividió en cuatro partes. Asimismo, se midió la profundidad del suelo, cavando un pozo al centro del sitio, empleando un piolet para excavar y una pala para extraer el suelo, la profundidad se determinaba hasta llegar a la capa de roca y una vez ahí, utilizando una regla de madera se indicaba la medición encontrada en ese sitio. La textura del suelo se determinó con una muestra compuesta de los horizontes (O, A ó B) mediante al tacto y la observación.



**Nomenclatura:**  
 FS= Fuente de semilla  
 L1= Línea 1  
 L2= Línea 2  
 L3= Línea 3  
 SM= Sitio de muestreo

**Figura 3.5.** Esquema del diseño de muestreo estratificado sistemático aplicado a los estratos fuente de semilla).



**Figura 3.6.** Esquema del sitio de muestreo aplicado para la regeneración natural de coníferas y para la vegetación secundaria.

## **Medición de la vegetación.**

a) Estrato de regeneración natural de coníferas. El estrato de regeneración natural de coníferas se evaluó en el sitio circular de 100 m<sup>2</sup>, mismo que incluyó todos los individuos dentro del círculo con una altura menor o igual a dos metros. Las especies del estrato se identificaron con base en el tamaño, forma y color de las acículas, además de la forma de las yemas terminales y laterales. A todos los individuos del estrato dentro del círculo se les midió la altura (cm), del suelo a la yema terminal, con un longímetro rígido de madera de un metro, el diámetro (mm) a la base del tallo con un vernier, además se les midió el diámetro (cm) mayor y menor de la copa con el longímetro de madera y se les cuantificó el número de verticilos. Dada la elevada densidad de la vegetación arbustiva, se suprimió la vegetación que obstaculizaba la medición de la regeneración de coníferas.

b) Estrato adultos y juveniles de coníferas. Se consideró adultos de coníferas a aquellos individuos que presentaran una altura mayor a 10 m, mientras que los juveniles se consideraron cuando tuvieran una altura mayor a dos y menor a 10 m. Dentro del círculo, todas las especies se identificaron mediante el tamaño, forma y color de las acículas, la forma de las yemas laterales, además de la forma y posición de los conos. Para el caso de los adultos, se les midió el diámetro a la altura del pecho (DAP cm) con una cinta diamétrica y para los juveniles, se les midió el diámetro (mm) a 30 cm de la superficie del suelo con un vernier.

c) Estrato de vegetación secundaria. El estrato de vegetación secundaria se evaluó en el sitio circular de 20 m<sup>2</sup>. Este estrato estuvo constituido por tres formas de vida de la vegetación que no correspondía a las coníferas. La primera de ellas representada por las especies arbóreas latifoliadas, la segunda por las arbustivas y la tercera por las herbáceas.

Para la identificación de las especies se colectaron materiales botánicos de todas las especies dentro del círculo de 20 m<sup>2</sup>, para su identificación en el laboratorio y depositarse en el ANSM del Departamento de Botánica de la UAAAN. Además, a todos los individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos, dentro de este círculo, se les midió la altura (cm) con un longímetro rígido de madera de un metro, además se les midió el diámetro (cm) mayor y menor de la copa con el longímetro de madera.

Debe señalarse que a la vegetación secundaria, se le asignó la condición de: árbol, arbusto y planta herbácea, de acuerdo a la forma de vida de cada una de los 153 taxa botánicos identificados.

Cálculos derivados de la medición de la vegetación.

La densidad para las coníferas (regeneración) se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (ind ha}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{número de individuos en } 100 \text{ m}^2) \times 10,000 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2}$$

Mientras que el área basal para las coníferas se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Área basal} = \frac{(\text{DB})^2 \times \pi}{4}$$

Donde:

DB = Diámetro basal individual

$$\pi = 3.1416$$

La cobertura para todos los estratos (coníferas y vegetación secundaria) se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura} = \frac{\left[ \frac{(\text{Dc1} + \text{Dc2})}{2} \right]^2 \times \pi}{4}$$

Donde:

Dc1 = Diámetro de copa 1

Dc2 = Diámetro de copa 2

$$\pi = 3.1416$$

La cobertura de la regeneración de coníferas se calculó:

Cobertura total en 100 m<sup>2</sup> = cobertura individual x total de individuos

La cobertura de la vegetación secundaria se calculó:

Cobertura total en 20 m<sup>2</sup> = cobertura individual x total de individuos

La velocidad de crecimiento de la regeneración de coníferas se calculó con la siguiente fórmula (Velreg):

$$\text{Velreg} = \frac{\text{altura individual de la regeneración de coníferas}}{\text{\# verticilos de la regeneración de coníferas}}$$

La diversidad de la vegetación secundaria, que se refiere al número de especies de la vegetación secundaria que existen por sitio, se obtuvo mediante el censo de las diferentes especies de la vegetación secundaria en cada sitio.

Por medio del valor de la cobertura individual se le asignó la cobertura a cada especie de la vegetación secundaria, y se generaron 153 variables. También se obtuvo el valor de la cobertura para cada condición de la vegetación secundaria: cobertura de los árboles latifoliados, de los arbustos y de las herbáceas.

Se obtuvo la suma para la altura de la regeneración de coníferas y de la vegetación secundaria, además de la cobertura total de la vegetación

secundaria y la cobertura de los árboles latifoliados, de los arbustos y de las herbáceas.

Se obtuvo el valor al cuadrado de la velocidad de crecimiento de la regeneración de coníferas, del número de individuos de la regeneración de coníferas y de la vegetación secundaria, de las coberturas totales e individuales de la regeneración de coníferas y de la vegetación secundaria, de la cobertura de cada especie de la vegetación secundaria y de la diversidad.

Transformación de variables.

Pendiente. Transformada de por ciento a grados radianes y se obtuvo la variable pendiente dos (pend2).

$$\text{pend2} = \text{seno}^{-1} \sqrt{\text{pend} + 0.01}$$

$$\text{pend2} = \text{arcseno} (\text{pend} / 100)$$

Exposición. Transformada por medio de la suma de la latitud (en grados) de cada fuente de semilla (ubicación geográfica) y la pendiente dos.

Si expo = (N), entonces expo2

$$\text{expo2} = \text{latitud} + \text{pend2}$$

## **Procesamiento y análisis estadístico.**

La información se analizó utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12, generando un programa específico para ello (Apéndice 1 y 2).

### **Análisis Multivariado por Componentes Principales.**

El objetivo de aplicar este método fue para generar nuevas variables que expresen la información contenida en los datos originales y eliminar las variables que contengan poca información (Pla, 1986).

Este análisis se realizó para la interacción estrato\*especie de conífera y para especie de conífera. El programa generado en SAS se localiza en el Apéndice 3, donde el procedimiento aplicado fue PROC PRINCOMP el que incluyó a las variables señaladas en los Apéndices 2 y 3.

Los resultados obtenidos a través del Análisis Multivariado por Componentes Principales no fueron satisfactorios dado que se encontró un bajo porcentaje acumulado para los primeros cuatro componentes (Apéndice 4). Las especies de coníferas acumulan menos del 55 por ciento en los primeros cuatro componentes, un valor relativamente bajo, incluso, dos de ellas tienen menos del 25 por ciento.

## **Análisis de Regresión Lineal Múltiple.**

Estos análisis de regresión se realizaron para la regeneración de las especies de coníferas dentro de las fuentes de semilla y entre las fuentes de semilla. Utilizando como variables dependientes: la densidad de la regeneración de coníferas en 100 m<sup>2</sup> (Dereg) y la velocidad de crecimiento anual de la regeneración natural de coníferas (Velreg).

Estos análisis se realizaron mediante un programa en SAS (Apéndice 3) usando el procedimiento PROC REG, utilizando la opción Stepwise. Los criterios de selección de los modelos generados en estos análisis fueron: el mínimo valor del cuadrado medio del error (CME), el máximo valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), la significancia ( $\alpha = 0.05$ ) del modelo y de las variables incluidas en el modelo. En los análisis entre fuentes de semilla y para las variables Dereg, en el caso de *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve* y *Pi ay* y Vel reg en el caso de *Pi ha*, se consideró seleccionar variables independientes cuando la variación explicada acumulada de ellas fuera mayor o igual al 11 por ciento.

Los análisis dentro de las fuentes de semilla generaron modelos matemáticos, de éstos se seleccionaron sólo diez modelos, los demás fueron descartados porque no cumplieron los criterios estadísticos mencionados (Apéndice 5).

Los análisis de regresión entre las fuentes de semilla, se realizaron para considerar a toda el área de estudio como una sola unidad e incluyó 156 (de un total de 195) sitios de muestreo. El objetivo de considerar todo el gradiente altitudinal de la sierra, fue para aumentar el número de observaciones, ya que ese número en el análisis dentro de las fuentes de semilla fue bajo, de esta forma los modelos presentan mayor número de datos. Con los resultados se generaron ocho modelos matemáticos para las especies son: *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve* y *Pi ay*.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Caracterización fisiográfica de las fuentes de semilla.**

La altitud presentó valores que van de los 2200 a los 2860 msnm para las cinco fuentes de semilla, siendo la fuente de semilla La Efigenia la que presentó la menor altitud de 2239.7 m y con rangos de 2110 a 2330 msnm, para las tres laderas. La mayor altitud ocurrió en la fuente de semilla Renacer de la Sierra con 2855.1 m y con rangos de 2800 a 2960 msnm, para las tres laderas. Las fuentes Bosques de Monterreal, La Moneda y El Cedral presentaron los valores promedio de 2802, 2646 y 2614 msnm, respectivamente (Cuadro 4.1).

Para la exposición, se encontró que en el área de estudio, es más frecuente la exposición norte y noreste, siendo las exposiciones noroeste y cenital las de menor frecuencia (Cuadro 4.1). Con relación a la pendiente, la fuente de semilla Renacer de la Sierra presentó el mayor promedio (25.62 por ciento) con rangos que oscilan entre 15 y 70 por ciento, para las tres laderas. La fuente de semilla La Moneda presentó el menor promedio (14.84 por ciento) con rangos del 15 al 45 por ciento, para las tres laderas.

Cuadro 4.1. Caracterización fisiográfica de las fuentes de semilla en la Sierra La Marta, Arteaga, Coah.

Fuente de semilla	Ladera*	Altitud (msnm)		Exposición		Pendiente (%)		Pedregosidad (%)		Profundidad del suelo (cm)					
		Rango	( $\bar{x}$ )	menor frecuencia	mayor frecuencia	Rango	( $\bar{x}$ )	Rango	( $\bar{x}$ )	Rango	( $\bar{x}$ )				
La Efigenia	1	2110	2300	2239.73	NW	N	5	40	16.3	40	99	71.13	5	30	11
	2	2190	2290		--	N	10	60		10	99		3	14	
	3	2290	2330		NW	N	10	50		10	99		4	15	
Bosques de Monterreal	1	2720	2760	2802.45	Z	N	25	70	18.1	0	99	29.37	0	30	16.88
	2	2770	2810		--	N	10	60		10	60		12	28	
	3	2820	2860		--	N	0	55		1	50		5	28	
La Moneda	1	2610	2650	2646.63	NW	NE - N	15	60	14.84	0	40	7.73	10	40	24.15
	2	2610	2670		Z - NW	N	5	34		0	15		10	30	
	3	2630	2700		--	N	0	45		0	20		10	35	
Renacer de la Sierra	1	2800	2890	2855.1	NW	NE	15	65	25.62	0	90	21.02	3	30	17.06
	2	2800	2930		NW	N	30	65		0	40		15	32	
	3	2820	2960		NE	N	35	70		0	70		3	35	
El Cedral	1	2580	2620	2614.46	N	NE	22	83	23.92	80	99	88.93	0	15	7.47
	2	2620	2660		NE	N	39	52		80	99		0	5	
	3	2640	2700		NE	N	25	52		80	99		0	15	

**Nomenclatura:**

\* 1 = Ladera baja, 2 = Ladera media, 3 = Ladera alta

Las fuentes de semilla La Efigenia, Bosques de Monterreal y El Cedral presentaron los promedios de 16.3, 18.1 y 23.9 por ciento, respectivamente (Cuadro 4.1).

La pedregosidad presentó el mayor promedio en la fuente de semilla El Cedral (88.93 por ciento) con rangos de 80 al 99 por ciento, para las tres laderas. El menor promedio ocurrió en la fuente de semilla La Moneda (7.73 por ciento) con rangos de 0 a 40 por ciento, para las tres laderas. Las fuentes de semilla La Efigenia, Bosques de Monterreal, Renacer de la Sierra presentaron valores promedio de 71.13, 29.37 y 21.02 por ciento de pedregosidad, respectivamente (Cuadro 4.1).

Con respecto a la profundidad del suelo el mayor promedio se presentó en la fuente de semilla La Moneda de 24.15 cm con rangos de 10 a 35 cm, para las tres laderas. El menor promedio ocurrió en la fuente de semilla El Cedral (7.47 cm) con rangos de 0 a 15 cm, para las tres laderas. Las fuentes de semilla La Efigenia, Bosques de Monterreal y Renacer de la Sierra presentaron los promedios de 11.0, 16.88 y 17.06 cm de profundidad del suelo, respectivamente (Cuadro 4.1).

### Densidad del estrato de regeneración natural de coníferas.

La fuente de semilla La Efigenia presentó la mayor densidad absoluta (3720 ind ha<sup>-1</sup>). La fuente de semilla Bosques de Monterreal presentó la menor densidad absoluta (872 ind ha<sup>-1</sup>). Las fuentes de semilla La Moneda, Renacer de la Sierra y El Cedral presentaron valores promedio de 1889, 1570 y 900 ind ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 4.2).

Con relación a la composición de especies (Cuadro 4.2), la fuente de semilla La Efigenia presentó *Pi ce* y *Ju sa* con una densidad relativa de 36.8 y 63.1 por ciento para cada especie. Aquí debe señalarse que *Ju sa* es atacado por muérdago enano, por lo que el bosque de *Pi ce* también es afectado, es importante destacar que *Ju sa*, debido a su hábito de crecimiento tiene poca importancia económica, ya que solamente se utiliza para leña. Su valor ecológico al estar asociado a *Pi ce* se desconoce.

La fuente de semilla Bosques de Monterreal (Cuadro 4.2) presentó *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve* y *Pi ay*, con densidades relativas promedio de 20.7, 46.7, 20.9 y 11.4 por ciento, respectivamente. *Ps fl* presentó el mayor valor y *Pi ay* el menor valor de densidad relativa.

**Cuadro 4.2. Valores de densidad absoluta y relativa para la regeneración natural de coníferas.**

Especie	Fuente de semilla			Densidad absoluta (ind ha <sup>-1</sup> )	Densidad relativa (%)
	La Efigenia	Bosques de Monterreal	La Moneda		
	3720	872	1889	1570	900
<i>Pi ce</i>	36.88				
<i>Ju sa</i>	63.11				
<i>Pi ha</i>		20.75	8.7	8.47	11.11
<i>Ps fl</i>		46.78	24.24	33.12	62.22
<i>Ab ve</i>		20.98	46.85	25.79	
<i>Pi ay</i>		11.46	20.11	9.55	
<i>Pi cu</i>				10.31	
<i>Pi en me</i>				12.73	
<i>Pi gr</i>					26.66

La fuente de semilla La Moneda (Cuadro 4.2) presentó *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve* y *Pi ay*, con densidades relativas promedio de 8.7, 24.2, 46.8 y 21.1 por ciento, respectivamente. *Ab ve* presentó el mayor valor y *Pi ha* el menor valor de densidad relativa.

La fuente de semilla Renacer de la Sierra (Cuadro 4.2) presentó *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve*, *Pi ay*, *Pi cu* y *Pi en me*, con densidades relativas promedio de 8.4, 33.1, 25.7, 9.5, 10.3 y 12.7 por ciento, respectivamente. *Ps fl* presentó el mayor valor y *Pi ha* el menor valor de densidad relativa.

La fuente de semilla El Cedral (Cuadro 4.2) presentó *Pi ha*, *Ps fl* y *Pi gr*, con densidades relativas promedio de 11.1, 62.2 y 26.6 por ciento, respectivamente. El mayor valor fue para *Ps fl* y el menor valor *Pi ha* de densidad relativa.

Al comparar los valores obtenidos en las fuentes de semilla Bosques de Monterreal, La Moneda, Renacer de la Sierra y El Cedral, con los valores obtenidos por Reyna (1998) para las mismas condiciones del área quemada en 1975, dicho autor indica que la densidad promedio de la regeneración natural de coníferas, es de 605 ind ha<sup>-1</sup>; también señala que la densidad absoluta promedio se distribuye así: sitios con pobre densidad con 557 ind ha<sup>-1</sup> y cubren todo el gradiente altitudinal, sitios con densidad regular con 791 ind ha<sup>-1</sup> y están constituidos por *Ps fl*, *Pi ha* y *Pi ay*, sitios con densidad buena con 1350 ind ha<sup>-1</sup> y los sitios con muy buena densidad tienen 4150 ind ha<sup>-1</sup>, donde la especie

dominante es *Ab ve*. De esta manera las fuentes de semilla mencionadas se clasifican y acuerdo a los valores obtenidos (Cuadro 4.2): Bosques de Monterreal y El Cedral presentan una densidad regular, La Moneda y Renacer de la Sierra presentan buena densidad.

### **Modelos de la regeneración natural de coníferas dentro de las fuentes de semilla.**

Para la densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m<sup>2</sup> (Dereg) los modelos seleccionados fueron: en la fuente de semilla Bosques de Monterreal la especie *Ab ve*, en La Moneda la especie *Pi ay*, en Renacer de la Sierra la especie *Pi cu* y en El Cedral *Ps fl* (Cuadro 4.3).

Para la velocidad de crecimiento anual de la regeneración natural de coníferas (Velreg) los modelos seleccionados fueron: en la fuente de semilla Bosques de Monterreal las especies *Ab ve* y *Ps fl*, en La Moneda la especie *Pi ay*, en Renacer de la Sierra la especie *Ab ve* y *Pi cu* y en El Cedral la especie *Ps fl* (Cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3. Modelos seleccionados dentro de las fuentes de semilla.**

Fuente de semilla	Especie conífera
Dereg	
Bosques de Monterreal	<i>Ab ve</i>
La Moneda	<i>Pi ay</i>
Renacer de la Sierra	<i>Pi cu</i>
El Cedral	<i>Ps fl</i>
Velreg	
Bosques de Monterreal	<i>Ab ve, Ps fl</i>
La Moneda	<i>Pi ay</i>
Renacer de la Sierra	<i>Ab ve, Pi cu</i>
El Cedral	<i>Ps fl</i>

Densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m<sup>2</sup>.

*Abies vejarii* dentro de la fuente de semilla Bosques de Monterreal.

La densidad de *Ab ve* aumenta con el cuadrado de la diversidad, la suma del estrato de árboles latifoliados y la profundidad del suelo, pero disminuye con la pedregosidad (Cuadro 4.4).

El cuadrado de la diversidad de la vegetación secundaria aportó un 0.3799 al valor de la R<sup>2</sup> del modelo, lo que indica que este ambiente favorece tanto la diversidad de especies como la regeneración de *Ab ve*, la suma de la cobertura del estrato de árboles latifoliados aportó un 0.1626 al valor de la R<sup>2</sup> (Cuadro 4.4). Esta última variable favorece el establecimiento de la regeneración de *Ab ve*, probablemente se deba a que genera condiciones adecuadas para ello, es decir un ambiente más húmedo y sombreado, y a la tolerancia de *Ab ve* (Comejo, 1987; Franco, 1990; Reyna, 1998).

**Cuadro 4.4. Modelos para la densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m<sup>2</sup> dentro de las fuentes de semilla.**

Fuente de semilla	Especie	n	Variables incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> parcial (%)	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado
Bosques de Monterreal	<i>Ab ve</i>	54	Cuadrado de la diversidad	37.99	37.99	Dereg= 26.49040426 + 0.02033310 (Cuadiv)
			Suma cobertura estrato árboles latifoliados	16.26	54.24	+ 0.00000713 (Scnd1) + 0.33949930 (Suelo)
			Profundidad del suelo	23.57	77.81	- 0.03322938 (Pedg)
			Pedregosidad	5.52	83.34	
La Moneda	<i>Pi ay</i>	51	Cobertura de <i>Ageratina havanense</i>	38.43	38.43	Dereg= -162.93991953 + 0.00157153 (e112)
			Cobertura de <i>Lupinus cacuminus</i>	38.82	77.26	+ 0.00139725 (e85) + 0.00063247 (e62)
			Cobertura de <i>Erigeron basilobatus</i>	11.91	89.17	- 0.01878268 (Pedg)
			Pedregosidad	2.49	91.65	
Renacer de la Sierra	<i>Pi cu</i>	75	Suma cobertura estrato árboles latifoliados	28.16	28.16	Dereg= 1.89148773 + 0.00002181 (Scnd1)
			Cuadrado de la distancia a la f. de semilla	35.73	63.88	- 0.00006458 (Cuadfs) + 0.00800675 (Dfs)
			Distancia a la fuente de semilla	31.08	94.96	- 0.02843058 (Diver)
			Diversidad	4.59	99.56	
El Cedral	<i>Ps fl</i>	40	Suma cobertura estrato árboles latifoliados	85.32	85.32	Dereg= 48.31984460 + 0.00073065 (Scnd1)
			Exposición	13.29	98.62	- 1.27753280 (Expo2) + 0.0434782 (Cuadiv)
			Cuadrado de la diversidad	1.23	99.85	

Debe señalarse que en la fuente Bosques de Monterreal se presentaron dos grupos de árboles de *Pseudotsuga-Pinus-Abies* (remanentes del incendio de 1975), probablemente muchos de los individuos de *Ab ve* y de otras especies de coníferas tengan su origen a partir de esa semilla acarreada por el viento y otros agentes.

Para la profundidad de suelo el valor de la  $R^2$  es de 0.2357 (Cuadro 4.4), lo que indica que *Ab ve* tiene mayor establecimiento de renuevos en suelos profundos, lo que se corrobora con lo señalado por Cornejo (1987), Franco (1990) y Reyna (1998).

Al relacionar la profundidad de suelo con las dos variables anteriores, referidas a la vegetación secundaria, se propicia el desarrollo del suelo, ya que generan mayor materia orgánica que se deposita en el mismo.

