

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS



DINAMICA DE LAS FORMACIONES VEGETALES DE
Adenostoma sparsifolium y Pinus quadrifolia, DESPUES DEL
FUEGO Y PASTOREO EN LA SIERRA DE JUAREZ, B.C., MEXICO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO
PRESENTA

RAFAELA PAREDES AGUILAR

Ensenada, B.C., Octubre de 1989

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS

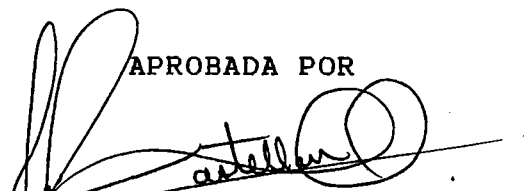
DINAMICA DE LAS FORMACIONES VEGETALES DE *Adenostoma sparsifolium* y *Pinus quadrifolia*, DESPUES DEL FUEGO Y PASTOREO EN LA SIERRA DE JUAREZ, B.C. MEXICO.

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PRESENTA:

RAFAELA PAREDES AGUILAR

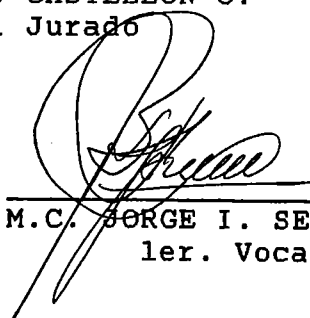
APROBADA POR




M.C. JOSE DE JESUS CASTELLON O.
Presidente del Jurado



M.C. GORGONIO RUIZ C.
Secretario



M.C. JORGE I. SEPULVEDA B.
1er. Vocal



BIOL. JOSE DELGADILLO R.
2do. Vocal



M.C. DIDIER GENIN
3er. Vocal

A mi madre y Padre, quienes
representan lo mas grande y
hermoso de mi vida.

A mis hermanos, familia y
amigos por haberme apoyado
en todo momento.

4 AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a mi asesor Ing. Didier Genin, por su gran apoyo y profesionalismo en la elaboracion del trabajo, de quien aprendi mucho.

A los sinodales por su valiosda colaboracion en la revision del trabajo y por sus aportaciones en la complementacion del mismo.

Al Dr. Sergio Guzman del Proo y a la Biol. Sara de la Campa por sus grandes aportaciones.

A la Generacion XIII y muy cariñosamente a Rebeca Vasquez Y., Nohemi Andrade M. Esther Saucedo M., Ruben Martinez R., Sara Cabrera S., Natalia Arroyo A., Sara Terui G., Gabriel Jimenez B. Tambien a dos grandes maestras y amigas: Quim. Irma Rivera G. y a la Biol. Nahara Ayala.

De manera especial a mi gran amiga Lupita Soto B., quien me apoyo en todo momento. A toda la gente de la Sierra de Juarez por haberme bridado toda la disponibilidad para la realizacion del estudio y a Daniel Loya S. por sus recomendaciones en el uso de la computadora.

A todo el personal del C.I.C.E.S.E y E.S.C, U.A.B.C. por su generosa colaboracion y apoyo.

INDICE

1.- RESUMEN.....	1
2.- ABSTRACT.....	3
3.- INTRODUCCION.....	4
4.- ANTECEDENTES.....	6
5.- OBJETIVOS.....	10
6.- AREA DE ESTUDIO.....	11
7.- METODOLOGIA.....	15
8.- RESULTADOS.....	20
8.1 Composición florística.....	20
8.1.1 Especies registradas.....	20
8.1.2 Indices de similitud entre zonas.....	23
8.2 Estructura de la vegetación.....	25
8.2.1 Estructura Glogal.....	25
8.2.2 Estructura del estrato arbóreo en zonas no quemadas.....	30
8.3 Contribuciones específicas a la cobertura.....	30
8.3.1 Cobertura total.....	30
8.3.2 Coberturas específicas arbustivas.....	33
8.3.3 Desarrollo de <i>Ceanothus greggii</i> y <i>Adenostoma sparsifolium</i>	35
8.4 Regeneración.....	38
8.4.1 Regeneración arbustiva.....	38
8.4.2 Regeneración de <i>Pinus quadrifolia</i>	40
8.4.2.1 Mapeo de fuegos.....	40
8.4.2.2 Establecimiento del pino.....	43
9.- DISCUSION.....	47
9.1 Composición florística.....	47
9.2 Estructura de la vegetación.....	49
9.3 Contribuciones específicas a la cobertura.....	52
9.4 Regeneración.....	53
9.4.1 Regeneración arbustiva.....	53
9.4.2 Regeneración de <i>Pinus quadrifolia</i>	54
10.- CONCLUSIONES.....	58
11.- RECOMENDACIONES.....	59
12.- LITERATURA CITADA.....	60