La pedregosidad presentó un valor para la  $R^2$  es de 0.0552 (Cuadro 4.4). Esta variable indica que cuando su valor aumenta, disminuyen las posibilidades de que se establezcan individuos de *Ab ve*, ya que tiene mejor establecimiento en suelos profundos.

*Pinus ayacahuite* dentro de la fuente de semilla La Moneda.

La densidad de la regeneración de *Pi ay* aumenta con la cobertura total de las especies *Ageratina havanense* (H. B. K.) King. & Robinson. (*Ag ha*), *Lupinus*

*cacuminus* Standl. (*Lu ca*) y *Erigeron basilobatus* Blake. (*Er ba*), pero disminuye con la pedregosidad (Cuadro 4.4).

Las coberturas de estas especies *Ag ha*, *Lu ca* y *Er ba* presentaron los valores para la  $R^2$  0.3843, 0.3882 y 0.1191, respectivamente (Cuadro 4.4). Probablemente, la cobertura de estas especies genera condiciones que propician el establecimiento de la regeneración de *Pi ay*, es decir el número de individuos de *Pi ay* aumenta, cuando la cobertura de estas especies (*Ag ha*, *Lu ca* y *Er ba*) también se incrementa. Una explicación alterna es que las condiciones que prefieren dichas especies también las prefiere el *Pi ay*. Debe señalarse que *Lu ca* se localizó principalmente en la orilla de caminos y sitios muy abiertos (donde no había cobertura arbórea) y es considerada como indicadora de disturbio.

Con respecto a las tres variables anteriores que especifican la asociación de estas especies con la densidad de *Pi ay*, puede decirse que podrían utilizarse como especies indicadoras de la presencia de esta especie en la fuente de semilla La Moneda.

La pedregosidad mostró un valor de 0.0249 para la  $R^2$  (Cuadro 4.4), lo que indica que cuando la pedregosidad aumenta, la posibilidad de encontrar plántulas de *Pi ay* disminuye. Una alta pedregosidad significa menor disponibilidad de agua y nutrientes y temperaturas del suelo más extremas.

*Pinus culminicola* dentro de la fuente de semilla Renacer de la Sierra.

Debido a que la especie *Pi cu* tiene un hábito de crecimiento arbustivo y presenta un porte bajo, los modelos obtenidos en realidad son aplicables a toda el área de distribución de *Pi cu*.

También debe aclararse que el modelo generado incluye las variables distancia a la fuente de semilla y el cuadrado de esa distancia, pero el conjunto de árboles que se tomó como referencia y punto de partida en esta fuente de semilla estaba constituido por individuos de *Pi en me*. Por lo que, en ese sentido se considerará en la discusión.

La densidad de *Pi cu* aumenta con la suma de la cobertura de los árboles latifoliados y la distancia a la fuente de semilla de *Pi en me*, pero disminuye con el cuadrado de esta distancia y con la diversidad de la vegetación secundaria (Cuadro 4.4).

La cobertura de los árboles latifoliados aportó un 28.16 por ciento de explicación a la variabilidad de los datos (Cuadro 4.4), lo que indica que las condiciones que propician estos árboles son favorables para el establecimiento de individuos de *Pi cu*, por lo que, parece ser lógico encontrar mayor número de individuos de esta especie en los sitios donde se presente la mayor cobertura de este estrato.

La distancia a la fuente de *Pi en me* presentó un valor para la  $R^2$  de 0.3108 (Cuadro 4.4), lo que indica que ocurre una mayor densidad de *Pi cu* cuando disminuye la distancia a la fuente de semilla, es decir que el número de individuos de *Pi cu* depende en un 31 por ciento de la distancia a la que se encuentre la fuente de semilla. Esto, probablemente, se deba al incendio ocurrido en 1975, ya se señaló que cuando la distancia a la fuente de semilla es menor, el efecto del incendio también, por lo que, es probable que los sitios más cercanos al área arbolada de *Pi en me* presenten individuos de *Pi cu*.

El cuadrado de la distancia al rodal de *Pi en me* aportó un 35.73 por ciento de explicación a la variabilidad de los datos (Cuadro 4.4), lo que indica que cuando aumenta la distancia a la fuente de semilla de *Pi en me*, la densidad de *Pi cu* disminuye. Esto probablemente significa que los sitios cercanos a la fuente de semilla (arbolado remanente) sufrieron menos el efecto del incendio ocurrido en 1975, y los sitios alejados de dicha fuente sufrieron un efecto mayor. Probablemente, esta es la causa principal de que los sitios alejados del rodal de *Pi en me* carecen de individuos de *Pi cu*. Además, la semilla de *Pi cu* carece de ala, lo que limita su dispersión a grandes distancias.

La diversidad de la vegetación secundaria, aportó un 4.59 por ciento de explicación a la variabilidad de los datos (Cuadro 4.4). Esto significa que los sitios con mayor diversidad (mayor disturbio) no presentan establecimiento de individuos de *Pi cu*. Esto se corrobora con lo referente a la distancia a la fuente de semilla, que considera que los sitios cercanos a la fuente de semilla son los

que resultaron menos afectados por el incendio ocurrido en 1975 y los sitios más alejados de ella presentan mayor efecto del disturbio. Además, debe señalarse que el pino tiene un hábito de crecimiento arbustivo y tiende a dominar el sitio, por lo que su relación con la diversidad es inversa, es decir, habrá menor diversidad en sitios de *Pi cu*.

*Pseudotsuga flahaulti* dentro de la fuente de semilla El Cedral.

Para este caso solamente se seleccionó hasta la variable tres porque el valor de la  $R^2$  acumulaba un 0.9862 (Cuadro 4.4).

La densidad de la regeneración de *Ps fl* aumenta con la suma de la cobertura de los árboles latifoliados y con el cuadrado de la diversidad de la vegetación secundaria y disminuye con el valor de la exposición.

La cobertura de los árboles latifoliados y la diversidad de la vegetación secundaria presentaron un valor para la  $R^2$  de 0.8532 y 0.0123, respectivamente. Lo que indica que las condiciones que generan favorecen el establecimiento de *Ps fl* o que las condiciones donde ocurren especies latifoliadas y mayor diversidad de la vegetación secundaria, también las prefiere *Ps fl*. Probablemente, se deba a la mediana tolerancia de la especie (Cornejo, 1987; Franco, 1990; Reyna, 1998), ya que tiene un comportamiento intermedio en las fases de sucesión.

Para la exposición el valor de  $R^2$  es de 0.1329, lo que significa que los sitios localizados en estas exposiciones son más probables para el establecimiento de *Ps fl*, lo que se relaciona con la mediana tolerancia de la especie.

Velocidad de crecimiento anual para la regeneración natural de coníferas.

*Pseudotsuga flahaulti* dentro de la fuente de semilla Bosques de Monterreal.

La velocidad de crecimiento de *Ps fl* aumenta con la suma de la cobertura de los árboles latifoliados, la altura de la vegetación secundaria y la cobertura de *Ageratina saltillensis* (Rob.) K. & R. (*Ag sa*), pero disminuye con el cuadrado de la distancia a la fuente de semilla.

La suma de la cobertura de los árboles latifoliados, la altura de la vegetación secundaria y la cobertura del arbusto *Ag sa* presentaron los valores para la  $R^2$  de 0.2582, 0.1182 y 0.0225, respectivamente (Cuadro 4.5). Estas variables indican que las condiciones que generan favorecen el crecimiento de la regeneración de *Ps fl*. Probablemente, se deba a que esta especie es considerada medianamente tolerante (Cornejo, 1987; Franco, 1990; Reyna, 1998), por lo tanto, tiene un mejor crecimiento en sitios húmedos y sombríos. Puede decirse aquí que la altura de la vegetación secundaria es indicadora del crecimiento de *Ps fl*.

**Cuadro 4.5. Modelos para la velocidad de crecimiento anual para la regeneración natural de coníferas dentro de las fuentes de semilla.**

Fuente de semilla	Especie	n	Variables incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> parcial (%)	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado
Bosques de Monterreal	<i>Ps fl</i>	44	Suma cobertura de árboles latifoliados	25.82	25.82	Velreg= 6.19222974 + 0.00002445 (Scnd1)
			Cuadrado de la distancia a la f. de semilla	26.41	52.23	- 0.00002305 (Cuadfs) + 0.00450872 (Altura2)
			Altura de la vegetación secundaria	11.82	64.05	+ 0.00235139 (e1)
			Cobertura de <i>Ageratina saltilensis</i>	2.25	66.3	
Bosques de Monterreal	<i>Ab ve</i>	54	Exposición	29.64	29.64	Velreg= 432.79629902 - 0.65796105 (Expo2)
			Cuadrado de la diversidad	24.19	53.83	+ 0.58937197 (Cuadiv) - 9.18512666 (Diver)
			Diversidad	6.85	60.68	+ 0.00007504 (e31)
			Cobertura de <i>Cirsium pringlei</i>	3.36	64.04	
La Moneda	<i>Pi ay</i>	51	Pedregosidad	69.67	69.67	Velreg= -564.38049179 + 1.66351880 (Pedg)
			Cuadrado de la diversidad	3.11	72.78	+ 0.92968242 (Cuadiv) + 0.21328559 (Alt)
			Altitud	3.56	76.34	+ 0.16408739 (Dfs)
			Distancia a la fuente de semilla	2.79	79.13	
Renacer de la Sierra	<i>Ab ve</i>	81	Suma cobertura estrato arbustivo veg. sec.	27.63	27.63	Velreg= -168.16283299 + 0.00000963 (Scnd2)
			Profundidad del suelo	40.47	68.1	+ 0.19766117 (Suelo) + 0.18314575 (Expo2)
			Exposición	10.38	78.48	+ 0.05601864 (Alt)
			Altitud	12.0	90.48	
Renacer de la Sierra	<i>Pi cu</i>	75	Diversidad	46.29	46.29	Velreg= -576.87405731 - 3.168203999 (Diver)
			Suma cobertura estrato arbustivo veg. sec.	26.55	72.84	- 0.00010597 (Scnd2) + 0.22621227 (Alt)
			Altitud	20.94	93.78	+ 0.37891940 (expo2)
			Exposición	4.47	98.25	
El Cedral	<i>Ps fl</i>	40	Pedregosidad	71.91	71.91	Velreg= 16.94293982 + 0.23382471 (Pedg)
			Exposición	21.23	93.14	- 0.69238261 (Expo2) - 0.00001602 (Scnd3)
			Suma cobertura del estrato herbáceo	6.83	99.97	

La variable referida valor del cuadrado de la distancia a la fuente de semilla presentó un valor para la  $R^2$  de 0.2641 (Cuadro 4.5.), lo que significa que los sitios más alejados de la fuente de semilla serán los sitios donde la velocidad de crecimiento de la regeneración de esta especie sea nula. Esto puede deberse a que los sitios más lejanos de la fuente de semilla son los que presentan el mayor efecto del incendio ocurrido en 1975, por lo tanto carecen de los recursos esenciales para el buen desarrollo de las plántulas de coníferas.

*Abies vejarii* dentro de la fuente de semilla Bosques de Monterreal.

La velocidad de crecimiento de la regeneración de *Ab ve* aumenta con el cuadrado de la diversidad y la cobertura de *Cirsium pringlei* (Wats.) Petrark. (*Ci pr*), y disminuye con la exposición y la diversidad (Cuadro 4.5).

Con respecto al cuadrado de la diversidad de la vegetación secundaria se presentó un valor para la  $R^2$  de 0.2419 (Cuadro 4.5.), lo que indica que en los sitios donde ocurre esta diversidad, la velocidad de crecimiento de *Ab ve* se incrementa, probablemente esta diversidad refleje condiciones adecuadas para dicho crecimiento, ya que la mayor diversidad ocurrió en los suelos profundos.

La cobertura de *Ci pr* presentó un valor de 0.0336 para la  $R^2$  (Cuadro 4.5) e indica que las mismas condiciones que favorecen la cobertura de *Ci pr*, son las mismas que propician un incremento en el crecimiento de la regeneración

de *Ab ve*. Podría decirse que *Ci pr* es indicadora de un buen crecimiento de *Ab ve*.

Para la exposición y la diversidad de la vegetación secundaria se presentaron los valores de  $R^2$  de 0.2964 y 0.0685, respectivamente (Cuadro 4.5). Así los sitios en donde la pendiente y la diversidad se incrementan, no son adecuados para el crecimiento de *Ab ve*. Probablemente, se deba a la tolerancia de la especie *Ab ve* que prefiere lugares más húmedos para su crecimiento.

*Pinus ayacahuite* dentro de la fuente de semilla La Moneda.

La velocidad de crecimiento de *Pi ay* aumenta con la pedregosidad, la altitud, la distancia a la fuente de semilla y con el cuadrado de la diversidad de la vegetación secundaria (Cuadro 4.5).

Para la pedregosidad y la altitud se presentaron valores para la  $R^2$  de 0.6967 y 0.0356, respectivamente (Cuadro 4.5). Esto indica que cuando el valor de la pedregosidad y la altitud aumentan, la velocidad de crecimiento de *Pi ay* se incrementa. Puede decirse que *Pi ay* tiene un mejor crecimiento en sitios ubicados a mayor altitud, en donde la humedad se incrementa y los disturbios disminuyen. Los individuos de *Pi ay* que sobreviven en sitios con alta pedregosidad crecen a mayor velocidad quizá por falta de competencia.

Con respecto al cuadrado de la diversidad de la vegetación secundaria y de la distancia a la fuente de semilla se presentaron los valores para la  $R^2$  de 0.0311 y 0.0279, respectivamente (Cuadro 4.5). Lo que significa que los sitios donde esta diversidad y la distancia a la fuente de semilla se incrementan, también la velocidad de crecimiento de *Pi ay*. Es decir, los sitios más alejados de dicha fuente de semilla son favorables para el crecimiento de *Pi ay*, esto se comprueba con lo señalado en la variable pedregosidad que indica que *Pi ay* incrementa su crecimiento en lugares abiertos y utilizar así los recursos del sitio. Como ya se mencionó los sitios alejados de la fuente de semilla, son los que presentan mayor efecto del incendio de 1975, por lo que aquí la diversidad de la vegetación secundaria es mayor, así *Pi ay* responde a la competencia incrementando su crecimiento.

*Abies vejarii* dentro de la fuente de semilla Renacer de la Sierra.

La velocidad de crecimiento de la regeneración de *Ab ve* aumenta con la suma de la cobertura del estrato arbustivo de la vegetación secundaria, la profundidad del suelo, la exposición y la altitud (Cuadro 4.5).

La suma de la cobertura del estrato arbustivo de la vegetación secundaria presentó un valor para la  $R^2$  de 0.2763 (Cuadro 4.5), lo que significa que las condiciones que generan estos arbustos favorecen el crecimiento de *Ab ve* ó que las mismas condiciones que prefieren los arbustos también las prefiere *Ab ve*. Probablemente, se deba a que la especie es tolerante y tiene un mejor

desarrollo en sitios menos expuestos, es decir cubiertos o protegidos por la vegetación arbustiva.

La profundidad del suelo, la exposición y la altitud presentaron valores para la  $R^2$  de 0.4047, 0.1038 y 0.1200, respectivamente (Cuadro 4.5). Al relacionar estos factores fisiográficos con el incremento en el crecimiento de *Ab ve*, con los sitios ubicados en exposición norte y a mayor altitud, es decir sitios más húmedos y fríos y en donde la profundidad del suelo se incrementa, el resultado es positivo. Esto se comprueba con la tolerancia de *Ab ve*.

*Pinus culminicola* dentro de la fuente de semilla Renacer de la Sierra.

La velocidad de crecimiento de *Pi cu* aumenta con la altitud y la exposición, y disminuye con la diversidad y la suma de la cobertura del estrato arbustivo de la vegetación secundaria (Cuadro 4.5).

Aquí los factores fisiográficos que determina la distribución de una especie, como son la altitud y la exposición favorecen la velocidad de crecimiento de *Pi cu*, ya que tiene un mejor crecimiento en sitios localizados en laderas más altas y con tendencia a exposición norte, es decir más húmedos y fríos. Los valores de la  $R^2$  son de 0.2094 y 0.0447, respectivamente (Cuadro 4.5).

La diversidad y la suma de la cobertura del estrato arbustivo de la vegetación secundaria presentaron valores para la  $R^2$  de 0.4629 y 0.2655, respectivamente (Cuadro 4.5). Lo que indica que las condiciones que propician la diversidad y la cobertura de los arbustos de la vegetación secundaria, son las menos indicadas para que ocurra un incremento en la velocidad de crecimiento de *Pi cu*. Como ya se mencionó, mayor diversidad indica mayor disturbio. Esto significa que los sitios con mayor diversidad no son adecuados para el crecimiento de *Pi cu*. Aquí puede decirse que *Pi cu* no es apta para competir bajo estas condiciones.

*Pseudotsuga flahaulti* dentro de la fuente de semilla El Cedral.

Para este caso solamente se seleccionó hasta la variable tres porque el valor de la  $R^2$  acumulaba 0.9997 (Cuadro 4.5). La velocidad de crecimiento para *Ps fl* aumenta con la pedregosidad y disminuye con la exposición y la suma de la cobertura del estrato herbáceo.

Para la variable pedregosidad se presentó un valor para la  $R^2$  de 0.7191 (Cuadro 4.5). Esto indica que cuando la pedregosidad aumenta, ocurre un incremento en el crecimiento de *Ps fl*, es decir esta conífera aprovecha mejor los recursos del sitio cuando se encuentra en lugares poco profundos y que prefiere sitios más expuestos, probablemente se deba a la mediana tolerancia de la especie. Puede observarse que presenta un porcentaje alto para la  $R^2$ , por lo que toma mayor importancia al explicar este modelo. Debe señalarse que en

la fuente de semilla El Cedral las condiciones del suelo superficial, presentan alta pedregosidad.

La exposición presentó un valor para la  $R^2$  de 0.2123 (Cuadro 4.5), lo que indica que en los sitios donde la pendiente se incrementa, disminuye el crecimiento de *Ps fl*, ya que en esos lugares los recursos tienden a disminuir, además debe señalarse que el porcentaje de la pendiente en esos sitios es mayor a 50.

La suma de la cobertura del estrato herbáceo aportó un 6.83 por ciento de explicación a la varianza del modelo (Cuadro 4.5) y significa que las condiciones que crea la cobertura del estrato herbáceo no son adecuadas o impiden el crecimiento de *Ps fl*, es decir en los sitios en donde la cobertura herbácea aumenta, la velocidad de crecimiento de *Ps fl* disminuye. Probablemente, se deba a las condiciones de competencia que absorben los pocos recursos del sitio (mayor porcentaje de pendiente, alta pedregosidad, menor profundidad de suelo, menor humedad), por lo que las plántulas de *Ps fl* se ven afectadas.

## **Modelos de la regeneración natural de coníferas entre las fuentes de semilla.**

Los modelos seleccionados fueron para las especies *Pi ha*, *Ps fl*, *Ab ve* y *Pi ay* para ambas variables dependientes (Cuadros 4.6 y 4.7).

Densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m<sup>2</sup>.

*Pinus hartwegii*.

El número de individuos de *Pi ha* aumenta con la cobertura de la especie *Quercus hintoniorum* Nixon. & Muller (*Qu hi*), con la diversidad de la vegetación secundaria elevado al cuadrado y la cobertura del estrato herbáceo. En cambio disminuye con la cobertura de la especie *Brachypodium pringlei* Schibn. (*Br pr*) (Cuadro 4.6).

La cobertura de *Qu hi*, el cuadrado de la diversidad de la vegetación secundaria y la suma de la cobertura del estrato herbáceo, permiten el establecimiento de las plántulas de *Pi ha* o bien están asociadas, ya que la condición que propicia esta vegetación arbustiva y herbácea favorecen a la regeneración de *Pi ha*. Con relación al aumento de la diversidad, podría indicar sitios donde el disturbio ha sido mayor. Esto se apoya con el hecho de que *Pi ha* es intolerante (Cornejo, 1987; Franco, 1990; Reyna, 1998) propia de sitios

abiertos con alto disturbio, asumiendo de esta forma el establecimiento de regeneración de *Pi ha*.

Con respecto a la cobertura de *Br pr*, indica que en los sitios con mayor cobertura de esta gramínea, disminuye la densidad de la regeneración de *Pi ha*. Probablemente se deba a que la gramínea presenta un sistema radicular que se extiende profusamente por debajo de la superficie del suelo, lo que genera excesiva competencia por los recursos del sitio.

#### *Pseudotsuga flahaulti*.

El número de individuos de *Ps fl* aumenta con la diversidad de la vegetación secundaria, con la cobertura de las especies *Grindelia grandiflora* Hook. (*Gr gr*) y *Dasylium cedrosanum* Trel. (*Da ce*), pero disminuye con la profundidad de suelo (Cuadro 4.6).

**Cuadro 4.6. Modelos para la densidad de la regeneración natural de coníferas en 100 m<sup>2</sup> entre las fuentes de semilla.**

Espece	n	Variables incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado**
<i>Pi ha</i>	37	Cobertura de <i>Quercus hintoniorum</i> Cuadrado de la diversidad Cobertura de <i>Brachypodium pringlei</i> Suma de la cobertura del estrato herbáceo	30.22	Dereg= 0.621224 + 0.000006389 (e7) + 0.006918 (Cuadiv) - 0.000009872 (e8) + 0.000004363 (Scnd3)
<i>Ps fl</i>	139	Profundidad del suelo Diversidad Cobertura de <i>Grindelia grandiflora</i> Cobertura de <i>Dasyllirion cedrosanum</i>	17.28	Dereg= 3.422503 - 0.100696 (Suelo) + 0.258528 (Diver) + 0.009488 (e3) + 0.014746 (e121)
<i>Ab ve</i>	150	Cuadrado de la diversidad Cobertura de <i>Brachypodium pringlei</i> Cobertura de <i>Salix paradoxa</i> Altitud	30.32	Dereg= 113.381837 + 0.119577 (Cuadiv) + 0.000252 (e6) + 0.000395 (e27) - 0.042877 (Alt)
<i>Pi ay</i>	72	Cobertura de <i>Ageratina havanense</i> Cobertura de <i>Lupinus cacuminus</i> Pedregosidad Diversidad	84.98	Dereg= 1.189996 + 0.001588 (e112) + 0.001351 (e85) - 0.041513 (Pedg) + 0.154715 (Diver)

**Nomenclatura:**

NS = No encontró variables significativas al 0.1500.

\*\* Los modelos se generaron a partir de un análisis de regresión sin especificar modalidad.

La diversidad de la vegetación secundaria y la cobertura de las especies *Gr gr* y *Da ce*, indican condiciones que contribuyen al establecimiento de la regeneración de *Ps fl*. Como ya se mencionó la mayor diversidad de la vegetación secundaria ocurre en sitios abiertos donde la radiación solar es alta o en sitios donde los recursos son abundantes. Al relacionar esto con la mediana tolerancia de *Ps fl*, es factible que la densidad de plántulas de esta conífera aumente en dichas condiciones. Es probable que esta diversidad exista debido al efecto del incendio de 1975. *Da ce* se localiza en sitios donde la radiación es alta, en sitios abiertos, esto puede relacionarse con la mayor diversidad. De *Gr gr* y *Da ce* puede decirse que las mismas condiciones que contribuyen a su presencia (cobertura) favorecen también el establecimiento de la regeneración de *Ps fl*.

La profundidad del suelo indica una disminución de la regeneración de *Ps fl*. Quizá porque los sitios con suelo profundo permanecieron ocupados después del incendio y no permitieron el establecimiento de individuos de esta especie de conífera.

#### *Abies vejarii.*

El número de individuos de la regeneración de *Ab ve* aumenta con el cuadrado de la diversidad, la cobertura de *Br pr* y de *Salix paradoxa* H. B. K. (*Sa pa*), pero disminuye con la altitud (Cuadro 4.6).

Las variables cuadrado de la diversidad, la cobertura de *Br pr* y la cobertura de *Sa pa* puede decirse que contribuyen al establecimiento de la regeneración de *Ab ve*. Se considera a los sitios con mayor diversidad, como sitios de mayor disturbio y/o mayor disponibilidad de humedad; de esta manera la presencia de regeneración de *Ab ve*, ocurre en sitios donde el disturbio es alto, pero donde también existe suficiente humedad como para sostener y favorecer una alta diversidad de especies. Debe considerarse que *Ab ve* al ser una especie tolerante (Cornejo, 1987; Franco, 1990; Reyna; 1998) se localiza principalmente en sitios donde existen condiciones más méxicas.

Al relacionar la presencia de *Br pr* con el establecimiento de *Ab ve*, puede compararse que esta gramínea (*Br pr*) fue incluida en los modelos generados para las especies *Pi ha* y *Ps fl*, puede observarse que en el caso de la primera (especie intolerante) el pasto presenta una relación negativa, para la segunda (especie medianamente tolerante) el pasto presenta una relación positiva, y con respecto a *Ab ve* (especie tolerante) se presenta una relación positiva, por lo que se comprueba que la gramínea es propia de condiciones más méxicas. Puede considerarse a *Br pr* como indicadora de sitios aptos para el establecimiento de *Ab ve*.

Para *Sa pa* es indicadora de sitios con mayor humedad, principalmente cerca de arroyos; esto a su vez comprueba que *Ab ve* es propio de condiciones de mayor humedad y sombra, así se asume que los sitios con presencia de *Sa pa* son adecuados para el establecimiento de *Ab ve*.

La altitud, indica que en los sitios donde la altitud se incrementa disminuyen el establecimiento de *Ab ve*. Reyna (1998) encontró que las mayores densidades de regeneración natural de coníferas están en las partes bajas del área incendiada, llegando a reducirse e incluso a estar ausente en las partes altas; lo atribuye a condiciones microclimáticas más extremas, suelo rocoso y piedra suelta, pendientes muy pronunciadas que traen por consecuencia erosión, falta de suelo, desarraigo de plántulas y arrastre de semillas.

*Pinus ayacahuite.*

La densidad de la regeneración de *Pi ay* aumenta con la cobertura de las especies *Ag ha* y *Lu ca* y la diversidad de la vegetación secundaria, pero disminuye en sitios de alta pedregosidad (Cuadro 4.6).

Las coberturas de *Ag ha* y de *Lu ca*, junto con la diversidad de la vegetación secundaria, indican el establecimiento de *Pi ay*. Es decir la cobertura que generan estas especies secundarias generan condiciones que contribuyen al establecimiento de *Pi ay*, o que prefieren las condiciones en las que se establece el *Pi ay*. Con respecto a las especies *Ag ha* y de *Lu ca* pueden considerarse como indicadores de sitios aptos para el establecimiento de la regeneración de *Pi ay*.

La diversidad de la vegetación secundaria ocurre en sitios donde el disturbio es mayor. Se asume también que son sitios con un dosel más abierto, por lo que, reciben mayor incidencia solar; estos sitios presentaron 39 especies de vegetación secundaria, siendo herbáceas 25 de ellas. Al relacionar esto con la cobertura de *Luca*, que se localizó principalmente, en los sitios más abiertos, orillas de caminos y terracería o en sitios con mayor pedregosidad mayor. Nuevamente puede haber una relación entre la diversidad y el efecto del incendio de 1975.

Cuando la pedregosidad se incrementa, disminuye la densidad de *Pi ay*; es decir los sitios que tiene mayor pedregosidad, serán los sitios donde la regeneración de *Pi ay* disminuye. Puede decirse que los sitios con una alta pedregosidad son sitios donde se recibe mayor radiación solar, hay menos suelo y materia orgánica y la temperatura presenta oscilaciones más extremosas, además de que la humedad es más escasa; todo lo anterior constituye un conjunto de factores nocivos probablemente letales para la regeneración de *Pi ay*, según, García (1989) y Capó y Newton (1991), pero en algunos sitios, cuando logra sobrevivir puede crecer a mayor velocidad según se observó en el modelo generado para la fuente de semilla La Moneda.

## Velocidad de crecimiento anual para la regeneración natural de coníferas.

### *Pinus hartwegii.*

La velocidad de crecimiento para la regeneración de *Pi ha* disminuye cuando la pedregosidad se incrementa (Cuadro 4.7). Los sitios con mayor porcentaje de pedregosidad, indican menor velocidad de crecimiento para la especie *Pi ha*. Esto puede ser relacionado con una menor profundidad de suelo o que ocurra un suelo superficial, lo que a su vez indica una disminución de los recursos del sitio, lo que no favorece al crecimiento de *Pi ha*.

El valor acumulado para la  $R^2$  es de 0.1174, el cual resultó muy bajo y hace poco confiable el modelo (Cuadro 4.7).

### *Pseudotsuga flahaulti.*

La velocidad de crecimiento de *Ps fl* aumenta con la altitud y con la cobertura de *Br pr* y disminuye con la suma de la cobertura del estrato herbáceo y la exposición (Cuadro 4.7).

**Cuadro 4.7. Modelos para la velocidad de crecimiento anual para la regeneración natural de coníferas entre las fuentes de semilla.**

Especie	n	Variables incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> parcial (%)	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado
<i>Pi ha</i>	37	Pedregosidad	11.74	11.74	Velreg= 51.65881604 - 0.45839836 (Pedg)
<i>Ps fl</i>	139	Suma de la cobertura del estrato herbáceo	7.79	7.79	Velreg= -5.53222018 - 0.00000776 (Scnd3)
		Exposición	3.13	10.92	- 0.05646746 (Expo2) + 0.00530754 (Alt)
		Altitud	3.23	14.15	+ 0.00000894 (e8)
		Cobertura de <i>Brachypodium pinnatifidum</i>	1.69	15.84	
<i>Ab ve</i>	150	Distancia a la fuente de semilla	15.51	15.51	Velreg= -12.80133708 + 0.02132161 (Dfs)
		Profundidad del suelo	8.46	23.96	+ 0.14972467 (Suelo) - 0.00002297 (Scnd1)
		Suma de la cobertura de árboles latifoliados	5.81	29.77	- 0.04747323 (Pedg)
		Pedregosidad	6.79	36.56	
<i>Pi ay</i>	72	Pedregosidad	24.91	24.91	Velreg= 212.57482757 + 0.31822165 (Pedg)
		Altitud	14.59	39.5	- 0.07515942 (Alt) - 0.49787055 (Suelo)
		Profundidad del suelo	7.09	46.58	+ 0.00001435 (Scnd3)
		Suma de la cobertura del estrato herbáceo	3.51	50.09	

**Nomenclatura:**

NS = No encontró variables significativas al 0.1500.

Las variables altitud y la cobertura de *Br pr* presentaron valores para la  $R^2$  de 0.0323 y de 0.0169, respectivamente (Cuadro 4.7). Estas variables indican condiciones que favorecen el crecimiento de *Ps fl*. Puede decirse que las mayores altitudes favorecen el crecimiento de *Ps fl*, esto puede deberse a que en las partes bajas no existe una cantidad suficiente de humedad, y es de suponer que prefiere condiciones más mésicas. Debe señalarse que la importancia de esta variable (altitud) es menor debido al bajo valor de la  $R^2$ . *Br pr* puede considerarse como indicadora de sitios donde ocurre un incremento en el crecimiento de *Ps fl*.

Las variables suma de la cobertura del estrato herbáceo y la exposición aportaron el mayor porcentaje de explicación a la varianza de los datos, siendo los valores para la  $R^2$  de 0.779 y 0.313, respectivamente (Cuadro 4.7). La relación negativa con respecto al crecimiento de *Ps fl*, indica que las condiciones que propician la mayor cobertura de hierbas y a su vez la exposición, son las menos indicadas para ocurra un incremento en el crecimiento de *Ps fl*. Hay una aparente contradicción con la variable densidad de *Ps fl*, donde la profundidad del suelo se asociaba en forma negativa a la densidad. Harper (1977) explica que varios experimentos realizados por Sukatchev demuestran que en sitios pobres puede haber mayor densidad que en sitios ricos.

*Abies vejarii*

La velocidad de crecimiento para la regeneración de *Ab ve* aumenta con la distancia a la fuente de semilla y la profundidad del suelo, pero disminuye con la suma de la cobertura de los árboles latifoliados y la pedregosidad (Cuadro 4.7).

La distancia a la fuente de semilla y la profundidad del suelo presentaron los valores para la  $R^2$  de 0.1551 y 0.0846, respectivamente (Cuadro 4.7). Esto indica que los sitios más alejados de la fuente de semilla y donde se incrementa la profundidad del suelo, tienen un incremento en el crecimiento de *Ab ve*. Debe señalarse que la llamada distancia a la fuente de semilla es una variable que considera la distancia con respecto a un conjunto de árboles con diversas densidades de estas especies. La respuesta del crecimiento de *Ab ve* en suelos profundos, probablemente, se deba a que los recursos aumentan a medida que esta profundidad se incrementa.

La suma de la cobertura de los árboles latifoliados y la pedregosidad, aportaron 5.81 y 6.79 por ciento de explicación a la varianza de los datos (Cuadro 4.7). Lo que indica que las condiciones que generan estas variables, no son adecuadas para que ocurra un incremento en el crecimiento de *Ab ve*. Así puede asumirse que los sitios que presenten una mayor cobertura de árboles latifoliados, en general son sitios donde el crecimiento de *Ab ve* disminuye. Esto significa que una excesiva cobertura no es adecuada para el

desarrollo y crecimiento de *Ab ve*. Al relacionar la pedregosidad con la profundidad del suelo la relación es inversa.

*Pinus ayacahuite*.

La velocidad de crecimiento de la regeneración de *Pi ay* aumenta con la pedregosidad y la suma de la cobertura del estrato herbáceo y disminuye con la altitud y la profundidad del suelo (Cuadro 4.7).

La pedregosidad y la cobertura de hierbas presentaron los valores para la  $R^2$  de 0.2491 y 0.0351, respectivamente (Cuadro 4.7). Esto indica que generan condiciones adecuadas para que la velocidad de crecimiento de *Pi ay* se incremente. Al relacionar estas variables con la intolerancia de la especie, puede decirse que *Pi ay* responde a la competencia y se establece en sitios abiertos (mayor pedregosidad).

La altitud y la profundidad del suelo presentaron los valores para la  $R^2$  de 0.1459 y 0.0709, respectivamente. Puede decirse que generan condiciones que impiden que ocurra un crecimiento de *Pi ay*. La relación del crecimiento de *Pi ay* con la altitud es inversa, y de acuerdo a la distribución altitudinal de la especie, que se establece en laderas bajas. Esta relación, probablemente, se deba a que los sitios localizados en las partes bajas presentan mayores temperaturas, lo que podría favorecer el crecimiento de la regeneración de la especie *Pi ay*. Los sitios en donde la profundidad de suelo se incrementa, son los que presentan

menor velocidad de crecimiento de *Pi ay*. Esto puede deberse a que los sitios con suelos profundos reúnan condiciones donde los recursos son abundantes lo que a su vez propicia el establecimiento de mayor diversidad y por ende aumenta la competencia por dichos recursos, además de éstas condiciones que generan un microambiente apto para las especies tolerantes.

## CONCLUSIONES

A los 22 años de sucedido el incendio en la Sierra La Marta se concluye que en el área de estudio se localizan cinco fuentes de semilla, éstas se consideran remanentes del bosque de *Pseudotsuga-Pinus-Abies* después del incendio de 1975.

Las fuentes de semilla están constituidas por diferentes especies que se comportan de acuerdo al gradiente altitudinal de la sierra. En la parte más baja la fuente de semilla es *Pinus cembroides* asociado a *Juniperus saltillensis*. La ladera media comprende a *Pinus hartwegii*, *Pseudotsuga flahaulti*, *Abies vejarii* y *Pinus ayacahuite*. La ladera alta presenta las especies anteriores más *Picea engelmannii* var. *mexicana* y *Pinus culminicola*. La última fuente de semilla presenta una asociación de *Pinus hartwegii*, *Pinus greggii* y *Pseudotsuga flahaulti*. Puede decirse que la regeneración natural de coníferas en general esta constituida por este grupo de especies.

La densidad absoluta promedio en la fuente de semilla La Efigenia es de 3720 ind ha<sup>-1</sup>, en la fuente de semilla Bosques de Monterreal 872 ind ha<sup>-1</sup>, en la fuente de semilla La Moneda 1889 ind ha<sup>-1</sup>, en la fuente de semilla Renacer de la Sierra 1570 ind ha<sup>-1</sup> y en la fuente de semilla El Cedral 900 ind ha<sup>-1</sup>. Puede decirse que la condición de la regeneración en general se encuentra entre regular y buena, ya que en otros estudios realizados en el área quemada se reporta una densidad de 605 ind ha<sup>-1</sup> (Reyna, 1998), y para el área remanente de bosque, aledaña al área quemada, se reportan densidades promedio de 1569 y 2126 ind ha<sup>-1</sup> (Cornejo 1987; Franco 1990).

De acuerdo a los resultados generados, la hipótesis nula planteada para este estudio, se rechaza.

Se considera que la vegetación secundaria esta formada por un matorral esclerófilo muy denso, a consecuencias del incendio de 1975. El listado de los 153 taxa botánicos identificados, al igual que su distribución altitudinal en el área de estudio se presentan en el Apéndice 7.

Se aplicaron dos métodos para encontrar dichas diferencias estadísticas. El análisis multivariado por componentes principales mostró un bajo porcentaje acumulado para los primeros cuatro componentes lo que fue satisfactorio para los requerimientos estadísticos y los objetivos del estudio. El análisis de regresión lineal múltiple generó resultados más confiables para los alcances planteados en el estudio.

El análisis de regresión lineal múltiple generó dieciocho modelos matemáticos aceptables estadísticamente, para la densidad en 100 m<sup>2</sup> y para la velocidad de crecimiento anual de la regeneración natural de coníferas en la Sierra la Marta. Estos modelos deben ser considerados únicamente para su interpretación en esta área.

En la fuente de semilla Bosques de Monterreal la densidad y el crecimiento de *Ab ve* se correlaciona positivamente por la presencia de especies de la vegetación secundaria y la cobertura que proporcionan los árboles latifoliados. Otra opción es que la diversidad de la vegetación secundaria es favorecida por las mismas condiciones que son adecuadas para el establecimiento de la regeneración natural de *Ab ve*. Además debe destacarse la presencia de *Cirsium pringlei* (*Ci pr*) como posible especie indicadora de estas condiciones. La profundidad del suelo también favorece el establecimiento y el crecimiento de *Ab ve*, ya que al ser tolerante sus requerimientos aumentan.

En el caso de el crecimiento de *Ps fl* en la fuente de semilla Bosques de Monterreal, la cobertura de los árboles latifoliados y la presencia de *Ageratina saltillensis* (*Ag sa*) pueden asociarse positivamente con el mayor crecimiento de esta especie. Pero es esencial la cercanía a la fuente de semilla.

En la fuente de semilla La Moneda la densidad de *Pi ay* se relacionó con la cobertura de *Ageratina havanense* (*Ag ha*), *Lupinus cacuminus* (*Lu ca*) y *Erigeron*

*basilobatus* (*Er ba*). Se considera que estas especies prefieren las condiciones donde *Pi ay* se establece. La velocidad de crecimiento de *Pi ay* se incrementó cuando la diversidad de la vegetación secundaria aumentó, siendo esencial la cercanía a la fuente de semilla y la mayor altitud.

En la fuente de semilla Renacer de la Sierra la velocidad de crecimiento anual de *Ab ve* se relaciona positivamente con los factores fisiográficos del sitio y con la cobertura que generan los arbustos de la vegetación secundaria. Al relacionar los factores fisiográficos con la tolerancia de *Ab ve*, se ratifica que la especie incrementa su crecimiento cuando estas condiciones microclimáticas se cumplen.

Para *Pi cu* en la fuente de semilla Renacer de la Sierra la densidad se incrementó cuando aumentó la presencia de los árboles latifoliados, además de concentrarse el establecimiento en los sitios cercanos a la fuente de semilla. Puede relacionarse la presencia de los árboles latifoliados con el establecimiento de *Pi cu*. Debe mencionarse que cuando la diversidad y la presencia de los arbustos de la vegetación secundaria se incrementan, el establecimiento y el crecimiento de *Pi cu* disminuye, probablemente se deba a que *Pi cu* al tener un porte arbustivo incrementa su competencia con dichas especies. El crecimiento de *Pi cu* fue favorecido por los factores fisiográficos.

En la fuente de semilla El Cedral el establecimiento de *Ps fl* ocurrió en suelos superficiales, en donde la pedregosidad se incrementa, este

establecimiento se relaciona en forma negativa con la presencia de plantas herbáceas. La densidad y el crecimiento de *Ps fl* se relacionan negativamente con la orientación topográfica del sitio. Ocurrió un incremento en el crecimiento bajo la presencia de árboles latifoliados y cuando la diversidad de la vegetación secundaria se incrementó.

En toda el área de estudio la densidad de *Pi ha* se correlaciona en forma positiva con la mayor diversidad de la vegetación secundaria, siendo más fuerte la correlación con la presencia de plantas herbáceas. Debe relacionarse la presencia de *Quercus hintoniorum* (*Qu hi*) con el establecimiento de *Pi ha*, en el caso de *Brachypodium pringlei* (*Br pr*) dicha relación es negativa. La profundidad del suelo es esencial para el crecimiento de *Pi ha*.

En general en el área de estudio la densidad de *Ps fl* también presenta una correlación positiva con la alta diversidad de la vegetación secundaria, debe relacionarse la presencia de *Grindelia grandiflora* (*Gr gr*) y *Dasyllirion cedrosanum* (*Da ce*) con el establecimiento de *Ps fl*. En el caso del crecimiento de *Ps fl*, se presenta una relación positiva bajo la presencia de *Br pr* y cuando las condiciones fisiográficas son las adecuadas para los requerimientos de *Ps fl*. Este crecimiento presenta una relación negativa con la presencia de plantas herbáceas.

En el área incendiada el establecimiento de *Ab ve* se asocia en forma positiva con la diversidad de la vegetación secundaria, probablemente esta

diversidad de especies genere condiciones que propician dicho establecimiento ó que las mismas condiciones que prefiere *Ab ve* las prefiere la vegetación secundaria. La presencia de *Salix paradoxa* (*Sa pa*) y *Br pr* también favorecen ese establecimiento o prefieren las condiciones donde ocurre *Ab ve*. La altitud es un factor que disminuye la densidad de *Ab ve*, cuando no es favorable para sus requerimientos. La cercanía a la fuente de semilla es esencial para el crecimiento de *Ab ve*, así como los suelos profundos, esto puede relacionarse con la tolerancia de la especie. El crecimiento puede ser relacionado negativamente con la presencia de árboles latifoliados, en algunos casos.

En la superficie total del área de estudio la densidad de *Pi ay* también se relaciona positivamente con la diversidad de la vegetación secundaria, probablemente favorece las condiciones que prefiere *Pi ay* para establecerse ó que ambas prefieran las mismas condiciones. Debe relacionarse la presencia de *Ag ha* y *Lu ca* con el establecimiento de *Pi ay*, o que prefieren las mismas condiciones donde se establece *Pi ay*. El crecimiento de *Pi ay* se relaciona en forma positiva con la presencia de plantas herbáceas, aunque las condiciones fisiográficas afecten negativamente dicho crecimiento cuando no cumplen los requerimientos que necesita *Pi ay*.

Las condiciones fisiográficas como la orientación topográfica y la pendiente, la altitud, la pedregosidad y la profundidad del suelo pueden favorecer o disminuir el establecimiento y el crecimiento de la regeneración natural de coníferas en la Sierra La Marta, dependiendo de los requerimientos

de la especie de conífera y de su capacidad de tolerancia. Destaca especialmente la profundidad del suelo.

La distancia a la fuente de semilla favorece tanto el establecimiento y el crecimiento de la regeneración natural de coníferas, dentro y entre las fuentes de semilla en el área de estudio. Siendo esencial en algunos casos la cercanía a dicha fuente, ya que en esos sitios el efecto del incendio de 1975 es menor, dicho efecto se incrementa a medida que la distancia a la fuente de semilla aumenta.

Debe destacarse que la diversidad de la vegetación secundaria puede correlacionarse positivamente con el establecimiento y el crecimiento de la regeneración natural de coníferas en la Sierra La Marta, dentro y entre las fuentes de semilla, por lo que se considera que el matorral que constituye esta diversidad puede proporcionar un hábitat idóneo para la regeneración de las coníferas. Una explicación alternativa es que las mismas condiciones que propician la regeneración de coníferas, también las prefiere este matorral.