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla I. Composición florística en 4 zonas del Rancho las margaritas, Sierra de Juárez: Q0= quemado-no pastoreado; NQ1= no quemado-pastoreado; NQ0= no quemado- no pastoreado y Q1= quemado-pastoreado,.....21

Tabla II. Comparación de similitud florística entre las zonas estudiadas, mediante el índice de Sorensen. A) noviembre 1987; B) abril 1988; octubre 1988 y D) global. *sin muestreo. Q0= quemada-no pastoreada NQ0= no quemada-no pastoreada; Q1= quemada-pastoreada y NQ1= no quemada-pastoreada24

Tabla III. Cobertura total arbustiva (%), determinadas por los métodos de banda (B) e intercepción lineal (L) en los muestreos: 1) noviembre 1987; 2) abril 1988 y 3) octubre 1988. Q0= quemada-no pastoreada NQ0= no quemada-no pastoreada; Q1= quemada-pastoreada y NQ1= no quemada-pastoreada.....32

Tabla IV. Análisis factorial para la determinación del efecto del fuego y pastoreo, sobre la cobertura total en las zonas de estudio, determinado por el experimento factorial. P= pastoreo; NP= no pastoreado; Q= quemado y NQ= no quemado.....32

Tabla V. Contribuciones específicas (%) de las herbáceas, determinadas por líneas pastorales en la época de primavera. COB= cobertura total; CSP= contribuciones específicas presencia.....34

Tabla VI. Cobertura específica total %C), cobertura relativa (CR) y volumen relativo (VR), de las especies arbustivas registradas por el método de banda.....36

Tabla VII. Análisis factorial para la determinación del efecto del fuego y pastoreo, sobre la cobertura total, en *Adenostoma sparsifolium*, determinado por el experimento factorial. P= pastoreado; NP= no pastoreado; Q= quemado y NQ= no quemado.....37

Tabla VIII. Análisis de varianza a tres vías, para la determinación del efecto del fuego y pastoreo, sobre la cobertura de las especies de <i>Ceanothus greggii</i> y <i>Adenostoma sparsifolium</i>	39
Tabla IX: Número de germinaciones por semilla (S) y brotes (B) de las especies en las zonas: quemada pastoreada (Q1) y quemada no pastoreada (Q0).....	41
Tabla X. Frecuencias absolutas de individuos de <i>Pinus quadrifolia</i> de talla inferior a 2 metros, encontrados en 6 parcelas de 500 m ² . As= <i>Adenostoma sparsifolium</i> ; Pq= <i>Pinus quadrifolia</i>	44
Tabla XI. Contenido de materia orgánica, Carbono, Nitrógeno y Fósforo (%MS), de la capa superficial del suelo arenoso de la Sierra de Juárez.....	44
Tabla XII. Variación del número de plántulas vivas de <i>Pinus quadrifolia</i> después de germinación en invernadero, utilizando 2 tipos de suelos, durante 6 meses.....	45

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización del área de estudio en la Sierra de Juárez.....	12
Figura 2. Variación en el número total de especies, durante los inventarios florísticos en las diferentes zonas estudiadas.....	22
Figura 3. Variación de la estructura de la vegetación en la zona no quemada- no pastoreada (NQ0) durante un ciclo anual. A) noviembre 1987; B) abril 1988 y C) octubre 1988.	26
Figura 4. Variación de la estructura de la vegetación en la zona no quemada- pastoreada (NQ1), durante un ciclo anual. A) noviembre 1987; B) abril 1988 y C) octubre 1988.	27
Figura 5. Variación de la estructura de la vegetación en la zona quemada-no pastoreada (Q0), durante un ciclo anual. A) noviembre 1987; B) abril 1988 y C) octubre 1988.....	28
Figura 6. Variación de la estructura de la vegetación en la zona quemada-pastoreada (Q1), en octubre 1988.....	29
Figura 7. Frecuencias relativas de individuos de <i>Pinus quadrifolia</i> , encontrados en las zonas no quemadas, en función de su talla.	31
Figura 8. Localización de las áreas quemadas (superior a 31,000 Has.) en la Sierra de Juárez, desde 1920-1972.....	42
Figura 9. Relación entre la edad del incendio (Minnich, no publicado) y la edad de <i>Pinus quadrifolia</i>	46
Figura 10. Esquema que muestra los cambios que se presentan en el bosque de pino piñonero, después del fuego y pastoreo a través del tiempo.	