La cobertura de las especies arbóreas latifoliadas y de los arbustos leñosos y semileñosos puede ser relacionada positivamente con la presencia, el establecimiento y el crecimiento de la regeneración natural de coníferas en el área de estudio. Para el caso de las plantas herbáceas la relación puede ser negativa. Los valores de la densidad y la cobertura de las especies que

componen el estrato de la vegetación secundaria identificada para el área de estudio se presentan en el Apéndice 8.

Las especies como *Ag ha*, *Lu ca*, *Er ba*, *Ag sa*, *Ci pr*, *Qu hi*, *Br pr*, *Gr gr*, *Da ce*, *Sa pa* pueden ser consideradas como indicadoras del aumento o decremento de la densidad y el crecimiento de la regeneración natural de coníferas en la Sierra La Marta.

## LITERATURA CITADA

- Aber, J. D. y J. Henderson. 1991. Ecología forestal y ecosistema forestal. En: Introducción a la Ciencias Forestales. Raymond A. Young, compilador. 1a. edición. Editorial LIMUSA. México. pp 165-193.
- Atzet, T. 1981. Operational environment and factors limiting reforestation in the Siskiyou Mountains. En: Reforestation of Skeletal Soils. Proceedings of a Workshop Held November 17-19, 1981, in Medford Oregon. S. D. Hoobs y O. T. Helgerson (eds.). Forest Research Laboratory. Oregon State University. U. S. A. pp 6-10.
- Barbour, M. G.; J. H. Burk y W. D. Pitts. 1980. Terrestrial Plant Ecology. 1a. edición. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. U. S. A. 604p.
- Barnett, J. P. y J. B. Baker. 1991. Regeneration methods. En: Forest Regeneration Manual. M. L. Duryea and P. M. Dougherty. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp 35-50.
- Barnett, J. P. y R. O. Haugen. 1995. Producing seed crops to naturally regenerate southern pines. USDA, Forest Service. Southern Forest Experiment Station. Research Paper SO-286. U. S. A. 11 p.
- Braham S., S. 1995. Regeneración natural de *Picea engelmannii* var. *mexicana* en Arteaga, Coahuila y Rayones, Nuevo León. Tesis Profesional. U. A. A. A. N. México. 76 p.
- Caballero D., M., J. B. Cardeña R., C. E. González V., H. Manzanilla, J. Veruette F. y Villa S., A. B. 1988. El sistema de producción forestal. Dasonomía Mexicana. 6 (10). 98 p.
- Canham, Ch. D. y P. L. Marks. 1985. The response of woody plants to disturbance: patterns of establishment and growth. En: The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Editores: S. T. A. Pickett and P. S. White. 1a. edición. Academic Press, Inc. U. S. A. pp 3-13.

- Capó A., M. A. 1987. Early survival and growth response of five species of *Pinus* to plant competition and aspect in Southwest Oregon and Northeast Mexico. Oregon State University. Tesis Doctoral. 153 p. U. S. A.
- Capó A., M. A. y M. Newton. 1991. Survival and growth of five species of *Pinus* seedlings after different approaches to competition control: "bridging" studies between Oregon and Mexico. *New Forests* 5:219 – 238.
- Casas S., R., S., González E. y J. A. Tena F. 1995. Estructura y tendencias sucesionales en vegetación de clima templado semi-seco en Durango, México. *Madroño*. 42 (4): 501-515.
- CETENAL. 1975 a. Carta Topográfica. Clave G14C35. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:50000.
- CETENAL. 1975 b. Carta Topográfica. Clave G14C45. San Rafael. Escala 1:50000.
- CETENAL. 1976 a. Carta Geológica. Clave G14C35. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:50,000.
- CETENAL. 1976 b. Carta Uso del Suelo. Clave G14C45. San Rafael. Escala 1:50000.
- CETENAL. 1977 a. Carta Edafológica. Clave G14C35. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:50000.
- CETENAL. 1977 b. Carta Edafológica. Clave G14C45. San Rafael. Escala 1:50000.
- CETENAL. 1979. Carta de Uso del Suelo. Clave G14C35. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:50,000.
- Cleary, B. D. 1978. Vegetation management and its importance in reforestation. Forest Research Laboratory. Research Note 60. U. S. A. 4 p.
- CNIF, 1991. Memoria Económica 1990-1991. México. 61 p.
- Cornejo O., E. H. 1987. Aspectos ecológicos y dasonómicos del bosque de *Pseudotsuga-Pinus-Abies* en la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 196 p.
- Cozzo, D. 1995. Silvicultura de plantaciones maderables. Tomo II. 1ª. Edición. Orientación Gráfica Editora S. R. L. Argentina. 905 p.

- Cubbage, F. W., J. E. Gunter y J. Olson. 1991. Reforestation economics, law and taxation. En: Forest Regeneration Manual. M. L. Duryea and P. M. Dougherty. pp 9-34.
- Daniel, P. W., V. E. Helms y F. S. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. 2a. edición. Ed. McGraw-Hill. México. 492 p.
- Davis, K. P. 1959. Forest Fire: Control and Use. McGraw-Hill Company, Inc. U. S. A. 583 p.
- DETENAL, 1977 a. Carta Climatológica. Clave G14C35. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:50,000.
- DETENAL. 1977 b. Carta Geológica. Clave G14C45. San Rafael. Escala 1:50000.
- DETENAL, 1977 c. Carta Climatológica. Clave G14C45. San Rafael. Escala 1:50000.
- DETENAL, 1981. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales. Clave G14-7. Monterrey, Nuevo León. Escala 1:250000.
- FAO. 1985. Reporte sobre los problemas forestales. Num. 2. México. 40 p.
- Franco P., J. G. 1990. Dinámica de la regeneración de *Pseudotsuga flahaulti* Flous., en el bosque de *Pseudotsuga-Pinus-Abies*. Tesis Profesional. U. A. A. A. N. México. 158 p.
- Franco P., J. G. y Aldrete M., E. 1993. Dinámica de la regeneración natural de *Pseudotsuga flahaulti* en un bosque de *Pseudotsuga-Pinus-Abies*. Agrociencia. Recursos Naturales Renovables. 3 (3):53-66.
- García, E. 1989. Apuntes de climatología. 6ª. edición. U. N. A. M. México, D. F. 155 p.
- Gjerstad, D. H., L. R. Nelson, J. H. Dukes y W. A. Retzlaff. 1983. Growth response and physiology of tree seedlings as affected by weed control. En: Seedling Physiology and Reforestation Success. Proceedings of the Physiology Working Group Technical Session. Duryea, M. L. y Brown, G. N. (eds.). pp. 247-257.
- Gómez P., A., C. Vázquez Y. y S. Guevara. 1972. The tropical rain forest: a non-renewable. Resource, Science 177 (4051):762-765.
- González E., M., P. F. Quintana A., N. Ramírez M. y P. Gaytán G. 1991. Secondary succession in disturbed *Pinus-Quercus* forests in the highlands of Chiapas, Mexico. Journal of Vegetation Science. 2:351-360.

- González E., M., P. F. Quintana A. y N. Ramírez M. 1992. La demanda de recursos naturales y la alteración de la estructura y diversidad de los bosques tropicales. *Ciencia* 43: 53-55.
- Gordon, D. T. 1970. Natural regeneration of white and red fir... influence of several factors. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. USDA Forest Service Research Paper PSW-58. U. S. A. 32 p.
- Gratkowski, H. 1967. Ecological consideration in brush control. En: *Herbicides and vegetation management in forests, ranges, and noncrop lands. Symposium Proceedings.* O. S. U. Corvallis, OR. pp 124-140.
- Greaves, R. D., R. K. Hermann y B. D. Cleary. 1978. Ecological principles. En: *Regenerating Oregon's Forest.* B. D. Cleary, R. D. Greaves y R. K. Hermann (eds.). Oregon State University Extension Service Corvallis, Oregon. U. S. A. pp. 7-26.
- Grime, J. P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes.* 1a. reimpression. Ed. John Wiley & Sons. England. 222 p.
- Halpern, C. B., P. M. Frenzen, J. E. Means y J. F. Franklin. 1990. Plant succession in areas of scorched and blown-down forest after the 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington. *Journal of Vegetation Science.* 1:181-194.
- Halpern, C. B. 1989. Early successional patterns of forest species: interactions of life history traits and disturbance. *Ecology* 70(3):704-720.
- Halpern, C. B. y J. F. Franklin. 1990. Physiognomic development of *Pseudotsuga* forest in relation to initial structure and disturbance intensity. *Journal of Vegetation Science* 1:475-482.
- Halpern, C. B. y J. F. Franklin. 1992. Changes in plant species diversity after harvest of Douglas-fir forests. *The Northwest Environmental Journal.* 8 (1): 206-207.
- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants.* Academic Press. U. S. A. 891 p.
- Hocker J., H. W. 1984. *Biología Forestal.* 1a. edición. A.G.T. Editor S. A. México. 446 p.
- Horn, H. S. 1981. Some causes of variety in patterns of secondary succession. En: *Forest Succession: Concepts and Application.* Editores: D. C. West, H. H. Shugar and D. B. Botkin. Springer - Verlag, Berlin y Nueva York. pp 24-35.

- INEGI. 1994. Anuario Estadístico del Estado de Coahuila. Gobierno de Coahuila. Edición 1994. México. 339 p.
- INEGI. 1996. Anuario Estadístico 95 de los Estados Unidos Mexicanos. Edición 1995. México. 790 p.
- Jardel P., E. y L. R. Sánchez V. 1989. La sucesión forestal: fundamento ecológico de la silvicultura. *Ciencia y Desarrollo*. XIV (81): 33-43.
- Keever, C. 1950. Causes of Succession on Old Fields of the Piedmont, North Carolina. *Ecology Monogr.* 54: 187-211. U. S. A.
- Kreebs, C. J. 1978. *Ecología*. 2a. edición. Editorial HARLA. México. 753 p.
- Lavender, D. P. y M. Newton. 1985. Forest regeneration and forest health. En: *Impacts de l'Homme sur la Forêt, Symposium IUFRO, Strasburg (France) 17-22 sept, 1984, Paris 1985 (les Colloques de l'INRA, No. 30)*. pp 215-235.
- Lorimer, C. G. 1991. Comportamiento y manejo de incendios forestales. En: *Introducción a la Ciencias Forestales*. Raymond A. Young, compilador. 1a. edición. Editorial LIMUSA. México. pp 411-469.
- Maguire, W. P. 1955. Radiation, surface temperature and seedling survival. *Forest Science*. 1 (4): 277-285.
- Mueller D., D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. 1a. edición. John Wiley & Sons. U. S. A. 547 p.
- Musálem S., M. A., A. Velásquez M, y M. González G. 1991. Repoblación natural de bosques templados-fríos en la región central de México. *Agrociencia* (3): 55-75.
- Newton, M. 1973 a. Forest rehabilitation in North America: some simplifications. *Journal of Forestry*. 71 (3).
- Newton, M. 1973 b. Environmental management for seedling establishment Research Paper 16. April 1973. Forest Research Laboratory. Oregon State University. Corvallis, Oregon. U. S. A. 5 p.
- Ohlson, M. y O. Zackrisson. 1992. Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. *Canadian Journal For. Res.* 22: 1869-1877.
- Oliver, C. D. 1981. Forest development in North America following major disturbances. *Forest Ecology and Management*, 3:153-168.

- Oliver, C. D. 1982. Stand development-its uses and methods of study. En: Forest succession and stand development research in the Northwest. Joseph E. Means (eds.). Proceedings of the Symposium held 26 March 1981. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis Oregon. pp. 100-112. U. S. A.
- Perry, D. A. 1994. Forest Ecosystems. The Johns Hopkins University Press. U. S. A. pp 101-127.
- Pla, L. E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Washington, D. C. EE. UU. 93 p.
- Pyne, S.J., Andrews, P. L. y Laven, R. D. 1996. Introduction to Wildland Fire. 2a. edición. John Wiley & Sons. Inc. U. S. A. 753 p.
- Quintana A., P. F. y M. González E. 1993. Afinidad fitogeográfica y papel sucesional de la flora leñosa de los bosques de pino-encino de los Altos de Chiapas, México. Acta Botánica Mexicana 21:43-57.
- Radosevich, S. R. y K. Oster Y. 1987. Principles governing plant-environment interactions. En: Forest Vegetation Management for Conifer Production. J. D. Walstad y P. J. Kuch (eds.). John Wiley & Sons. U. S. A. pp 105-156.
- Reyna O., E. M. 1998. Evaluación de la regeneración natural de coníferas en el área incendiada en 1975, en la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. U. A. A. A. N. México. 101 p.
- Rogers, P. 1996. Disturbance ecology and forest management: a review of the literature. USDA. Forest Service. Intermountain Research Station. General Technical Report INT-GTR-336. U. S. A. 16 p.
- Runckle, J. R. 1985. Disturbance regimes in temperate forests. En: The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Editores: S. T. A. Pickett y P. S. White. 1a. edición. Academic Press, Inc. U. S. A. pp 17-33.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. 1a. edición. Editorial LIMUSA, S. A. México. 432 p.
- SARH. 1985. Inventario Forestal del Estado de Coahuila. Publicación Especial No. 51. México. 79 p.
- Siyag, P. R. 1998. The Afforestation Manual. Technology & Management. Published by Hema Siyag for TreeCraft Communications. Thomson Press (India) Ltd, New Delhi.

- Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1982. Ecología Forestal. AGT. Editores, S. A. México. 690 p.**
- Stewart, R. E. y W. P. Wheeler. 1969. Forest Regeneration Practices in the United States. O. S. U. Book Stores, Inc. Corvallis, Oregon. U. S. A. 79 p.**
- Waring, R. H. y H. S. William. 1985. Susceptibility and response of forest to natural agents of disturbance. En: Forest Ecosystems. Concepts and Management. Academic Press, Inc. U. S. A. pp 211-238.**
- Wenger, K. L. 1984. Forestry Handbook. 2a. edición. John Wiley & Sons. Estados Unidos de América. 1335 p.**
- White, P. S. y S. T. A. Pickett. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. En: The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Editores: S. T. A. Pickett and P. S. White. 1a. edición. Academic Press, Inc. U. S. A. pp 3-13.**

# APÉNDICE

```

* pend = pendiente
* alt = altitud
* suelo = profundidad de suelo
* pedg = pedregrosidad
* text = textura
* esp = especies
* altur = altura de planta
* dbas1 = dbasal2 dbas3 dc1 dc2 ver
*****;

```

```

data a;
infile 'c:\sas\user\araca\lconi.dat';
input area lin sitio fr fs expo pend alt suelo pedg tx esp
      altur dbas1 dbasal2 dbas3 dc1 dc2 ver @@;
dbasal1 = dbas1/10; * transformacion de mm a cm;
dbasal3 = dbas3/10; * transformacion de mm a cm;
if ver=. or ver=0 then ver=1;
if dc1=. then dc1=1;
if dc2=. then dc2=1;
co=(dc1+dc2)/2;
cobb=co*co*3.14159265/4;
if dbasal1=. and dbasal2=. and dbasal3=. then c1=1;
cobb2=(cobb/5)*c1;
if br=1 then text=1; if br=2 then text=7; if br=3 then text=5; if br=4 then text=8; if br=5 then text=2; if br=6 then text=6; if br=7 then text=3; if br=8 then text=4;
* cond r=1;
* conf j=2;
* cond m=3;
* cond x=4;
if dbasal2=. and dbasal3=. then cond=1; "r";
if dbasal1=. and dbasal3=. then cond=3; "m";
if dbasal1=. and dbasal2=. then cond=2; "j";
if esp=2 and dbasal1=. and dbasal2=. and dbasal3=. then cond=1; "r";
if esp=. and dbasal1=. and dbasal2=. and dbasal3=. then cond=4; "x";
if dbasal1=. and dbasal2=. then dbasal=dbasal3;
else if dbasal1=. and dbasal3=. then dbasal=dbasal2;
else if dbasal2=. and dbasal3=. then dbasal=dbasal1;
if esp=2 and dbasal=. then do;
dbasal=cob2;
end;
altura =.;
if altur=. and cond=2 then altura=500; "j";
else if altur=. and cond=3 then altura=1000; "m";
else altura=altur;
if esp=. then esp=0;
if altur=. and cond=1 then altura=1;
if fs=1 or fs=14 or fs=27 then dfs=300; else if fs=2 or fs=15 or fs=28 then dfs=250; else if fs=3 or fs=16 or fs=29 then dfs=200;
else if fs=4 or fs=17 or fs=30 then dfs=150; else if fs=5 or fs=18 or fs=31 then dfs=100; else if fs=6 or fs=19 or fs=32 then dfs=50;
else if fs=7 or fs=20 or fs=33 then dfs=0; else if fs=8 or fs=21 or fs=34 then dfs=50; else if fs=9 or fs=22 or fs=35 then dfs=100;
else if fs=10 or fs=23 or fs=36 then dfs=150; else if fs=11 or fs=24 or fs=37 then dfs=200; else if fs=12 or fs=25 or fs=38 then dfs=250;
else if fs=13 or fs=26 or fs=39 then dfs=300;
cod=1;
if fr=1 then cod=-1;
else if fr=3 then cod=1;
dfs=dfs*cod;
ireg = altur/ver; * indice de regeneracion;
am2=(dbasal*dbasal*3.14159265)/4;
drop tx dc1 dc2 dbas1 dbas3 dbasal1 dbasal2 dbasal3 c1 co cob2 altur fs;
if esp=7 then delete;

run;
proc sort data=a;
by area lin sitio fr dfs expo pend alt suelo pedg text esp cond;

proc means data=a mean noprint;
by area lin sitio fr dfs expo pend alt suelo pedg text esp cond;
var altura dbasal cobb ver ireg am2;

```

```

output out=new mean= altura dbasal cobb var ireg am2;
run;

data amean;
set anew;
nind=_FREQ_;
cob=cobb*nind;
drop _TYPE_ _FREQ_;
run;

/*
proc means data=a;
title 'base de datos con1.dat';
*proc print data=a;
proc means data=amean;
title 'promedios de con1.dat';
*/

data b;
infile 'c:\sas\sasuser\araceli\vegsec.dat';
input area lin sitio fr fs expo pend alt suelo pedg tx esp2
      nind2 altura2 dc1veg dc2veg dbase @@;
co2=(dc1veg+dc2veg)/2;
cobbb=co2*co2*3.141592654;
* esp=0;
if altura2=. then altura2=1;
if bc=1 then text=1; if bc=2 then text=7; if bc=3 then text=5; if bc=4 then text=8; if bc=5 then text=2; if bc=6 then text=6; if bc=7 then text=3; if bc=8 then text=4;
** prediccion de un segmento con cobveg=., esp2=70;
if cobbb=. then do;
cobbb= 15880.20074 -177.20871*dbase;
pred = 15880.20074 -177.20871*dbase;
end;
if cobbb<0 then cobbb=0; *Eliminar numeros negativos;
if fs=1 or fs=14 or fs=27 then dfs=300; else if fs=2 or fs=15 or fs=28 then dfs=250; else if fs=3 or fs=16 or fs=29 then dfs=200;
else if fs=4 or fs=17 or fs=30 then dfs=150; else if fs=5 or fs=18 or fs=31 then dfs=100; else if fs=6 or fs=19 or fs=32 then dfs=50;
else if fs=7 or fs=20 or fs=33 then dfs=0; else if fs=8 or fs=21 or fs=34 then dfs=50; else if fs=9 or fs=22 or fs=35 then dfs=100;
else if fs=10 or fs=23 or fs=36 then dfs=150; else if fs=11 or fs=24 or fs=37 then dfs=200; else if fs=12 or fs=25 or fs=38 then dfs=250;
else if fs=13 or fs=26 or fs=39 then dfs=300;
* drop tx dbase dc1veg dc2veg;
drop tx dbase pred dc1veg dc2veg fs co2;
run;

proc sort data=b;
by area lin sitio fr dfs expo pend alt suelo pedg text esp2;
proc means mean sum noprint;
by area lin sitio fr dfs expo pend alt suelo pedg text esp2;
var nind2 altura2 cobbb;
output out=bnew mean= nind2 altura2 cobbb
      sum= sind2 saaltura2 scobbbb;
run;

data bmean;
set bnew;
cobveg=cobbb*sind2;
drop _TYPE_ _FREQ_ nind2 saaltura2 scobbbb;
cnd1=0; cnd2=0; cnd3=0;
if esp2=1 then cnd2=cobveg;
else if esp2=2 then cnd3 =cobveg; else if esp2=3 then cnd3 =cobveg; else if esp2=4 then cnd3 =cobveg; else if esp2=5 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=6 then cnd3 =cobveg; else if esp2=7 then cnd2 =cobveg; else if esp2=8 then cnd3 =cobveg; else if esp2=9 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=10 then cnd3 =cobveg; else if esp2=11 then cnd3 =cobveg; else if esp2=12 then cnd3 =cobveg; else if esp2=13 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=14 then cnd2 =cobveg; else if esp2=15 then cnd3 =cobveg; else if esp2=16 then cnd1 =cobveg; else if esp2=17 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=18 then cnd3 =cobveg; else if esp2=19 then cnd3 =cobveg; else if esp2=20 then cnd3 =cobveg; else if esp2=21 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=22 then cnd3 =cobveg; else if esp2=23 then cnd3 =cobveg; else if esp2=24 then cnd3 =cobveg; else if esp2=25 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=26 then cnd3 =cobveg; else if esp2=27 then cnd1 =cobveg; else if esp2=28 then cnd3 =cobveg; else if esp2=29 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=30 then cnd3 =cobveg; else if esp2=31 then cnd3 =cobveg; else if esp2=32 then cnd3 =cobveg; else if esp2=33 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=34 then cnd3 =cobveg; else if esp2=35 then cnd3 =cobveg; else if esp2=36 then cnd3 =cobveg; else if esp2=37 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=38 then cnd3 =cobveg; else if esp2=39 then cnd3 =cobveg; else if esp2=40 then cnd1 =cobveg; else if esp2=41 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=42 then cnd3 =cobveg; else if esp2=43 then cnd3 =cobveg; else if esp2=44 then cnd3 =cobveg; else if esp2=45 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=46 then cnd3 =cobveg; else if esp2=47 then cnd3 =cobveg; else if esp2=48 then cnd3 =cobveg; else if esp2=49 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=50 then cnd2 =cobveg; else if esp2=51 then cnd3 =cobveg; else if esp2=52 then cnd3 =cobveg; else if esp2=53 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=54 then cnd3 =cobveg; else if esp2=55 then cnd3 =cobveg; else if esp2=56 then cnd3 =cobveg; else if esp2=57 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=58 then cnd3 =cobveg; else if esp2=59 then cnd3 =cobveg; else if esp2=60 then cnd3 =cobveg; else if esp2=61 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=62 then cnd3 =cobveg; else if esp2=63 then cnd3 =cobveg; else if esp2=64 then cnd3 =cobveg; else if esp2=65 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=66 then cnd2 =cobveg; else if esp2=67 then cnd3 =cobveg; else if esp2=68 then cnd3 =cobveg; else if esp2=69 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=70 then cnd1 =cobveg; else if esp2=71 then cnd3 =cobveg; else if esp2=72 then cnd2 =cobveg; else if esp2=73 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=74 then cnd2 =cobveg; else if esp2=75 then cnd3 =cobveg; else if esp2=76 then cnd3 =cobveg; else if esp2=77 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=78 then cnd3 =cobveg; else if esp2=79 then cnd3 =cobveg; else if esp2=80 then cnd3 =cobveg; else if esp2=81 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=82 then cnd3 =cobveg; else if esp2=83 then cnd3 =cobveg; else if esp2=84 then cnd1 =cobveg; else if esp2=85 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=86 then cnd3 =cobveg; else if esp2=87 then cnd3 =cobveg; else if esp2=88 then cnd2 =cobveg; else if esp2=89 then cnd3 =cobveg;

```

```

else if esp2=90 then cnd2 =cobveg; else if esp2=91 then cnd3 =cobveg; else if esp2=92 then cnd3 =cobveg; else if esp2=93 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=94 then cnd3 =cobveg; else if esp2=95 then cnd3 =cobveg; else if esp2=96 then cnd3 =cobveg; else if esp2=97 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=98 then cnd3 =cobveg; else if esp2=99 then cnd3 =cobveg; else if esp2=100 then cnd3 =cobveg; else if esp2=101 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=102 then cnd3 =cobveg; else if esp2=103 then cnd3 =cobveg; else if esp2=104 then cnd3 =cobveg; else if esp2=105 then cnd1 =cobveg;
else if esp2=106 then cnd3 =cobveg; else if esp2=107 then cnd3 =cobveg; else if esp2=108 then cnd3 =cobveg; else if esp2=109 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=110 then cnd1 =cobveg; else if esp2=111 then cnd2 =cobveg; else if esp2=112 then cnd2 =cobveg; else if esp2=113 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=114 then cnd3 =cobveg; else if esp2=115 then cnd3 =cobveg; else if esp2=116 then cnd3 =cobveg; else if esp2=117 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=118 then cnd3 =cobveg; else if esp2=119 then cnd3 =cobveg; else if esp2=120 then cnd3 =cobveg; else if esp2=121 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=122 then cnd2 =cobveg; else if esp2=123 then cnd2 =cobveg; else if esp2=124 then cnd3 =cobveg; else if esp2=125 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=126 then cnd3 =cobveg; else if esp2=127 then cnd3 =cobveg; else if esp2=128 then cnd1 =cobveg; else if esp2=129 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=130 then cnd2 =cobveg; else if esp2=131 then cnd3 =cobveg; else if esp2=132 then cnd2 =cobveg; else if esp2=133 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=134 then cnd3 =cobveg; else if esp2=135 then cnd3 =cobveg; else if esp2=136 then cnd2 =cobveg; else if esp2=137 then cnd3 =cobveg;
else if esp2=138 then cnd2 =cobveg; else if esp2=139 then cnd2 =cobveg; else if esp2=140 then cnd2 =cobveg; else if esp2=141 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=142 then cnd3 =cobveg; else if esp2=143 then cnd2 =cobveg; else if esp2=144 then cnd2 =cobveg; else if esp2=145 then cnd1 =cobveg;
else if esp2=146 then cnd2 =cobveg; else if esp2=147 then cnd2 =cobveg; else if esp2=148 then cnd2 =cobveg; else if esp2=149 then cnd2 =cobveg;
else if esp2=150 then cnd3 =cobveg; else if esp2=151 then cnd2 =cobveg; else if esp2=152 then cnd2 =cobveg; else if esp2=153 then cnd3 =cobveg;

run;

proc sort data=bmean;
  by area sitio; * fr dfs expo pend alt suelo pedg text esp2;
proc means sum noprint;
  by area sitio; * fr dfs expo pend alt suelo pedg text esp2;
var cnd1 cnd2 cnd3;
  output out=nuevo sum= scnd1 scnd2 scnd3;
run;

proc sort data=bmean;
  by area sitio;

proc sort data=nuevo;
  by area sitio;
run;

data junto;
merge bmean nuevo;
  by area sitio;
run;

/*
proc print data=bmean;
  var area lin sitio fr dfs expo pend2 alt suelo pedg text esp2 sind2
  altura2 cobveg;
run;
*/

/*
PROC MEANS DATA=B;
  title 'base de datos vegsec.dat';
*proc print data=b;
  * title '';
proc means data=bmean;
  title 'promedios de vegsec.dat';
run;
*/

proc sort data=amean;
  by area lin sitio fr dfs expo pend alt suelo pedg text ;
run;
proc sort data=junto;
  by area lin sitio fr dfs expo pend alt suelo pedg text ;
run;

***** Obtencion de base de datos conf.dat *****;
data c;
merge amean junto;
  by area lin sitio fr dfs expo pend alt suelo pedg text ;
  pend2=0;
  if pend=4 then pend2=2.2;
  else if pend=5 then pend2=2.8; else if pend=7 then pend2=4.0; else if pend=10 then pend2=5.8; else if pend=12 then pend2=6.9;
  else if pend=13 then pend2=7.4; else if pend=15 then pend2=8.5; else if pend=17 then pend2=9.6; else if pend=19 then pend2=10.8;
  else if pend=20 then pend2=11.4; else if pend=21 then pend2=11.8; else if pend=22 then pend2=12.4; else if pend=24 then pend2=13.4;
  else if pend=25 then pend2=14.0; else if pend=27 then pend2=15.0; else if pend=28 then pend2=15.5; else if pend=29 then pend2=16.1;
  else if pend=30 then pend2=16.8; else if pend=32 then pend2=17.8; else if pend=34 then pend2=18.8; else if pend=35 then pend2=19.2;
  else if pend=36 then pend2=19.7; else if pend=37 then pend2=20.4; else if pend=39 then pend2=21.4; else if pend=40 then pend2=21.8;
  else if pend=42 then pend2=22.8; else if pend=43 then pend2=23.2; else if pend=44 then pend2=23.8; else if pend=45 then pend2=24.2;
  else if pend=46 then pend2=24.8; else if pend=47 then pend2=25.1; else if pend=48 then pend2=25.8; else if pend=50 then pend2=26.5;
  else if pend=52 then pend2=27.4; else if pend=55 then pend2=28.9; else if pend=56 then pend2=29.4; else if pend=58 then pend2=30.1;
  else if pend=60 then pend2=31.0; else if pend=65 then pend2=33.0; else if pend=70 then pend2=35.0; else if pend=75 then pend2=36.8;
  else if pend=80 then pend2=38.7; else if pend=83 then pend2=39.5; else if pend=85 then pend2=40.5; else if pend=90 then pend2=42.0;

```

```

if area=1 and expo=1 then expo2=25+pend2;
else if area=1 and expo=2 then expo2=25+pend2;
else if area=2 and expo=1 then expo2=25+pend2;
else if area=2 and expo=4 then expo2=25+pend2;
else if area=3 and expo=3 then expo2=25+pend2;
else if area=4 and expo=2 then expo2=25+pend2;
else if area=5 and expo=1 then expo2=25+pend2;
else if area=5 and expo=4 then expo2=25+pend2;
drop expo pend;

run;

/*
proc sort data=c; by area esp;
proc freq data=c; by area esp;
tables esp2/list;
run;
*/

****arreglo;
data arreglo;
set c;
e1=0; e2=0; e3=0; e4=0; e5=0; e6=0; e7=0; e8=0; e9=0; e10=0; e11=0; e12=0; e13=0; e14=0; e15=0;
e16=0; e17=0; e18=0; e19=0; e20=0; e21=0; e22=0; e23=0; e24=0; e25=0; e26=0; e27=0; e28=0; e29=0; e30=0;
e31=0; e32=0; e33=0; e34=0; e35=0; e36=0; e37=0; e38=0; e39=0; e40=0; e41=0; e42=0; e43=0; e44=0; e45=0;
e46=0; e47=0; e48=0; e49=0; e50=0; e51=0; e52=0; e53=0; e54=0; e55=0; e56=0; e57=0; e58=0; e59=0; e60=0;
e61=0; e62=0; e63=0; e64=0; e65=0; e66=0; e67=0; e68=0; e69=0; e70=0; e71=0; e72=0; e73=0; e74=0; e75=0;
e76=0; e77=0; e78=0; e79=0; e80=0; e81=0; e82=0; e83=0; e84=0; e85=0; e86=0; e87=0; e88=0; e89=0; e90=0;
e91=0; e92=0; e93=0; e94=0; e95=0; e96=0; e97=0; e98=0; e99=0; e100=0; e101=0; e102=0; e103=0; e104=0;
e105=0; e106=0; e107=0; e108=0; e109=0; e110=0; e111=0; e112=0; e113=0; e114=0; e115=0; e116=0; e117=0; e118=0;
e119=0; e120=0; e121=0; e122=0; e123=0; e124=0; e125=0; e126=0; e127=0; e128=0; e129=0; e130=0; e131=0; e132=0;
e133=0; e134=0; e135=0; e136=0; e137=0; e138=0; e139=0; e140=0; e141=0; e142=0; e143=0; e144=0; e145=0; e146=0;
e147=0; e148=0; e149=0; e150=0; e151=0; e152=0; e153=0;
if esp2=1 then e1=cobveg;
else if esp2=2 then e2=cobveg; else if esp2=3 then e3=cobveg; else if esp2=4 then e4=cobveg; else if esp2=5 then e5=cobveg;
else if esp2=6 then e6=cobveg; else if esp2=7 then e7=cobveg; else if esp2=8 then e8=cobveg; else if esp2=9 then e9=cobveg;
else if esp2=10 then e10=cobveg; else if esp2=11 then e11=cobveg; else if esp2=12 then e12=cobveg; else if esp2=13 then e13=cobveg;
else if esp2=14 then e14=cobveg; else if esp2=15 then e15=cobveg; else if esp2=16 then e16=cobveg; else if esp2=17 then e17=cobveg;
else if esp2=18 then e18=cobveg; else if esp2=19 then e19=cobveg; else if esp2=20 then e20=cobveg; else if esp2=21 then e21=cobveg;
else if esp2=22 then e22=cobveg; else if esp2=23 then e23=cobveg; else if esp2=24 then e24=cobveg; else if esp2=25 then e25=cobveg;
else if esp2=26 then e26=cobveg; else if esp2=27 then e27=cobveg; else if esp2=28 then e28=cobveg; else if esp2=29 then e29=cobveg;
else if esp2=30 then e30=cobveg; else if esp2=31 then e31=cobveg; else if esp2=32 then e32=cobveg; else if esp2=33 then e33=cobveg;
else if esp2=34 then e34=cobveg; else if esp2=35 then e35=cobveg; else if esp2=36 then e36=cobveg; else if esp2=37 then e37=cobveg;
else if esp2=38 then e38=cobveg; else if esp2=39 then e39=cobveg; else if esp2=40 then e40=cobveg; else if esp2=41 then e41=cobveg;
else if esp2=42 then e42=cobveg; else if esp2=43 then e43=cobveg; else if esp2=44 then e44=cobveg; else if esp2=45 then e45=cobveg;
else if esp2=46 then e46=cobveg; else if esp2=47 then e47=cobveg; else if esp2=48 then e48=cobveg; else if esp2=49 then e49=cobveg;
else if esp2=50 then e50=cobveg; else if esp2=51 then e51=cobveg; else if esp2=52 then e52=cobveg; else if esp2=53 then e53=cobveg;
else if esp2=54 then e54=cobveg; else if esp2=55 then e55=cobveg; else if esp2=56 then e56=cobveg; else if esp2=57 then e57=cobveg;
else if esp2=58 then e58=cobveg; else if esp2=59 then e59=cobveg; else if esp2=60 then e60=cobveg; else if esp2=61 then e61=cobveg;
else if esp2=62 then e62=cobveg; else if esp2=63 then e63=cobveg; else if esp2=64 then e64=cobveg; else if esp2=65 then e65=cobveg;
else if esp2=66 then e66=cobveg; else if esp2=67 then e67=cobveg; else if esp2=68 then e68=cobveg; else if esp2=69 then e69=cobveg;
else if esp2=70 then e70=cobveg; else if esp2=71 then e71=cobveg; else if esp2=72 then e72=cobveg; else if esp2=73 then e73=cobveg;
else if esp2=74 then e74=cobveg; else if esp2=75 then e75=cobveg; else if esp2=76 then e76=cobveg; else if esp2=77 then e77=cobveg;
else if esp2=78 then e78=cobveg; else if esp2=79 then e79=cobveg; else if esp2=80 then e80=cobveg; else if esp2=81 then e81=cobveg;
else if esp2=82 then e82=cobveg; else if esp2=83 then e83=cobveg; else if esp2=84 then e84=cobveg; else if esp2=85 then e85=cobveg;
else if esp2=86 then e86=cobveg; else if esp2=87 then e87=cobveg; else if esp2=88 then e88=cobveg; else if esp2=89 then e89=cobveg;
else if esp2=90 then e90=cobveg; else if esp2=91 then e91=cobveg; else if esp2=92 then e92=cobveg; else if esp2=93 then e93=cobveg;
else if esp2=94 then e94=cobveg; else if esp2=95 then e95=cobveg; else if esp2=96 then e96=cobveg; else if esp2=97 then e97=cobveg;
else if esp2=98 then e98=cobveg; else if esp2=99 then e99=cobveg; else if esp2=100 then e100=cobveg; else if esp2=101 then e101=cobveg;
else if esp2=102 then e102=cobveg; else if esp2=103 then e103=cobveg; else if esp2=104 then e104=cobveg; else if esp2=105 then e105=cobveg;
else if esp2=106 then e106=cobveg; else if esp2=107 then e107=cobveg; else if esp2=108 then e108=cobveg; else if esp2=109 then e109=cobveg;
else if esp2=110 then e110=cobveg; else if esp2=111 then e111=cobveg; else if esp2=112 then e112=cobveg; else if esp2=113 then e113=cobveg;
else if esp2=114 then e114=cobveg; else if esp2=115 then e115=cobveg; else if esp2=116 then e116=cobveg; else if esp2=117 then e117=cobveg;
else if esp2=118 then e118=cobveg; else if esp2=119 then e119=cobveg; else if esp2=120 then e120=cobveg; else if esp2=121 then e121=cobveg;
else if esp2=122 then e122=cobveg; else if esp2=123 then e123=cobveg; else if esp2=124 then e124=cobveg; else if esp2=125 then e125=cobveg;
else if esp2=126 then e126=cobveg; else if esp2=127 then e127=cobveg; else if esp2=128 then e128=cobveg; else if esp2=129 then e129=cobveg;
else if esp2=130 then e130=cobveg; else if esp2=131 then e131=cobveg; else if esp2=132 then e132=cobveg; else if esp2=133 then e133=cobveg;
else if esp2=134 then e134=cobveg; else if esp2=135 then e135=cobveg; else if esp2=136 then e136=cobveg; else if esp2=137 then e137=cobveg;
else if esp2=138 then e138=cobveg; else if esp2=139 then e139=cobveg; else if esp2=140 then e140=cobveg; else if esp2=141 then e141=cobveg;
else if esp2=142 then e142=cobveg; else if esp2=143 then e143=cobveg; else if esp2=144 then e144=cobveg; else if esp2=145 then e145=cobveg;
else if esp2=146 then e146=cobveg; else if esp2=147 then e147=cobveg; else if esp2=148 then e148=cobveg; else if esp2=149 then e149=cobveg;
else if esp2=150 then e150=cobveg; else if esp2=151 then e151=cobveg; else if esp2=152 then e152=cobveg; else if esp2=153 then e153=cobveg;

run;

****diversidad;
data div;
set arreglo;
if area=1 and sitio=1 then diver=8; if area=1 and sitio=2 then diver=7; if area=1 and sitio=3 then diver=7;

```



## **Apéndice 2. Codificaciones empleadas en los programas de SAS.**

Para el procesamiento de los datos, se crearon dos bases de datos utilizando el programa SPFPC. Se generaron las bases de datos, para las coníferas y para la vegetación secundaria. Para poder utilizar los datos en el programa de SAS se procedió a darles un formato adecuado y una codificación para las variable que así lo requerían.

1) Los datos de las coníferas fueron vaciados en el orden: área, línea, sitio, franja, distancia a la fuente semilla, exposición, pendiente, altitud, profundidad del suelo, pedregosidad, textura, especie, altura de la planta, diámetro basal (solo regeneración), diámetro a la altura de pecho (adultos), diámetro a los 30 cm de altura (juveniles), diámetro de copa 1, diámetro de copa 2, verticilos. Los datos de la "vegetación secundaria" fueron vaciados en el orden: área, línea, sitio, franja, distancia a la fuente semilla, exposición, pendiente, altitud, profundidad del suelo, pedregosidad, textura, especie, número de individuos, altura de planta, diámetro de copa 1, diámetro de copa 2.

2) La condición de las coníferas (cond), se generó a partir de las variables referidas al diámetro basal, siendo cuatro condiciones: cond1=regeneración, cond2=juveniles, cond3=adultos y cond4=sin regeneración.

3) La distancia a la fuente de semilla (dfs), se generó con el número de sitio y se le asignaron valores de 300, 250, 200, 150, 100, 50 m y 0 según correspondía.

4) Para la vegetación secundaria se generó la condición de árbol, arbusto y hierba (cnd1, cnd2 y cnd3, respectivamente), asignándose estas condiciones a cada una de las 153 especies que constituyeron la vegetación secundaria (esp2 = 1 - 153). Además se les asignó su valor de cobertura de acuerdo a la especie de correspondiente y se generaron 153 variables.

5) Se procedió a realizar los cálculos correspondientes a partir de los datos de campo e igualar las unidades de éstos, para que las variables obtenidas presentaran las mismas unidades métricas, también se arreglaron los espacios vacíos (sitios donde no se presentó regeneración de coníferas), asignándose un punto en la base de datos.

6) Las bases de datos (coníferas y vegetación secundaria) se unieron por medio de la opción merge y para las variables área y sitio.

7) A partir de las 153 especies que constituyeron a la vegetación secundaria, se generó un listado que contiene únicamente a las especies que tienen algún efecto sobre la regeneración natural de coníferas y que son comunes en toda el área de estudio.

#### Listado de especies de la vegetación secundaria (e1 – e153):

##### Fuente de semilla La Efigenia.

Especie: *Pice*  
e1, e4, e7, e13, e14, e16, e17, e36, e40, e50, e71, e118, e121, e122, e123, e124, e125, e127, e128

Especie: *Jusa*  
e16, e31, e50, e60, e71, e102, e118, e121, e122, e123, e124, e125, e126, e127, e128, e129, e130, e131, e132, e133, e134, e135, e136, e137, e138, e138, e139, e140, e141, e142, e143, e144, e145, e146, e147, e148, e149, e150, e151

##### Fuente de semilla Bosques de Monterreal

Sin especie de conífera:  
e1, e4, e7, e9, e10, e14, e16, e17, e21, e31, e60, e62, e66, e67, e70, e79, e80, e83, e88, e91, e97, e110, e119, e120

Especie: *Piha*  
e7, e8, e9, e14, e16, e17, e21, e40, e59, e60, e62, e66, e70, e71, e80, e88, e91, e153

Especie: *Psfl*  
e1, e4, e7, e8, e9, e14, e16, e17, e27, e31, e32, e40, e59, e60, e62, e63, e66, e70, e71, e74, e80, e85, e86, e88, e91, e102, e113

**Especie: *Ab ve***

**e9, e14, e16, e17, e27, e31, e32, e59, e60, e66, e70, e71, e80, e88, e91, e102**

**Especie: *Pi ay***

**e31, e59, e60, e62, e66, e71, e74, e80, e85, e88, e91, e102, e116, e118**

**Fuente de semilla La Moneda**

**Sin especie de conífera:**

**e7, e9, e14, e16, e17, e27, e60, e66, e70, e74, e88, e91, e110**

**Especie: *Pi ha***

**e7, e8, e9, e14, e16, e17, e31, e59**

**Especie: *Ps fl***

**e4, e7, e9, e14, e16, e17, e31, e60, e70, e88**

**Especie: *Ab ve***

**e8, e9, e16, e17, e31, e59, e60, e63, e70, e71, e88, e102**

**Especie: *Pi ay***

**e7, e9, e14, e16, e17, e27, e31, e59, e60, e62, e63, e66, e67, e70, e71, e74, e83, e85, e88, e89, e91, e97, e102, e107, e108, e109, e110, e111, e112, e113, e114, e115, e116, e121**

**Fuente de semilla Renacer de la Sierra**

**Sin especie de conífera:**

**e3, e4, e8, e9, e10, e14, e17, e31, e32, e33, e34, e37, e53, e54, e58, e59, e60, e61, e62, e63, e64, e65, e66, e67, e68, e70, e71, e72, e73, e74, e75, e76, e77, e78, e79, e80, e81, e83, e84, e92, e93, e94, e95, e96, e97, e98, e99, e100, e101, e102, e103**

**Especie: *Pi ha***

**e8**

**Especie: *Ps fl***

**e4, e8, e9, e17, e31, e58, e59, e61, e63, e66, e67, e70, e85, e100, e103**

**Especie: *Ab ve***

**e4, e8, e9, e10, e14, e16, e17, e19, e25, e27, e31, e32, e33, e34, e35, e37, e53, e57, e58, e59, e60, e61, e62, e63, e64, e65, e66, e67, e68, e70, e71, e72, e73, e74, e79, e84, e85, e86, e87, e88, e94, e102, e103, e105**

**Especie: *Pi ay***

**e33, e37, e57**

**Especie: *Pi cu***

**e14, e17, e19, e27, e31, e32, e58, e59, e60, e61, e62, e63, e64, e66, e67, e68, e70, e71, e72, e73, e74, e80, e85, e86, e88, e89, e90, e91, e100, e102, e103, e104**