1 RESUMEN

En el bosque del norte de la Sierra de Juárez, se realizó un estudio sobre la dinámica de vegetación provocada por el fuego ocurrido en 1985 y donde se practica el pastoreo por bovinos. Se realizaron inventarios florísticos y muestreos de estructura de la vegetación mediante los métodos de transecto en banda e intercepción lineal, en cuatro situaciones diferentes: no quemada no pastoreada, no quemada pastoreada, quemada no pastoreada y quemada pastoreada.

Después del fuego la composición florística se observó alterada; se presentó una mayor frecuencia de herbáceas y los arbustos se regeneraron inmediatamente posterior al fuego, pero su volumen y cobertura se disminuyó con la presencia del pastoreo, registrándose 20.2% de cobertura total en la zona no quemada no pastoreada y 8.5% en la zona quemada pastoreada.

La mayoría de las especies arbustivas se regeneraron por semilla. *Adenostoma sparsifolium* y *Garrya flavescens* son las especies que rebrotaron y que sufrieron una mayor presión de pastoreo. *Pinus quadrifolia* no registró indicios de germinación. Muestreos a nivel microregional, estratificados según la edad del último fuego, señalan que la regeneración viable de *Pinus quadrifolia* ocurre aproximadamente 20 años después del fuego y esencialmente abajo de los arbustos maduros, por las condiciones microclimáticas y edáficas favorables para su germinación.

Se concluye que la utilización del fuego como método para incrementar áreas de pastoreo no es recomendable, debido a la escasez de vegetación que se desarrolla después del fuego y a la destrucción a largo plazo de los recursos importantes provenientes del estrato arboreo.

2 ABSTRACT

Dynamics of vegetation in the mixed Conifer Forest of Northern Sierra de Juarez was studied after perturbation by a fire occurred in 1985, and grazing. Seasonal floristic inventories and samples of vegetation structure, using the belt transect and line interception methods, were made in four treatments: unburned and ungrazed, unburned and grazed, burned and ungrazed and burned and grazed.

Results showed that fire modified floristic composition by incrementing frequency of herbaceous species. Regeneration of shrubs began immediately after fire.

Grazing did not modify significantly floristic composition, but induced drastic decrease in the total shrubs cover, being 20.2% and 8.5% in the burned and ungrazed, and burned and grazed areas, respectively.

Most of the shrub species regenerated by seedling. *Adenostoma sparsifolium* and *Ceanothus greggii* also sprouted and suffered and heavy browsing.

Three years after fire, *Pinus quadrifolia* was not seedling. A complementary microregional study on regeneration of pine, using a stratified sampling in function of the age of the latest fire, showed that viable pine regeneration occurs approximately 20 years after fire and seedling are located underneath mature shrubs which provide favourable microclimatic and edaphic conditions.

3 INTRODUCCION

En las áreas de la zona Septentrional de la Sierra de Juárez, B.C., con suelos graníticos arenosos, existen dos formaciones vegetales dominantes: una arbustiva dominada por *Adenostoma sparsifolium* y una arborea por *Pinus quadrifolia*. Se encuentran entre los 1000-1500 msnm y tienen coberturas que van de 20-60%.

Estas dos formaciones ocupan medios con características abióticas semejantes, lo que da lugar a que se encuentren mezcladas ó en mosaicos contiguos. Por otra parte, es muy común que se vean expuestas a perturbaciones de origen antropogénico (Freedman, 1984), lo que hace suponer que éstas formaciones pertenecen a la misma secuencia de vegetación, pero en diferentes etapas de sucesión; ya que en ellas se desarrollan actividades como la ganadería, que influye en el medio natural modificando su funcionamiento y dinámica (Rzedowski, 1986).