**Especie: *Pi en me***

**e57, e58, e59, e60, e61, e62, e63, e64, e66, e67, e68, e69, e70, e71, e73, e86, e87, e88, e89, e102, e103, e106**

**Fuente de semilla El Cedral**

Sin especie de conifera:

e121, e152

Especie: *Pi ha*

e1

Especie: *Ps fl*

e1, e2, e3, e5, e6, e7, e8, e9, e10, e14, e16, e17, e18, e19, e21, e22, e23, e31, e32, e33, e35, e40, e42, e46, e47, e82, e121, e152

Especie: *Pi gr*

e1, e3, e4, e5, e6, e7, e8, e9, e10, e11, e12, e13, e14, e15, e16, e17, e18, e19, e110, e152

# Apéndice 3. Programa en SAS para Análisis Multivariado por Componentes Principales y para Regresión Lineal Múltiple.

## Programa de Componentes Principales:

```
*ACP.SAS;
/*
proc print data=arreglo;
title 'Base de datos concentrada < CONFIF + VEGSEC >;
run;
*/

*** ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES ***;
*** PROMEDIOS ***;
data a1e1;
set div;
* if area=1 and esp=1;
* if cond=J or cond=I or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp= or esp=0 then delete;
proc princomp data=a1e1 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver e16 e17 e118 e123 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=1, esp=1';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a1e2;
set div;
* if area=1 and esp=2;
* if cond=J or cond=I or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp= or esp=0 then delete;
proc princomp data=a1e2 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver e16 e31 e60 e121 e126 e131 e135 e138 e139 e140 e141 e149 e150 e151 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=1, esp=2';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a2e0;
set div;
* if area=2 and esp=0;
* if cond=J or cond=I or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp= or esp=0 then delete;
proc princomp data=a2e0 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=2, esp=0';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
```

```

data a2a3;
set div;
if area=2 and esp=3;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a2a3 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob lreg am2 nind altura2 sind2 diver e8 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=2, esp=3';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a2a4;
set div;
if area=2 and esp=4;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a2a4 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob lreg am2 nind altura2 sind2 diver e1 e4 e7 e9 e14 e16 e17 e27 e88 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=2, esp=4';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a2a5;
set div;
if area=2 and esp=5;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a2a5 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob lreg am2 nind altura2 sind2 diver e17 e32 e66 e70 e102 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=2, esp=5';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a2a6;
set div;
if area=2 and esp=6;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a2a6 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob lreg am2 nind altura2 sind2 diver e66 e116 e118 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=2, esp=6';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;

```

```

proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a3e0;
set div;
* if area=3 and esp=0;
  * if cond=J or cond=Y or cond=I or cond=I;          * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
  else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a3e0 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=3, esp=0';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a3e3;
set div;
* if area=3 and esp=3;
  * if cond=J or cond=Y or cond=I or cond=I;          * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
  else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a3e3 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver e7 e16 e31 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=3, esp=3';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a3e4;
set div;
* if area=3 and esp=4;
  * if cond=J or cond=Y or cond=I or cond=I;          * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
  else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a3e4 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver e4 e60 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=3, esp=4';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid /vref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area /vref=0 href=0;
run;
data a3e5;
set div;
* if area=3 and esp=5;
  * if cond=J or cond=Y or cond=I or cond=I;          * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
  else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a3e5 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver e17 e60 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=3, esp=5';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;

```

```

proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=esp1d Area=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 href=0;
run;
data a3e6;
set div;
  if area=3 and esp=6;
  * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then esp1d='A'; else if esp=2 then esp1d='B'; else if esp=3 then esp1d='C'; else if esp=4 then esp1d='D'; else if esp=5 then esp1d='E'; else if esp=6 then esp1d='F';
  else if esp=7 then esp1d='G'; else if esp=8 then esp1d='H'; else if esp=9 then esp1d='I'; else if esp=10 then esp1d='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a3e6 n=6 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob irreg am2 nind altura2 sind2 diver e27 e62 e63 e65 e112 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=3, esp=6';
run;
proc sort data=x1;
  by prin1;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=esp1d Area=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 href=0;
run;
data a4e0;
set div;
  if area=4 and esp=0;
  * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then esp1d='A'; else if esp=2 then esp1d='B'; else if esp=3 then esp1d='C'; else if esp=4 then esp1d='D'; else if esp=5 then esp1d='E'; else if esp=6 then esp1d='F';
  else if esp=7 then esp1d='G'; else if esp=8 then esp1d='H'; else if esp=9 then esp1d='I'; else if esp=10 then esp1d='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a4e0 n=6 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob irreg am2 nind altura2 sind2 diver scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=4, esp=0';
run;
proc sort data=x1;
  by prin1;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=esp1d Area=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 href=0;
run;
data a4e3;
set div;
  if area=4 and esp=3;
  * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then esp1d='A'; else if esp=2 then esp1d='B'; else if esp=3 then esp1d='C'; else if esp=4 then esp1d='D'; else if esp=5 then esp1d='E'; else if esp=6 then esp1d='F';
  else if esp=7 then esp1d='G'; else if esp=8 then esp1d='H'; else if esp=9 then esp1d='I'; else if esp=10 then esp1d='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a4e3 n=6 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob irreg am2 nind altura2 sind2 diver scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=4, esp=3';
run;
proc sort data=x1;
  by prin1;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=esp1d Area=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 href=0;
run;
data a4e4;
set div;
  if area=4 and esp=4;
  * if cond=1 or cond=2 or cond=3;          if cond=1;
  if esp=1 then esp1d='A'; else if esp=2 then esp1d='B'; else if esp=3 then esp1d='C'; else if esp=4 then esp1d='D'; else if esp=5 then esp1d='E'; else if esp=6 then esp1d='F';
  else if esp=7 then esp1d='G'; else if esp=8 then esp1d='H'; else if esp=9 then esp1d='I'; else if esp=10 then esp1d='J';
  if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
  else if esp=. or esp=0 then delete;
proc princomp data=a4e4 n=6 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob irreg am2 nind altura2 sind2 diver e4 e8 e9 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=4, esp=4';

```

```

run;
proc sort data=x1;
  by prin1;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=expid Area=0 hval=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 hval=0;
run;
data a4a6;
  set d4;
  * If area=4 and exp=5;
  * If cond=7 or cond=7 or cond=nt; * If cond=1 or cond=2 or cond=3; If cond=1;
  * If exp=1 then expid='A'; else if exp=2 then expid='B'; else if exp=3 then expid='C'; else if exp=4 then expid='D'; else if exp=5 then expid='E'; else if exp=6 then expid='F';
  * If exp=7 then expid='G'; else if exp=8 then expid='H'; else if exp=9 then expid='I'; else if exp=10 then expid='J';
  * If area=1 and año=37 then delete; *eliminar obs del año 37;
  * else if exp= or exp=0 then delete;
proc princomp data=a4a6 n=8 out=x1;
  var d4 expa2 at auto pedag altura cob leg an2 sind altura2 sind2 dvar e4 e6 e8 e26 e27 e31 e33 e53 e57 e60 e74 scnd1 scnd2 scnd3;
  file 'ACP Base de datos concentrada'; file2 'Eliminador: Año=37 del Area=1'; file3 'Componentes principales';
  file4 'Area=4, exp=5';
run;
proc sort data=x1;
  by prin1;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=expid Area=0 hval=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 hval=0;
run;
data a4a6;
  set d4;
  * If area=4 and exp=5;
  * If cond=7 or cond=7 or cond=nt; * If cond=1 or cond=2 or cond=3; If cond=1;
  * If exp=1 then expid='A'; else if exp=2 then expid='B'; else if exp=3 then expid='C'; else if exp=4 then expid='D'; else if exp=5 then expid='E'; else if exp=6 then expid='F';
  * If exp=7 then expid='G'; else if exp=8 then expid='H'; else if exp=9 then expid='I'; else if exp=10 then expid='J';
  * If area=1 and año=37 then delete; *eliminar obs del año 37;
  * else if exp= or exp=0 then delete;
proc princomp data=a4a6 n=8 out=x1;
  var expa2 at auto pedag altura cob leg an2 sind sind2 dvar e33 e57 scnd2 scnd3;
  file 'ACP Base de datos concentrada'; file2 'Eliminador: Año=37 del Area=1'; file3 'Componentes principales';
  file4 'Area=4, exp=6';
run;
proc sort data=x1;
  by prin1;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=expid Area=0 hval=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 hval=0;
run;
data a4a6;
  set d4;
  * If area=4 and exp=6;
  * If cond=7 or cond=7 or cond=nt; * If cond=1 or cond=2 or cond=3; If cond=1;
  * If exp=1 then expid='A'; else if exp=2 then expid='B'; else if exp=3 then expid='C'; else if exp=4 then expid='D'; else if exp=5 then expid='E'; else if exp=6 then expid='F';
  * If exp=7 then expid='G'; else if exp=8 then expid='H'; else if exp=9 then expid='I'; else if exp=10 then expid='J';
  * If area=1 and año=37 then delete; *eliminar obs del año 37;
  * else if exp= or exp=0 then delete;
proc princomp data=a4a6 n=8 out=x1;
  var d4 expa2 at auto pedag altura cob leg an2 sind sind2 dvar e17 e19 e60 e62 e63 e70 e71 e86 e100 scnd1 scnd2 scnd3;
  file 'ACP Base de datos concentrada'; file2 'Eliminador: Año=37 del Area=1'; file3 'Componentes principales';
  file4 'Area=4, exp=6';
run;
proc sort data=x1;
  by prin1;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=expid Area=0 hval=0;
run;
proc plot data=x1;
  *by prin1;
  plot prin2*prin1=area Area=0 hval=0;
run;
data a4a6;
  set d4;
  * If area=4 and exp=6;
  * If cond=7 or cond=7 or cond=nt; * If cond=1 or cond=2 or cond=3; If cond=1;
  * If exp=1 then expid='A'; else if exp=2 then expid='B'; else if exp=3 then expid='C'; else if exp=4 then expid='D'; else if exp=5 then expid='E'; else if exp=6 then expid='F';
  * If exp=7 then expid='G'; else if exp=8 then expid='H'; else if exp=9 then expid='I'; else if exp=10 then expid='J';
  * If area=1 and año=37 then delete; *eliminar obs del año 37;
  * else if exp= or exp=0 then delete;

```

```

proc princomp data=a4e9 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver e70 e87 e88 e89 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=4, esp=9';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid Aref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area Aref=0 href=0;
run;
data a5e0;
set div;
if area=5 and esp=0;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=, or esp=0 then delete;
proc princomp data=a5e0 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=5, esp=0';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid Aref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area Aref=0 href=0;
run;
data a5e3;
set div;
if area=5 and esp=3;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=, or esp=0 then delete;
proc princomp data=a5e3 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=5, esp=3';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid Aref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area Aref=0 href=0;
run;
data a5e4;
set div;
if area=5 and esp=4;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;
if esp=1 then espid='A'; else if esp=2 then espid='B'; else if esp=3 then espid='C'; else if esp=4 then espid='D'; else if esp=5 then espid='E'; else if esp=6 then espid='F';
else if esp=7 then espid='G'; else if esp=8 then espid='H'; else if esp=9 then espid='I'; else if esp=10 then espid='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=, or esp=0 then delete;
proc princomp data=a5e4 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 nind altura2 sind2 diver e3 e5 e7 e8 e9 e16 e32 e33 e40 e42 e82 e121 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada'; title2 'Eliminados: Sitio=37 del Area=1'; title3 'Componentes principales';
title4 'Area=5, esp=4';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espid Aref=0 href=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area Aref=0 href=0;
run;
data a5e10;
set div;
if area=5 and esp=10;
* if cond=J or cond=Y or cond=M; * if cond=1 or cond=2 or cond=3; if cond=1;

```

```

if esp=1 then espd='A'; else if esp=2 then espd='B'; else if esp=3 then espd='C'; else if esp=4 then espd='D'; else if esp=5 then espd='E'; else if esp=6 then espd='F';
else if esp=7 then espd='G'; else if esp=8 then espd='H'; else if esp=9 then espd='I'; else if esp=10 then espd='J';
if area=1 and sitio=37 then delete; *eliminar obs del sitio 37;
else if esp=, or esp=0 then delete;
proc princomp data=a5a10 n=8 out=x1;
var dis expo2 alt suelo pedg altura cob frog an2 rind altura2 sind2 dver e1 e18 e19 scnd1 scnd2 scnd3;
title 'ACP Base de datos concentrada; tit2 'Eliminados: Sitio-37 del Area-1; tit3 'Componentes principales';
tit4 'Area=5, esp=10';
run;
proc sort data=x1;
by prin1;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=espd Area=0 hrf=0;
run;
proc plot data=x1;
*by prin1;
plot prin2*prin1=area Area=0 hrf=0;
run;
run;
run;

```

## Programa de Regresión Lineal Múltiple:

### Dentro de las fuentes de semilla

```

*****AREA 1, P. combroides*****;
data a1e1;
set div;
if area=1 and esp=1;
if cond=1;
proc reg data=a1e1;
model rind =
dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 dver cuadls cuiind2 cuscovog cuadv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e4 e7 e13 e14 e16 e17 e36 e40 e50 e71 e118 e121 e122 e123 e124 e125 e127
e128/selection=stepwise;
tit2 'Area=1, esp=1';
run;
data a1e1;
set div;
if area=1 and esp=1;
if cond=1;
proc reg data=a1e1;
model frog =
dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 dver cuadls cuiind2 cuscovog cuadv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e4 e7 e13 e14 e16 e17 e36 e40 e50 e71 e118 e121 e122 e123 e124 e125 e127
e128/selection=stepwise;
tit2 'Area=1, esp=1';
run;
*****AREA 1, Juniperus*****;
data a1e2;
set div;
if area=1 and esp=2;
if cond=1;
proc reg data=a1e2;
model rind =
dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 dver cuadls cuiind2 cuscovog cuadv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e16 e31 e50 e60 e71 e102 e110 e118 e121 e122 e123 e124 e125 e126 e127
e128 e129 e130 e131 e132 e133 e134 e135 e136 e137 e138 e139 e140 e141 e142 e143 e144 e145 e146 e147 e148 e149 e150 e151/selection=stepwise;
tit2 'Area=1, esp=2';
run;
data a1e2;
set div;
if area=1 and esp=2;
if cond=1;
proc reg data=a1e2;
model frog =
dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 dver cuadls cuiind2 cuscovog cuadv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e18 e31 e50 e60 e71 e102 e110 e118 e121 e122 e123 e124 e125 e126 e127 e128
e129 e130 e131 e132 e133 e134 e135 e136 e137 e138 e139 e140 e141 e142 e143 e144 e145 e146 e147 e148 e149 e150 e151/selection=stepwise;
tit2 'Area=1, esp=2';
run;
*****AREA 2*****;
data a2e0;
set div;
if area=2 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a2e0;
model rind =
dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 dver cuadls cuiind2 cuscovog cuadv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e4 e7 e9 e10 e14 e16 e17 e21 e31 e60 e62 e66 e67 e70 e79 e80 e83 e88 e91
e97 e110 e119 e120/selection=stepwise;
tit2 'Area=2, esp=0';
run;
data a2e0;
set div;
if area=2 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a2e0;
model frog =
dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 dver cuadls cuiind2 cuscovog cuadv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e4 e7 e9 e10 e14 e16 e17 e21 e31 e60 e62 e66 e67 e70 e79 e80 e83 e88 e91
e97 e110 e119 e120/selection=stepwise;
tit2 'Area=2, esp=0';
run;

```

```

*****AREA 2, P. hartwegii*****
data a2a3;
set div;
if area=2 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a2a3;
model nind =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e21 e40 e59 e60 e62 e66 e70 e71 e80 e88 e91
e153/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=3';
run;
data a2a3;
set div;
if area=2 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a2a3;
model lreg =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e21 e40 e59 e60 e62 e66 e70 e71 e80 e88 e91
e153/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=3';
run;
*****AREA 2, Pseudotsuga*****
data a2a4;
set div;
if area=2 and esp=4;
if cond=1;
proc reg data=a2a4;
model nind =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e4 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e32 e40 e59 e60 e62 e63 e66 e70 e71 e74
e80 e85 e88 e88 e91 e102 e113/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=4';
run;
data a2a4;
set div;
if area=2 and esp=4;
if cond=1;
proc reg data=a2a4;
model lreg =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e4 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e32 e40 e59 e60 e62 e63 e66 e70 e71 e74
e80 e85 e88 e88 e91 e102 e113/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=4';
run;
*****AREA 2, Abies*****
data a2a5;
set div;
if area=2 and esp=5;
if cond=1;
proc reg data=a2a5;
model nind =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e32 e59 e60 e62 e66 e70 e71 e80 e88 e91
e102/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=5';
run;
data a2a5;
set div;
if area=2 and esp=5;
if cond=1;
proc reg data=a2a5;
model lreg =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e32 e59 e60 e62 e66 e70 e71 e80 e88 e91
e102/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=5';
run;
*****AREA 2, P. ayacahuite*****
data a2a6;
set div;
if area=2 and esp=6;
if cond=1;
proc reg data=a2a6;
model nind =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e31 e59 e60 e62 e66 e71 e74 e80 e85 e88 e91 e102 e116
e118/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=6';
run;
data a2a6;
set div;
if area=2 and esp=6;
if cond=1;
proc reg data=a2a6;
model lreg =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e31 e59 e60 e62 e66 e71 e74 e80 e85 e88 e91 e102 e116
e118/selection=stepwise;
title2 'Area=2, esp=6';
run;
*****AREA 3*****
data a3e0;
set div;
if area=3 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a3e0;
model nind =
  dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e9 e14 e16 e17 e27 e60 e66 e70 e74 e88 e91 e110/selection=stepwise;

```

```

title2 ' Area=3, esp=0 ';
run;
data a3e0;
set div;
if area=3 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a3e0;
model reg =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e59/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=0 ';
run;
*****AREA 3, P. harbwegi*****;
data a3e3;
set div;
if area=3 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a3e3;
model nind =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e31 e59/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=3 ';
run;
data a3e3;
set div;
if area=3 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a3e3;
model reg =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e31 e59/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=3 ';
run;
*****AREA 3, Pseudotsuga*****;
data a3e4;
set div;
if area=3 and esp=4;
if cond=1;
proc reg data=a3e4;
model nind =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e7 e9 e14 e16 e17 e31 e60 e70 e88/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=4 ';
run;
data a3e4;
set div;
if area=3 and esp=4;
if cond=1;
proc reg data=a3e4;
model reg =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e7 e9 e14 e16 e17 e31 e60 e70 e88/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=4 ';
run;
*****AREA 3, Abies*****;
data a3e5;
set div;
if area=3 and esp=5;
if cond=1;
proc reg data=a3e5;
model nind =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e8 e9 e16 e17 e31 e59 e60 e63 e70 e71 e88 e102/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=5 ';
run;
data a3e5;
set div;
if area=3 and esp=5;
if cond=1;
proc reg data=a3e5;
model reg =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e8 e9 e16 e17 e31 e59 e60 e63 e70 e71 e88 e102/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=5 ';
run;
*****AREA 3, P. ayacahuite*****;
data a3e6;
set div;
if area=3 and esp=6;
if cond=1;
proc reg data=a3e6;
model nind =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e59 e60 e62 e63 e66 e67 e70 e71 e74 e83 e85 e88
e89 e91 e97 e102 e107 e108 e109 e110 e111 e112 e113 e114 e115 e116 e121/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=6 ';
run;
data a3e6;
set div;
if area=3 and esp=6;
if cond=1;
proc reg data=a3e6;
model reg =
  dis expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e59 e60 e62 e63 e66 e67 e70 e71 e74 e83 e85 e88
e89 e91 e97 e102 e107 e108 e109 e110 e111 e112 e113 e114 e115 e116 e121/selection=stepwise;
title2 ' Area=3, esp=6 ';
run;
*****AREA 4*****;
data a4e0;
set div;

```

```

if area=4 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a4e0;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e3 e4 e8 e9 e10 e14 e17 e31 e32 e33 e34 e37 e53 e54 e58 e59 e60 e61 e62 e63
e64 e65 e66 e67 e68 e70 e71 e72 e73 e74 e75 e76 e77 e78 e79 e80 e81 e83 e84 e82 e83 e84 e85 e86 e87 e88 e89 e100 e101 e102 e103/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=0';
run;
data a4e0;
set div;
if area=4 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a4e0;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e3 e4 e8 e9 e10 e14 e17 e31 e32 e33 e34 e37 e53 e54 e58 e59 e60 e61 e62 e63
e64 e65 e66 e67 e68 e70 e71 e72 e73 e74 e75 e76 e77 e78 e79 e80 e81 e83 e84 e82 e83 e84 e85 e86 e87 e88 e89 e100 e101 e102 e103/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=0';
run;
*****AREA 4, P. hartwegi*****;
data a4e3;
set div;
if area=4 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a4e3;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e8/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=3';
run;
data a4e3;
set div;
if area=4 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a4e3;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e8/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=3';
run;
*****AREA 4, Pseudotsuga*****;
data a4e4;
set div;
if area=4 and esp=4;
if cond=1;
proc reg data=a4e4;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e8 e9 e17 e31 e58 e59 e61 e63 e66 e67 e70 e85 e100 e103/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=4';
run;
data a4e4;
set div;
if area=4 and esp=4;
if cond=1;
proc reg data=a4e4;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e8 e9 e17 e31 e58 e59 e61 e63 e66 e67 e70 e85 e100 e103/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=4';
run;
*****AREA 4, Abies*****;
data a4e5;
set div;
if area=4 and esp=5;
if cond=1;
proc reg data=a4e5;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e8 e9 e10 e14 e16 e17 e19 e25 e27 e31 e32 e33 e34 e35 e37 e53 e57 e58 e59
e60 e61 e62 e63 e64 e65 e66 e67 e68 e70 e71 e72 e73 e74 e79 e84 e85 e86 e87 e88 e89 e94 e102 e103 e105/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=5';
run;
data a4e5;
set div;
if area=4 and esp=5;
if cond=1;
proc reg data=a4e5;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e8 e9 e10 e14 e16 e17 e19 e25 e27 e31 e32 e33 e34 e35 e37 e53 e57 e58 e59
e60 e61 e62 e63 e64 e65 e66 e67 e68 e70 e71 e72 e73 e74 e79 e84 e85 e86 e87 e88 e94 e102 e103 e105/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=5';
run;
*****AREA 4, P. ayacahualta*****;
data a4e6;
set div;
if area=4 and esp=6;
if cond=1;
proc reg data=a4e6;
model nind =
  dts expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadris cuaind2 cuacovog cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e33 e37 e57/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=6';
run;
data a4e6;
set div;
if area=4 and esp=6;
if cond=1;
proc reg data=a4e6;