Como parte de ésta actividad es muy frecuente utilizar el fuego como un método para incrementar las superficies de pastoreo a corto plazo.

Dentro de ésta comunidad se realizó un estudio sincrónico y analítico sobre la dinámica de esas formaciones vegetales, para conocer como cambian en su estructura y composición florística en el tiempo, al presentarse un evento de sucesión secundaria establecida como consecuencia de las perturbaciones realizadas directamente por el hombre, por animales domésticos ó fenómenos naturales.

En Sierra de Juárez, el fuego y el pastoreo constituyen los principales factores perturbadores y modificadores del medio natural.

Este trabajo tiene como objetivo establecer un diagnóstico ecológico y agropecuario del impacto del fuego, asociado con las actividades ganaderas en el bosque de la Sierra de Juárez

4 ANTECEDENTES

Los trabajos que se han realizado en California, E.U.A., para estudiar los efectos que causa el fuego en la vegetación, han contribuido grandemente para conocer la dinámica de comunidades vegetales (matorral, chaparral, bosque de pino), su regeneración, su composición florística y su importancia a nivel ecológico.

Los efectos del fuego sobre la vegetación dependen de muchos factores (humedad, etapa sucesional, época del año, temperatura al tiempo del incendio, así como el nivel y régimen de precipitación); que pueden afectar los patrones de cobertura, dado que la regeneración de árboles y arbustos está en función del tipo e intensidad del fuego (Moreno, 1986).

Según Keeley y Keeley (1981), el desarrollo de la vegetación después del fuego, varía según la altitud. En altas elevaciones, la vegetación obtiene un mayor desarrollo que en altitudes bajas. Estos autores observan en *Adenostoma fasciculatum* una regeneración muy marcada en comparación a las demás especies presentes, lo que tiende a uniformizar la vegetación. Asimismo, Parson y Rundel (1979), afirman que *A. fasciculatum* incrementa su producción de biomasa y presenta cambios estructurales después del fuego.

El fuego es un factor que provoca sucesiones secundarias (Patric y Hanes, 1964) y tiene efectos sobre la estructura y abundancia de las especies (Biswell, 1974). Algunos ejemplos sobre éstos efectos fueron observados por Freedman (1984) en la Sierra de Juárez, donde ciertas especies arbustivas, como *A.*

fasciculatum aumentan su volumen después de repetidos incendios. Sin embargo, en un estudio realizado por Zedler et al (1983), en el chaparral de California, E.U.A., observaron que en dos fuegos ocurridos en un año, *A. fasciculatum* disminuyó su abundancia en 97%, y *Ceanothus oliganthus* desapareció completamente. En las Montañas de San Gabriel, California, también se han observado cambios en la composición florística, según la exposición; la zona expuesta al sur presentó pocos cambios florísticos en comparación a la zona expuesta al norte, en donde hay dominancia de especies que son ausentes en áreas no quemadas (Patric y Hanes, 1964).

Hanes (1970), observó especies que no se presentaban antes del fuego ó si lo estaban eran escasas; en el siguiente año su cobertura se incrementó notablemente.

El desarrollo estacional de las herbáceas se debe principalmente a las condiciones ambientales prevalecientes (Baker et al, 1982) y su limitación puede ser causada por el crecimiento arbustivo, pastoreo y los vientos secos (Freedman, 1984).

Ciertas comunidades arbustivas mediterráneas tienen la particularidad de modificar su ciclo reproductivo después del fuego, aumentando el número de germinaciones y además presentar la capacidad de una regeneración vegetativa (Keeley, 1986).

En ausencia de fuego, particularmente en el Sur de California se ha observado que el chaparral no es reemplazado por otro tipo de vegetación (Hanes 1971).

También las selectividad alimenticia en los animales domésticos, sobre el medio natural, provoca una utilización diferente del espacio, creando mosaicos de vegetación y por lo tanto sucesiones secundarias (Balph, 1986).

La presión de los herbívoros puede tener una marcada influencia sobre la riqueza de especies, dominancia y en el progreso de la sucesión (Beals et al 1960 *in* Mills, 1986).