```

```

model irag =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e33 e37 e57/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=6';
run;
*****AREA 4, P. culminicola*****;
data a4e8;
set div;
if area=4 and esp=8;
if cond=1;
proc reg data=a4e8;
model nind =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e14 e17 e19 e27 e31 e32 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e64 e66 e67 e68 e70 e71 e72
e73 e74 e80 e85 e86 e88 e89 e90 e91 e100 e102 e103 e104/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=8';
run;
data a4e8;
set div;
if area=4 and esp=8;
if cond=1;
proc reg data=a4e8;
model nind =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e14 e17 e19 e27 e31 e32 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e64 e66 e67 e68 e70 e71 e72
e73 e74 e80 e85 e86 e88 e89 e90 e91 e100 e102 e103 e104/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=8';
run;
*****AREA 4, Picea*****;
data a4e9;
set div;
if area=4 and esp=9;
if cond=1;
proc reg data=a4e9;
model nind =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e57 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e64 e66 e67 e68 e69 e70 e71 e73 e86 e87 e88 e89
e102 e103 e106/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=9';
run;
data a4e9;
set div;
if area=4 and esp=9;
if cond=1;
proc reg data=a4e9;
model irag =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e57 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e64 e66 e67 e68 e69 e70 e71 e73 e86 e87 e88 e89
e102 e103 e106/selection=stepwise;
title2 'Area=4, esp=9';
run;
*****AREA 5*****;
data a5e0;
set div;
if area=5 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a5e0;
model nind =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e12 e14 e16 e17 e18 e19 e24 e25 e26 e27 e28
e29 e30 e31 e32 e33 e34 e35 e36 e37 e38 e39 e40 e41 e42 e43 e44 e45 e48 e49 e50 e51 e52 e53 e54 e55 e56 e82 e121 e152/selection=stepwise;
title2 'Area=5, esp=0';
run;
data a5e0;
set div;
if area=5 and esp=0;
if cond=1;
proc reg data=a5e0;
model irag =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e12 e14 e16 e17 e18 e19 e24 e25 e26 e27 e28
e29 e30 e31 e32 e33 e34 e35 e36 e37 e38 e39 e40 e41 e42 e43 e44 e45 e48 e49 e50 e51 e52 e53 e54 e55 e56 e82 e121 e152/selection=stepwise;
title2 'Area=5, esp=0';
run;
*****AREA 5, P. hartwegii*****;
data a5e3;
set div;
if area=5 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a5e3;
model nind =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1/selection=stepwise;
title2 'Area=5, esp=3';
run;
data a5e3;
set div;
if area=5 and esp=3;
if cond=1;
proc reg data=a5e3;
model irag =
  dds expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cusind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1/selection=stepwise;
title2 'Area=5, esp=3';
run;
*****AREA 5, Pseudotsuga*****;
data a5e4;
set div;
if area=5 and esp=4;
if cond=1;

```

```

proc reg data=a5e4;
  model nind =
    dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e2 e3 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e14 e16 e17 e18 e19 e21 e22 e23 e31 e32 e33 e35
e40 e42 e46 e47 e82 e121 e152/seleccion=stepwise;
  title2 'Area=5, esp=4';
run;
data a5e4;
  set div;
  if area=5 and esp=4;
  if cond=1;
proc reg data=a5e4;
  model ireg =
    dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e2 e3 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e14 e16 e17 e18 e19 e21 e22 e23 e31 e32 e33 e35
e40 e42 e46 e47 e82 e121 e152/seleccion=stepwise;
  title2 'Area=5, esp=4';
run;
*****AREA 5, P. gregg*****;
data a5e10;
  set div;
  if area=5 and esp=10;
  if cond=1;
proc reg data=a5e10;
  model nind =
    dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e11 e12 e13 e14 e15 e16 e17 e18 e19 e110
e152/seleccion=stepwise;
  title2 'Area=5, esp=10';
run;
data a5e10;
  set div;
  if area=5 and esp=10;
  if cond=1;
proc reg data=a5e10;
  model ireg =
    dls expo2 alt suelo pedg altura2 sind2 diver cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e11 e12 e13 e14 e15 e16 e17 e18 e19 e110
e152/seleccion=stepwise;
  title2 'Area=5, esp=10';
run;
run;

```

## Entre las fuentes de semilla.

```

*****P. hartweg*****;
data e3;
  set div;
  if esp=3;
  if cond=1;
proc reg data=e3;
  model nind =
    dls expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 altura2 sind2 diver cuareg cuacob cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e21 e31 e40 e59 e60
e62 e66 e70 e71 e80 e88 e91 e153/seleccion=stepwise;
  title2 'esp=3';
run;
data e3;
  set div;
  if esp=3;
  if cond=1;
proc reg data=e3;
  model ireg =
    dls expo2 alt suelo pedg cob nind am2 altura2 sind2 diver arind larind cuaind cuacob cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e7 e8 e9 e14 e16 e17 e21 e31 e40
e59 e60 e62 e66 e70 e71 e80 e88 e91 e153/seleccion=stepwise;
  title2 'esp=3';
run;
*****Pseudotsuga*****;
data e4;
  set div;
  if esp=4;
  if cond=1;
proc reg data=e4;
  model nind =
    dls expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 altura2 sind2 diver cuareg cuacob cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e14 e16 e17
e18 e19 e21 e22 e23 e27 e31 e32 e33 e35 e40 e42 e46 e47 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e66 e67 e70 e71 e74 e80 e82 e85 e86 e88 e91 e100 e102 e103 e113 e121 e152/seleccion=stepwise;
  title2 'esp=4';
run;
data e4;
  set div;
  if esp=4;
  if cond=1;
proc reg data=e4;
  model ireg =
    dls expo2 alt suelo pedg cob nind am2 altura2 sind2 diver arind larind cuaind cuacob cuadfs cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e1 e2 e3 e4 e5 e6 e7 e8 e9 e10 e14 e16
e17 e18 e19 e21 e22 e23 e27 e31 e32 e33 e35 e40 e42 e46 e47 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e66 e67 e70 e71 e74 e80 e82 e85 e86 e88 e91 e100 e102 e103 e113 e121 e152/seleccion=stepwise;
  title2 'esp=4';
run;
*****Abies*****;
data e5;
  set div;
  if esp=5;
  if cond=1;
proc reg data=e5;
  model nind =

```

```

    dls expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 altura2 sind2 diver cuareg cuacob cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e8 e9 e10 e14 e16 e17 e19 e25 e27 e31 e32
e33 e34 e35 e37 e53 e57 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e64 e65 e66 e67 e68 e70 e71 e72 e73 e74 e79 e80 e84 e85 e86 e87 e88 e91 e94 e102 e103 e105/selection=stepwise;
title2 ' esp=5 ';
run;
data e5;
set div;
if esp=5;
if cond=1;
proc reg data=e5;
model ireg =
    dls expo2 alt suelo pedg cob nind am2 altura2 sind2 diver arind larind cuanind cuacob cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e4 e8 e9 e10 e14 e16 e17 e19 e25 e27
e31 e32 e33 e34 e35 e37 e53 e57 e58 e59 e60 e61 e62 e63 e64 e65 e66 e67 e68 e70 e71 e72 e73 e74 e79 e80 e84 e85 e86 e87 e88 e91 e94 e102 e103 e105/selection=stepwise;
title2 ' esp=5 ';
run;
*****P. ayacahuite*****;
data e6;
set div;
if esp=6;
if cond=1;
proc reg data=e6;
model nind =
    dls expo2 alt suelo pedg altura cob ireg am2 altura2 sind2 diver cuareg cuacob cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e33 e37 e57 e59
e60 e62 e63 e66 e67 e70 e71 e74 e80 e83 e85 e88 e89 e91 e97 e102 e107 e108 e109 e110 e111 e112 e113 e114 e115 e116 e118 e121/selection=stepwise;
title2 ' esp=6 ';
run;
data e6;
set div;
if esp=6;
if cond=1;
proc reg data=e6;
model ireg =
    dls expo2 alt suelo pedg cob nind am2 altura2 sind2 diver arind larind cuanind cuacob cuadis cuaind2 cuacoveg cuadiv cobveg scnd1 scnd2 scnd3 e7 e9 e14 e16 e17 e27 e31 e33 e37 e57
e59 e60 e62 e63 e66 e67 e70 e71 e74 e80 e83 e85 e88 e89 e91 e97 e102 e107 e108 e109 e110 e111 e112 e113 e114 e115 e116 e118 e121/selection=stepwise;
title2 ' esp=6 ';
run;
run;

```

**Apéndice 4.** Análisis Multivariado por Componentes Principales.

<b>No.</b>	<b>Especie</b>	<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>	<b>Número de Observaciones (n)</b>	<b>Porcentaje Acumulado de los Componentes*</b>
1	<i>Pi ce</i>		36	40.43
2	<i>Ju sa</i>		58	32.59
3	<i>Pi ha</i>		38	46.11
4	<i>Ps fl</i>		140	22.37
5	<i>Ab ve</i>		151	23.13
6	<i>Pi ay</i>		73	30.36
7	<i>Pi cu</i>		76	31.52
8	<i>Pi en me</i>		32	54.45
9	<i>Pi gr</i>		30	51.13

\* Los primeros cuatro componentes principales.

**Apéndice 5. Modelos matemáticos que no cumplieron los requisitos estadísticos establecidos.**

Variable: Dereg dentro de las fuentes de semilla.

Fuente de semilla	Especie	n	Variables Incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> parcial (%)	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado
La Efigenia	<i>Pi ce</i>	36	Cobertura de <i>Arbutus xalapensis</i>	7.68	7.68	Dereg= 14.49995155 - 0.08331813 (e16)
	<i>Ju sa</i>	57	Exposición	19.30	19.30	Dereg= -1979.67256573 - 3.15270854 (Expo2)
			Altitud	31.21	50.51	+ 0.96107818 (Alt) + 0.98983618 (Pedg)
Bosques de Monterreal			Pedregosidad	12.14	62.65	- 0.06081269 (Cuadiv)
			Cuadrado de la diversidad	18.53	81.18	
	<i>Pi ha</i>	19	Cuadrado de la diversidad	29.04	29.04	Dereg= 14.62609557 + 0.10353087 (Cuadiv)
			Profundidad del suelo	46.22	75.26	- 0.16190755 (Suelo) - 0.08006077 (Expo2)
Psfl			Exposición	9.56	84.82	- 0.00001421 (Scnd1)
			Suma cobertura árboles latifoliados	10.59	95.41	
		44	Altitud	14.24	14.24	Dereg= -68.76598056 + 0.02590692 (Alt)
La Moneda	<i>Pi ay</i>	18		NS	NS	NS
	<i>Pi ha</i>	11		NS	NS	NS
	<i>Ps fl</i>	25	Cuadrado de la diversidad	47.68	47.68	Dereg= - 1.27656059 + 0.04905504 (Cuadiv)
3			Altura de la veg. secundaria	8.3	55.98	+ 0.01571549 (Altura2)
			Cuadrado de la distancia a la f. de semilla	6.51	62.49	+ 0.00004084 (Cuadifs)
	<i>Ab ve</i>	13	Cobertura de <i>Ceanothus buxifolius</i>	92.05	92.05	Dereg= 3.75 + 0.00242407 (e17)
Renacer de la Sierra			Cobertura de <i>Vicia pulchella</i>	4.04	96.09	+ 0.00303972 (e63)
	<i>Pi ha</i>	2	Distancia a la fuente de semilla	100	100	Dereg= -1 + 0.02 (Dfs)
	<i>Ps fl</i>	27	Pedregosidad	21.78	21.78	Dereg= 592.40332497 + 0.34827899 (Pedg)
4			Diversidad	18.56	40.33	+ 2.64284364 (Diver) - 0.00499712 (e31)
			Cobertura de <i>Cirsium pringlei</i>	6.13	46.47	- 0.00007079 (Scnd2)
			Suma cobertura estrato arbustivo veg. sec.	5.1	51.56	
	<i>Ab ve</i>	81	Cobertura de <i>Brachypodium pringlei</i>	15.46	15.46	Dereg= 2005.04514367 + 0.00039097 (e8)
			Altitud	6.80	22.26	- 0.70134606 (Alt) - 0.00014780 (Scnd3)
			Suma cobertura del estrato herbáceo	12.38	34.64	+ 3.62593292 (Diver)
			Diversidad	9.34	43.97	

**Nomenclatura:**

NS = No encontró variables significativas al 0.1500.

### Apéndice 5. Modelos matemáticos que no cumplieron los requisitos estadísticos establecidos.

Variable: Dereg dentro de las fuentes de semilla.

Fuente de semilla	Especie	n	Variables incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> parcial (%)	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado
Renacer de la Sierra El	<i>Pi ay</i>	NS	NS	NS	NS	NS
	<i>Pi en me</i>	31	Suma cobertura árboles latifoliados	100	100	Dereg= 1 + 0.00083835 (Scnd1)
	<i>Pi ha</i>	2	NS	NS	NS	NS
Cedral	<i>Pi gr</i>	29	Suma cobertura del estrato herbáceo Exposición Cuadrado de la distancia a la f. de semilla Altitud	88.26 6.19 6.20 2.46	88.26 94.46 97.54 100	Dereg= 356.89200272 + 0.00062699 (Scnd3) + 0.88847143 (Expo2) - 0.00010349 (Cuadfs) - 0.15566558 (Alt)

#### Nomenclatura:

NS = No encontró variables significativas al 0.1500.

**Apéndice 5. Modelos matemáticos que no cumplieron los requisitos estadísticos establecidos.**

Variable: Velreg dentro de las fuentes de semilla

Fuente de semilla	Especie	n	Variables incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> parcial (%)	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado
La	<i>Pice</i>	36	NS	NS	NS	
Efigenia	<i>Ju sa</i>	57	Suma cobertura árboles latifoliados	19.93	19.93	Velreg= -38.31545125 - 0.00081571 (Scnd1)
			Suma cobertura estrato arbustivo veg. sec.	13.82	33.75	+ 0.00017378 (Scnd2) - 1.79030673 (Expo2)
			Exposición	24.67	58.42	+ 0.00014013 (Scnd3)
			Suma cobertura del estrato herbáceo	12.0	70.43	
Bosques de Monterreal	<i>Pi ha</i>	19	Cobertura de <i>Brachypodium pinnale</i>	59.45	59.45	Velreg= 98.860131 + 0.000231 (e6)
			Profundidad del suelo			- 1.964431 (Suelo) - 0.750142 (Pedg)
			Pedregosidad			- 0.000288 (Cuadfs)
			Cuadrado de la distancia a la f. de semilla			
La	<i>Pi ay</i>	18	Suma cobertura del estrato herbáceo	99.99	99.99	Velreg= 43.38320115 - 0.00034094 (Scnd3)
			Exposición	0.01	100	+ 0.04808723 (Expo2)
Moneda	<i>Pi ha</i>	11	Distancia a la fuente de semilla	21.35	21.35	Velreg= 2711.48385281 - 0.45950509 (Dfs)
			Altitud	31.01	52.36	- 0.98408416 (Alt)
	<i>Ps fl</i>	25	Cobertura de <i>Quercus hintoniorum</i>	17.48	17.48	Velreg= 11.02232626 + 0.00011880 (e7)
			Suma cobertura estrato arbustivo veg. sec.	15.65	33.14	- 0.00001518 (Scnd2) - 0.00156514 (Cuaind2)
			Cuadrado del número de individuos de la vegetación secundaria	8.12	41.26	
	<i>Ab ve</i>	13	Cobertura de <i>Paxistima myrsinites</i>	66.29	66.29	Velreg= 34.19338606 + 0.00215975 (e9)
			var. <i>mexicana</i>			+ 0.00002761 (Cobveg) - 0.00003351 (Scnd1)
			Cobertura de la vegetación secundaria	8.76	75.05	+ 0.01010410 (Altura2)
			Suma cobertura árboles latifoliados	13.06	88.11	
			Altura de la vegetación secundaria	3.44	91.55	

**Nomenclatura:**

NS = No encontró variables significativas al 0.1500.

**Apéndice 5. Modelos matemáticos que no cumplieron los requisitos estadísticos establecidos.**

Variable: Velreg dentro de las fuentes de semilla

Fuente de semilla	Especie confitera	n	Variables incluidas en el modelo	R <sup>2</sup> parcial (%)	R <sup>2</sup> acumulada (%)	Modelo generado
Renacer de la Sierra	<i>Pi ha</i>	2	NS	NS	NS	NS
	<i>Psi fl</i>	27	Suma cobertura estrato arbustivo veg. sec. Suma cobertura del estrato herbáceo Cobertura de <i>Senecio zimapanicus</i> Suma cobertura árboles latifoliados	51.96 10.17 5.69 4.97	51.96 62.13 67.82 72.79	Velreg= 5.15641272 + 0.00001700 (Scnd2) - 0.00000978 (Scnd3) + 0.00068237 (e4) + 0.00001378 (Scnd1)
	<i>Pi ay</i>	NS	NS	NS	NS	NS
	<i>Pi en me</i>	31	Suma cobertura del estrato herbáceo Altitud	99.97 0.03	99.97 100	Velreg= 3.85428699 + 0.00001566 (Scnd3) - 0.00125219 (Alt)
El Cedral	<i>Pi ha</i>	2	Altitud	95.91	95.91	Velreg= -1009.45698925 + 0.39228391 (Alt)
	<i>Pi gr</i>	29	Suma cobertura del estrato herbáceo Suma cobertura árboles latifoliados Cuadrado de la diversidad Diversidad	71.53 9.26 19.20 0.01	71.53 80.79 99.99 100	Velreg= 2.22402363 + 0.00023269 (Scnd3) + 0.00003531 (Scnd1) + 0.00914411 (Cuadiv) - 0.01968015 (Diver)

**Nomenclatura:**

NS = No encontró variables significativas al 0.1500.

**Apéndice 6.** Probabilidades de F y de T para las variables seleccionadas en los modelos generados en el análisis de regresión lineal múltiple.

**Dentro de las fuentes de semilla.**

Variable: Dereg.

Fuente de semilla 4 \* *Pinus culminicola*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
Scnd1	0.0001
Cuadfs	0.0001
Dfs	0.0001
Diver	0.0001

Fuente de semilla 2 \* *Abies vejarii*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
Cuadiv	0.0001
Scnd1	0.0001
Suelo	0.0001
Pedg	0.0002

Fuente de semilla 3 \* *Pinus ayacahuite*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
e112	0.0001
e85	0.0001
e62	0.0001
Pedg	0.0005

Fuente de semilla 5 \* *Pseudotsuga flahaulti*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
Scnd1	0.0001
Expo2	0.0001

Variable: Velreg.

Fuente de semilla 2 \* *Abies vejarii*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
Expo2	0.0001
Cuadiv	0.0001
Diver	0.0044
e31	0.0354

Fuente de semilla 2 \* *Pseudotsuga flahaulti*

Variables	Prob. T
Scnd1	0.0004
Cuadfs	0.0001
Altura2	0.0007
e1	0.1098

Fuente de semilla 3 \* *Pinus ayacahuite*

Variables	Prob. T
Pedg	0.0001
Cuadiv	0.0219
Alt	0.0098
Dfs	0.0158

Fuente de semilla 4 \* *Abies vejarii*

Variables	Prob. T
Scnd2	0.0001
Suelo	0.0001
Expo2	0.0001
Alt	0.0001

Fuente de semilla 4 \* *Pinus culminicola*

Variables	Prob. T
Diver	0.0001
Scnd2	0.0001
Alt	0.0001
Expo2	0.0001

Fuente de semilla 5 \* *Pseudotsuga flahaulti*

Variables	Prob. T
Pedg	0.0001
Expo2	0.0001
Scnd3	0.0001

**Entre fuentes de semilla.**

Variable: Dereg.

*Pinus hartwegii*

Variables	Prob. T
e7	0.2302
Cuadiv	0.1099
e8	0.0149
Scnd3	0.0927

*Pseudotsuga flahaulti*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
Suelo	0.0179
Diver	0.0129
e3	0.0179
e121	0.0179

*Abies vejarii*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
Cuadiv	0.0001
e8	0.0001
e27	0.0713
Alt	0.1261

*Pinus ayacahuite*

<b>Variables</b>	<b>Prob. T</b>
e112	0.0001
e85	0.0001
Pedg	0.0001
Diver	0.0003

Variable: Velreg.