La Comisión Técnica de determinación de Coeficiente de Agostadero (COTECOCA), en 1981 realizó un trabajo en el Estado de Baja California que muestra los tipos de vegetación, los niveles de productividad forrajera y las plantas que son más seleccionadas por los animales. Entre las especies indeseables para el ganado, mencionan a *A. fasciculatum* y *A. sparsifolium*, sin embargo, Freedman (1984), señala que en invierno los animales seleccionan a *A. fasciculatum* y en verano a *A. sparsifolium*.

La importancia de los herbívoros sobre la distribución y abundancia de las especies, ha sido puesta en evidencia por varios autores: Dirzo (1985), estudió la relación planta-herbívoro tomando en cuenta dos características: la primera sobre los cambios estructurales de las plantas al ser sometidas a la herbivoría, y la segunda sobre la sobrevivencia, reproducción, crecimiento y la capacidad competitiva de las plantas en la población; provocando que en algunos casos la herbivoría incremente la diversidad y en otros la reduzca.

En áreas semi-áridas de Australia, el pastoreo de ovinos redujo notablemente el establecimiento de *Acacia aneura* y de *Dodonaea viscosa* (Harrington, 1979).

La defoliación causada por el pastoreo provoca cambios fisiológicos, nutricionales y una sucesión secundaria (Archer, 1986), induciendo además que las reservas de fósforo y nitrógeno del suelo se agoten más rápidamente (Chapin, 1977; en Archer, 1986).

La intensidad del pastoreo provoca disminución de biomasa disponible y cambios estructurales de la vegetación; donde los animales pueden ser un instrumento en el manejo del medio (Genin, 1986).

El efecto del fuego en las zonas mediterráneas es considerado por unos autores como un factor favorable para el desarrollo del chaparral, asignándose como vegetación dependiente del fuego que se ha ido adaptando. Sin embargo, por otros es un factor que destruye la vegetación, modificando estructuralmente al medio. También cuando el fuego se presenta en forma combinada con el pastoreo ejerce un fuerte impacto sobre el medio ambiente.

5 OBJETIVOS

- 1.- Caracterizar las variaciones eventuales de la vegetación en cuanto a su composición florística y estructura, debidas al fuego y pastoreo.
- 2.- Realizar una comparación florística entre las diferentes situaciones a muestrear: No quemada-no pastoreada, no quemada-pastoreada, quemada-no pastoreada y quemada-pastoreada.
- 3.- Evaluar el impacto ecológico y pecuario del fuego, su importancia en el interés para la ganadería; así como definir el posible uso de éstas áreas.

6 AREA DE ESTUDIO

La Sierra de Juárez se encuentra localizada en la parte Norte de la cordillera que atraviesa de norte a sur la Península de Baja California. Se inicia en la frontera con E.U.A (Norte Rumorosa) y se prolonga al Sur hasta el Valle de la Trinidad (Rzedowski, 1978).

La localidad estudiada Rancho Las Margaritas se encuentra en la parte Norte de la Sierra de Juárez; a 1480 msnm, situada aproximadamente a los 32° 16' 30" latitud Norte y a los 116° 01' 30" longitud Oeste (Figura 1).

Los suelos son bajos litosoles ácidos de descomposición granítica. Existen valles con suelos podzólicos, derivados de aluviones, mostrando un desarrollo horizontal y materia orgánica (Freedman, 1984).

El clima es mediterráneo, caracterizado por sequía en verano y precipitación pluvial en invierno. La mayoría de la precipitación ocurre entre diciembre y abril, algunas veces con nieve, por encima de los 1000 msnm (Markham, 1916; *in* Freedman, 1984).

El promedio de la precipitación pluvial varía desde 200 mm en el interior del norte de B.C. (Valle las Palmas), que se encuentra a los 400 msnm a 25Km al Sur de Tecate y hasta 500 mm en las partes altas cerca de la frontera con E.U.A, con una elevación de 1500 msnm, disminuyendo rápidamente a 50mm en el Desierto Sonorense (Freedman, 1984).