*Pseudotsuga flahaulti*

<b>Variables</b>	<b>Prob. F</b>
Scnd3	0.0008
Expo2	0.0300
Alt	0.0253
e8	0.1022

*Abies vejarii*

<b>Variables</b>	<b>Prob. F</b>
Dfs	0.0001
Suelo	0.0001
Scnd1	0.0006
Pedg	0.0001

*Pinus ayacahuite*

<b>Variables</b>	<b>Prob. F</b>
Pedg	0.0001
Alt	0.0001
Suelo	0.0035
Scnd3	0.0323

Apéndice 7. Listado y distribución altitudinal de la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

No.*	Especie**	Familia				
		La Efigenia	Bosques de Monterreal	La Moneda	Renacer de la Sierra	El Cedral
		Fuente de semilla				
		Distribución altitudinal (mnm)				
1	<i>Ageratina saltiliensis</i> (Rob.) K. & R.	2110 - 2290	2770 - 2810			2660 - 2700
2	<i>Solidago hintoniorum</i> Nesom.					2660 - 2700
3	<i>Grindelia grandiflora</i> Hook.					2660 - 2660
4	<i>Senecio zimapanicus</i> Hemsl.	2160 - 2280	2770 - 2810	2610 - 2650	2800 - 2830	2660 - 2700
5	<i>Euphorbia bifurcata</i> Engelm.					2660 - 2700
6	<i>Schoenocaulon texanum</i> Scheele.					2660 - 2700
7	<i>Quercus hintoniorum</i> Nixon. & Muller.	2160 - 2280	2720 - 2860	2610 - 2700		2660 - 2700
8	<i>Brachypodium pringlei</i> Scribn.					2660 - 2700
9	<i>Paxistima myrsinites</i> spp. <i>mexicana</i> Navarro. & Blackwell.					2660 - 2700
10	<i>Pentstemon lanceolatus</i> Benth.					2660 - 2700
11	<i>Trisetum curvisetum</i> (L.) Richt.					2660 - 2660
12	<i>Hedeoma palmeri</i> Hemsl.					2660 - 2660
13	<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex. Schr.					2660 - 2620
14	<i>Garrya ovata</i> Benth.	2110 - 2280				2660 - 2700
15	<i>Arracacia ternata</i> Math. & Const.	2110 - 2330	2720 - 2860	2610 - 2700	2800 - 2860	2660 - 2700
16	<i>Arbutus zalapensis</i> H. B. K.					2660 - 2660
17	<i>Ceanothus buxifolius</i> Willd.	2110 - 2330	2720 - 2860	2610 - 2700	2800 - 2860	2660 - 2700
18	<i>Eryngium gramineum</i> Delar.	2110 - 2300	2720 - 2860	2610 - 2700	2800 - 2860	2660 - 2700
19	<i>Swerthia radiata</i> (Kell.) Kuntze.					2660 - 2700
20	<i>Sedum palmeri</i> S. Wats.					2660 - 2700
21	<i>Sedum wrightii</i> Gray.					2660 - 2700
22	<i>Erysimum capitatum</i> (Hook.) Greene.		2720 - 2760			2660 - 2620
23	<i>Chrysactinia mexicana</i> Gray.					2660 - 2620
24	<i>Trisetum spicatum</i> (L.) Richt.					2660 - 2620
25	<i>Bromus anomalus</i> Rupr. ex Fourn.					2620 - 2700
26	<i>Gnaphalium roseum</i> H. B. K.					2660 - 2660
27	<i>Salix paradoxa</i> H. B.K.					2640 - 2700
28	<i>Stevia</i> sp.		2720 - 2860	2610 - 2670	2800 - 2860	2640 - 2700
29	<i>Polypodium guttatum</i> Maxon.					2620 - 2660
30	<i>Phanerostylis hintoniorum</i> (Turner) K. & R.					2620 - 2660

\* Se refiere al registro de la especie asignado durante el inventario y la colecta.

\*\* La identificación de las especies se realizó en el ANSM.

\*\* La identificación por José A. Villarreal Quintanilla.

Apéndice 7. Listado y distribución altitudinal de la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

No.*	Especie**	Familia				Ei Cedral
		La Efigenia	Bosques de Montarreal	La Moneda	Renacer de la Sierra	
		Distribución altitudinal (msnm)				
31	<i>Cirsium pringlei</i> (Wats.) Petrark.	2190 - 2290	2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880	2620 - 2700
32	<i>Senecio coahuilensis</i> Greenm.		2820 - 2880		2800 - 2880	2580 - 2700
33	<i>Prunella vulgaris</i> L.				2800 - 2880	2580 - 2680
34	<i>Castilleja scorzoneraefolia</i> Kunth.				2800 - 2880	2620 - 2680
35	<i>Solidago orientalis</i> (Nesom.) Nesom.				2800 - 2880	2620 - 2700
36	<i>Ageratina oriethales</i> (Greenm.) Turner.				2800 - 2830	2620 - 2700
37	<i>Gnaphalium hintontiorum</i> Nesom.	2110 - 2330			2800 - 2880	2620 - 2680
38	<i>Senecio madrensis</i> Gray.				2800 - 2880	2620 - 2680
39	<i>Verbesina longipes</i> Hemsl.				2800 - 2880	2620 - 2700
40	<i>Arctostaphylos pungens</i> H. B. K.				2800 - 2880	2620 - 2680
41	<i>Eriogonum atrorubens</i> Engelm.				2800 - 2880	2620 - 2700
42	<i>Nama biflorum</i> Choisy.	2110 - 2300	2770 - 2810		2800 - 2880	2640 - 2700
43	<i>Stevia</i> sp.				2800 - 2880	2640 - 2700
44	<i>Lithospermum matamorensense</i> A. DC.				2800 - 2880	2640 - 2700
45	<i>Draba helleriana</i> Greene.				2800 - 2880	2640 - 2700
46	Pasto no se identifico				2800 - 2880	2640 - 2700
47	<i>Stevia berlandieri</i> Gray.				2800 - 2880	2640 - 2700
48	<i>Briquetia condensata</i> (Rob.) Rob.				2800 - 2880	2640 - 2700
49	<i>Ceanothus coeruleus</i> Lag.				2800 - 2880	2640 - 2700
50	<i>Ageratina scardonoides</i> (Gray.) K. & R.				2800 - 2880	2640 - 2700
51	<i>Goodyera oblongifolia</i> Raf.	2110 - 2300			2800 - 2880	2640 - 2700
52	<i>Muhlenbergia</i> sp.				2800 - 2880	2640 - 2700
53	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rothr.				2800 - 2880	2640 - 2700
54	<i>Salvia forrei</i> Greene.				2800 - 2880	2640 - 2700
55	<i>Trisetum viride</i> (H. B. K.) Kunth.				2800 - 2880	2640 - 2700
56	<i>Baccharis potosina</i> Gray.				2800 - 2880	2640 - 2700
57	<i>Zygadenus virescens</i> (H. B. K.) Macrb.				2800 - 2880	2640 - 2700
58	<i>Campanula rotundifolia</i> L.		2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880	2640 - 2700
59	<i>Achillea millefolium</i> L.		2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880	2640 - 2700
60	<i>Geranium crenatifolium</i> Moore.	2110 - 2280	2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880	2640 - 2700
61	<i>Matanthemum stellatum</i> (L.) Hink.				2800 - 2880	2640 - 2700

\* Se refiere al registro de la especie asignado durante el inventario y la colecta.

\*\* La identificación de las especies se realizó en el ANSM.

\*\* La identificación por José A. Villarreal Quintanilla.

Apéndice 7. Listado y distribución altitudinal de la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

No.*	Especie**	Familia			Fuente de semilla		
		La Efigenia	Bosques de Monterreal	La Moneda	Renacer de la Sierra	El Cedral	
62	<i>Erigeron basilobatus</i> Blake.		2720 - 2880	2810 - 2870	2800 - 2880		
63	<i>Vicia pulchella</i> H. B. K.		2720 - 2810	2810 - 2870	2800 - 2880		
64	<i>Galium uncinulatum</i> DC.				2800 - 2880		
65	<i>Geranium seemanni</i> Peyr.				2820 - 2880		
66	<i>Rubus idaeus</i> L.		2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880		
67	<i>Epilobium angustifolium</i> L.		2720 - 2780	2810 - 2650	2800 - 2880		
68	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.				2800 - 2880		
69	<i>Ranunculus</i> sp.				2820 - 2880		
70	<i>Populus tremuloides</i> Michx.		2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880		
71	<i>Fragaria virginiana</i> Duchesne.		2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880		
72	<i>Holodiscus discolor</i> (Pursh.) Maxim.	2190 - 2330			2800 - 2880		
73	<i>Philadelphus madrensis</i> Hemsl.				2800 - 2880		
74	<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H. B. K.				2800 - 2880		
75	<i>Villadia squamulosa</i> (Wats.) Rose.		2770 - 2810	2630 - 2700	2800 - 2880		
76	<i>Androsace septentrionalis</i> L.				2800 - 2880		
77	<i>Gnaphalium</i> sp.				2820 - 2880		
78	<i>Senecio</i> sp.				2820 - 2880		
79	<i>Phacelia heterophylla</i> Pursh.				2820 - 2880		
80	<i>Senecio loratifolius</i> Greenm.		2720 - 2760		2800 - 2830		
81	<i>Taraxacum</i> sp.		2720 - 2880		2800 - 2830		
82	<i>Tauschia hintoniorm</i> Const. & Affolter.				2800 - 2830		
83	<i>Aster carnosanus</i> S. Wats.		2720 - 2780	2810 - 2850	2800 - 2830	2580 - 2700	
84	<i>Sambucus coeruleus</i> Raf.				2800 - 2830		
85	<i>Lupinus cacuminus</i> Standl.				2800 - 2880		
86	<i>Euphorbia furcillata</i> H. B. K.		2720 - 2880	2810 - 2870	2800 - 2880		
87	<i>Osmorrhiza mexicana</i> Griesb.		2770 - 2810		2800 - 2880		
88	<i>Quercus greggii</i> (A. DC.) Trel.				2800 - 2880		
89	<i>Polemonium pauciflorum</i> Wats.		2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880		
90	<i>Ageratina espinosara</i> (Gray.) K. & R.			2810 - 2850	2800 - 2880		
91	<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Barton.				2800 - 2880		
92	<i>Agastache palmeri</i> (Rob.) Lint. K. Epling.		2720 - 2880	2810 - 2700	2800 - 2880		

\* Se refiere al registro de la especie asignado durante el inventario y la colecta.

\*\* La identificación de las especies se realizó en el ANSM.

\*\* La identificación por José A. Villarreal Quintanilla.

Apéndice 7. Listado y distribución altitudinal de la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

No.*	Especie**	Familia	Fuente de semilla			
			La Efigenia	Bosques de Montarreal	La Moneda	Renacer de la Sierra
			Distribución altitudinal (msnm)			
93	<i>Hymenoxys insignis</i> (Gray.) Cockerell.	COMPOSITAE				2800 - 2880
94	<i>Trisetum deyeuxioides</i> (H. B. K.) Kunth.	GRAMINEAE				2800 - 2880
95	<i>Stipa robusta</i> (Vasey.) Scribn.	GRAMINEAE				2800 - 2880
96	<i>Erigeron pubescens</i> H. B. K.	COMPOSITAE				2800 - 2880
97	<i>Medicago lupulina</i> L.	LEGUMINOSAE			2810 - 2870	2800 - 2880
98	<i>Oenothera kunthiana</i> (Spach.) Munz.	ONAGRACEAE				2800 - 2880
99	<i>Sisyrinchium scabrum</i> Cham. & Schlecht.	IRIDACEAE				2800 - 2880
100	<i>Lithospermum viride</i> Greene.	BORAGINACEAE				2800 - 2880
101	<i>Agrostis hymenalis</i> (Walt.) B. S. P.	GRAMINEAE				2800 - 2880
102	<i>Polytrichum</i> sp.					2800 - 2880
103	<i>Geranium</i> sp.	GERANIACEAE	2190 - 2300	2720 - 2880	2810 - 2870	2800 - 2880
104	<i>Halenia brevicornis</i> (H. B. K.) G. Don.	GENTIANACEAE				2800 - 2880
105	<i>Viburnum elatum</i> Benth.	CAPRIFOLIACEAE				2800 - 2880
106	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd.	CARYOPHYLLACEAE				2800 - 2880
107	<i>Sievia jorullensis</i> H. B. K.	COMPOSITAE				2800 - 2880
108	<i>Thalictrum grandifolium</i> S. Wats.	RANUNCULACEAE				2810 - 2700
109	Pasto no se identifico	GRAMINEAE				2810 - 2870
110	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	ROSACEAE				2810 - 2870
111	<i>Lonicera albiflora</i> T. & G.	CAPRIFOLIACEAE	2190 - 2300	2770 - 2810		2580 - 2620
112	<i>Ageratina havanense</i> (H. B. K.) K. & R.	COMPOSITAE				2810 - 2870
113	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose.	ROSACEAE				2810 - 2870
114	<i>Iris missouriensis</i> Nutt.	IRIDACEAE				2810 - 2870
115	<i>Valeriana barbareafolia</i> Mart. & Gal.	VALERIANACEAE				2810 - 2870
116	<i>Hymenoxys ursina</i> Standl.	COMPOSITAE				2810 - 2870
117	<i>Lonicera pilosa</i> Willd. ex H. B. K.	CAPRIFOLIACEAE				2820 - 2880
118	<i>Senecio salignus</i> DC.	COMPOSITAE	2110 - 2330	2820 - 2880		2810 - 2870
119	<i>Senecio vulgaris</i> L.	COMPOSITAE				2720 - 2780
120	<i>Cynodon</i> sp.	GRAMINEAE				2720 - 2780
121	<i>Dasylirion cedrosanum</i> Trell.	AGAVACEAE	2290 - 2330			2810 - 2870
122	<i>Quercus pringlei</i> Seem.	FAGACEAE	2110 - 2330			2580 - 2680
123	<i>Rhus vitreus</i> A. Gray	ANACARDIACEAE	2110 - 2330			

\* Se refiere al registro de la especie asignado durante el inventario y la colecta.

\*\* La identificación de las especies se realizó en el ANSM.

\*\* La identificación por José A. Villarreal Quintanilla.

Apéndice 7. Listado y distribución altitudinal de la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

No.*	Especie**	Familia	Fuente de semilla			Distribución altitudinal (msnm)
			La Efigenia	Bosques de Monterreal	La Moneda	
				Renacer de la Sierra	El Cedral	
124	Pasto no se identificó	GRAMINEAE	2110 - 2330			
125	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	COMPOSITAE	2110 - 2330			
126	<i>Stevia tomentosa</i> H. B. K.	COMPOSITAE	2110 - 2280			
127	Pasto no se identificó	GRAMINEAE	2110 - 2330			
128	<i>Yucca carnerosana</i> (Trel.)	AGAVACEAE	2110 - 2280			
129	<i>Gnaphalium</i> sp.	COMPOSITAE	2110 - 2280			
130	<i>Agave gentryi</i> Ullrich.	AGAVACEAE	2110 - 2280			
131	<i>Astragalus legionensis</i> Barneby.	LEGUMINOSAE	2110 - 2300			
132	<i>Buddleja scordioides</i> H. B. K.	BUDDLEJACEAE	2110 - 2300			
133	<i>Panicum halii</i> Vasey.	GRAMINEAE	2110 - 2300			
134	<i>Scutellaria</i> sp.	LABIATAE	2110 - 2330			
135	<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	LILIACEAE	2110 - 2280			
136	<i>Opuntia rasstrera</i> Weber.	CACTACEAE	2110 - 2330			
137	<i>Chaptalia madrensis</i> Nesom.	COMPOSITAE	2110 - 2330			
138	<i>Ageratina calliophylla</i> (Blake.) K. & R.	COMPOSITAE	2110 - 2330			
139	<i>Lindleya mespiloides</i> H. B. K.	ROSACEAE	2110 - 2330			
140	<i>Ceanothus greggii</i> Gray.	RHAMNACEAE	2110 - 2330			
141	<i>Chrysactinia mexicana</i> A. Gray	COMPOSITAE	2110 - 2330			
142	Pasto no se identificó	GRAMINEAE	2110 - 2280			
143	<i>Nolina cespitiifera</i> Trel.	AGAVACEAE	2180 - 2330			
144	<i>Polygonum longiflora</i> Gray.	LABIATAE	2180 - 2330			
145	<i>Fraxinus greggii</i> A. Gray	OLEACEAE	2180 - 2280			
146	<i>Cowania mexicana</i> D. Don.	ROSACEAE	2280 - 2330			
147	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	SCROPHULARIACEAE	2280 - 2330			
148	<i>Chrysactinia truncata</i> Wats.	COMPOSITAE	2280 - 2330			
149	Especie desconocida	COMPOSITAE	2280 - 2330			
150	<i>Brickellia veronicaefolia</i> (H. B. K.) Gray.	AGAVACEAE	2280 - 2330			
151	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	AGAVACEAE	2280 - 2330			
152	<i>Agave</i> sp.	AGAVACEAE				2580 - 2700
153	<i>Stevia</i> sp.	COMPOSITAE		2720 - 2780		

\* Se refiere al registro de la especie asignado durante el inventario y la colecta.

\*\* La identificación de las especies se realizó en el ANSM.

\*\* La identificación por José A. Villarreal Quintanilla.

Apéndice 8. Valores de densidad, cobertura y altura correspondientes a la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

No. Spp.	Fuente de semilla																						
	La Efigenia				Bosques de Monterreal				La Moneda				Renacer de la Sierra				El Cedral						
	Densidad (Ind ha <sup>-1</sup> )	Cobertura (%)	Altura (cm)	s <sup>1</sup>	Densidad (Ind ha <sup>-1</sup> )	Cobertura (%)	Altura (cm)	s <sup>1</sup>	Densidad (Ind ha <sup>-1</sup> )	Cobertura (%)	Altura (cm)	s <sup>1</sup>	Densidad (Ind ha <sup>-1</sup> )	Cobertura (%)	Altura (cm)	s <sup>1</sup>	Densidad (Ind ha <sup>-1</sup> )	Cobertura (%)	Altura (cm)	s <sup>1</sup>	Densidad (Ind ha <sup>-1</sup> )	Cobertura (%)	Altura (cm)
1	2500	7.135	1	1	4750	5.225	1	1	2500	10.415	1	1	12500	10.415	1	19	49650	41.89	1.2	4	750	0.795	10.2
2	500	0.85	1	2	1000	8.435	1	1	2500	13.835	1	7	13200	13.835	1	4	1100	0.99	1.7	10	1100	0.99	1.7
3	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	14	1400	5.835	4.9	14	1400	5.835	4.9
4	1000	0.85	1	2	1750	42.635	1	5	2000	50.4	1	34	18400	57.28	1	39	4900	37.805	9.8	39	4900	37.805	9.8
5	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	12	1850	3.88	1	12	1850	3.88	1
6	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	17	28800	21.875	1.9	17	28800	21.875	1.9
7	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	5	5200	2.395	1	5	5200	2.395	1
8	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	2.025	1	1	500	2.025	1
9	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	3	650	0.854	1	3	650	0.854	1
10	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	0.7	1	1	500	0.7	1
11	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	12	2200	7.38	5.5	12	2200	7.38	5.5
12	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	2	750	1.085	1	2	750	1.085	1
13	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	20	1350	12.545	21	20	1350	12.545	21
14	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	19	3250	24.9505	3.08	19	3250	24.9505	3.08
15	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	11	5150	13.21	1	11	5150	13.21	1
16	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	7	12400	37.68	1	7	12400	37.68	1
17	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	0.05	1	1	500	0.05	1
18	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	1500	3.15	1	1	1500	3.15	1
19	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	0.65	1	1	500	0.65	1
20	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	0.6	1	1	500	0.6	1
21	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	3	1650	5.39	1	3	1650	5.39	1
22	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	2	5250	38.09	1	2	5250	38.09	1
23	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	1500	6.25005	1	1	1500	6.25005	1
24	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	4.5	1	1	500	4.5	1
25	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	1000	2	1	1	1000	2	1
26	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	1000	1.2	1	1	1000	1.2	1
27	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	20000	40.5	1	1	20000	40.5	1
28	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	3	850	2.03	1	3	850	2.03	1
29	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	7	3550	4.1	1	7	3550	4.1	1
30	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	6	14150	7.84	1	6	14150	7.84	1
31	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	3	14500	33.66	1	3	14500	33.66	1
32	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	13	38500	42.975	6.8	13	38500	42.975	6.8
33	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	3	11300	13.615	1	3	11300	13.615	1
34	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	2	750	1.86	1	2	750	1.86	1
35	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	2	2000	7.595	1	2	2000	7.595	1
36	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	3	2500	3.875	1	3	2500	3.875	1
37	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	3.56	1	1	500	3.56	1
38	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	2	1000	1.5	1	2	1000	1.5	1
39	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	2	750	1.475	1	2	750	1.475	1
40	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	3	2000	7.595	1	3	2000	7.595	1
41	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	1	500	3.56	1	1	500	3.56	1
42	500	5.1	167.3	21	1100	14.72	97	31	1250	18.39	177.3	34	18400	57.28	1	2	1000	1.5	1	2	1000	1.5	1

Nota: s<sup>1</sup> = Número de sitios en los que se localizó la especie.



Apéndice 8. Valores de densidad, cobertura y altura correspondientes a la flora identificada para la Sierra La Marta, Arteaga, Coahuila.

No. Spp.	Fuente de semilla																								
	La Efigenia				Bosques de Monterreal				La Moneda				Renacer de la Sierra				El Cedral								
	Densidad		Cobertura		Altura		Densidad		Cobertura		Altura		Densidad		Cobertura		Altura		Densidad		Cobertura		Altura		
s'	Ind ha <sup>-1</sup>	(%)	x	s'	Ind ha <sup>-1</sup>	(%)	x	s'	Ind ha <sup>-1</sup>	(%)	x	s'	Ind ha <sup>-1</sup>	(%)	x	s'	Ind ha <sup>-1</sup>	(%)	x	s'	Ind ha <sup>-1</sup>	(%)	x		
85	4	850	4.545	1	1	1	2.98	1	10	2300	12.655	1	6	800	2.085	1	1	2300	12.655	1	1	2300	12.655	1	
86	1	500	1	1	1	1	2.98	1	6	800	2.085	1	1	2300	12.655	1	1	2300	12.655	1	1	2300	12.655	1	
87	38	1900	27.1505	150.5	30	1850	27.885	151.9	10	2250	7.925	1	2	2250	7.925	1	10	2350	20.0545	102.3	1	1	2350	20.0545	102.3
88	13	10150	13.34	1	11	6750	10.0545	9.08	1	1	12500	55.625	1	2	12500	55.625	1	1	95000	108.085	1	1	95000	108.085	1
89	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
90	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
91	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
92	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
93	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
94	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
95	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
96	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
97	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
98	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
99	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
100	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
101	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
102	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
103	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
104	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
105	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
106	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
107	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
108	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
109	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
110	2	1750	0.985	1	1	500	7.75	420	3	850	3.475	134	1	500	6.875	1	1	11500	51.975	1	1	11500	51.975	1	
111	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
112	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
113	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
114	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
115	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
116	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
117	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
118	14	3350	1.5535	1	1	5000	10.5	1	1	44500	86.775	1	1	2000	50.4	1	1	2000	50.4	1	1	2000	50.4	1	
119	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
120	1	500	2.95	1	2	32750	61.905	1	1	1	12500	55.625	1	1	14500	10.15	1	2	132000	64.59	1	1	132000	64.59	1
121	3	650	9.88	1	1	6000	16.5	1	1	6000	16.5	1	1	6000	16.5	1	1	6000	16.5	1	1	6000	16.5	1	
122	27	3800	28.845	72.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
123	25	2500	11.125	53.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
124	11	8150	11.04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
125	34	4850	8.78	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
126	5	3000	1.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
127	22	5020	8.59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Nota: s' = Número de sitios en los que se localizo la especie.