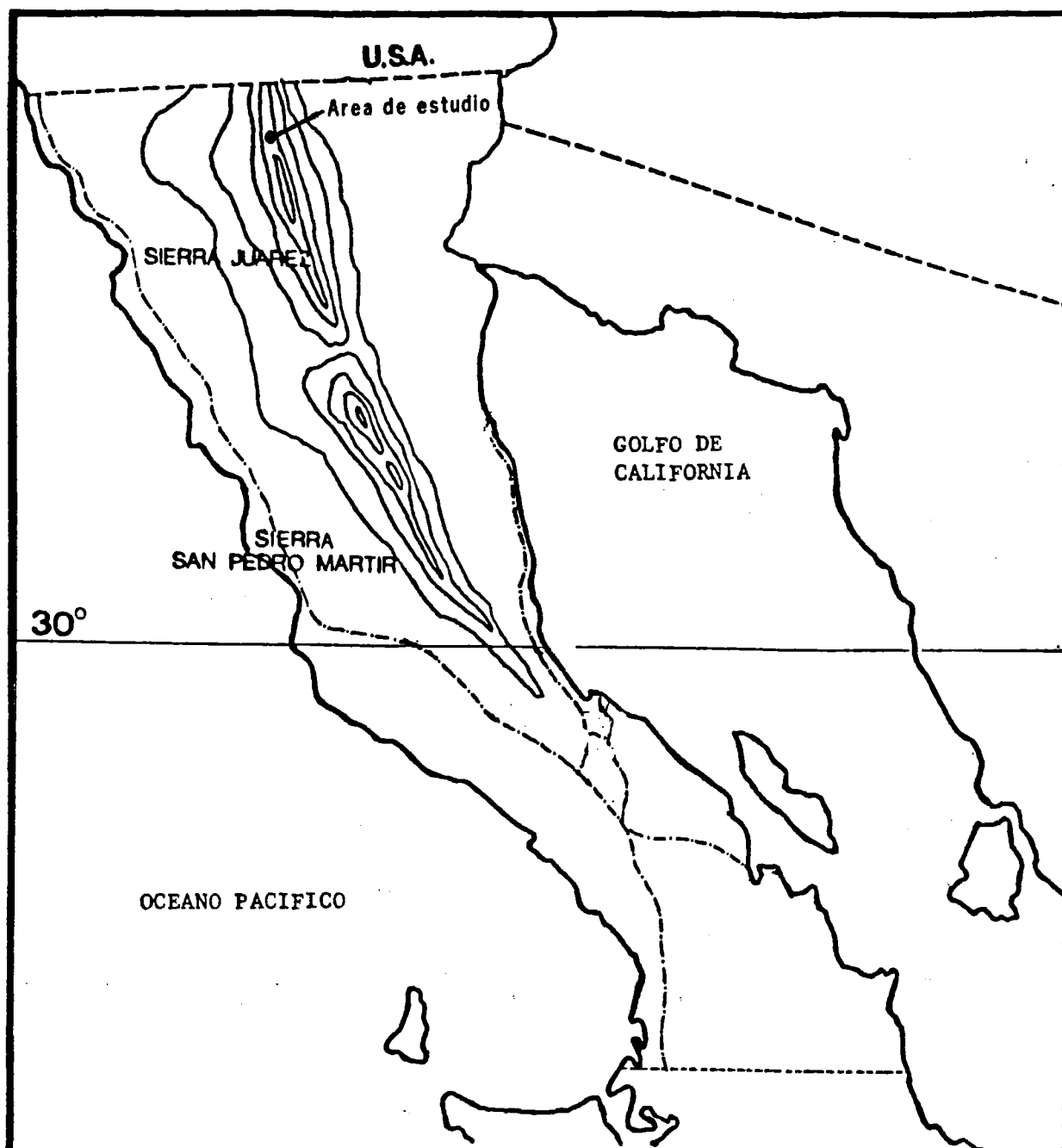


Figura 1: Localización del área de estudio en la Sierra de Juárez.

● Rancho Las Margaritas.

Existen datos climáticos de dos estaciones localizadas cerca de la zona de estudio (SARH, 1987); la primera en El Pinal, la cual se encuentra a 1350 msnm, que presenta 441.4 mm de precipitación anual y la segunda en San Juan de Dios Norte a 1280 msnm con 420.7 mm, con temperatura promedio de -0.5°C , presentándose un clima mediterráneo con inviernos helados.

En elevaciones entre 1000-1500 msnm existe un gradiente de la vegetación que va desde chaparral hasta Bosque. Las especies más frecuentes del chaparral son: *A. fasciculatum* y *A. sparsifolium*. Las adicionalmente frecuentes son *Arctostaphylos pungens*, *A. glauca*, *Ceanothus greggii*, *C. cuneatus* y *Rhus ovata*. Las menos frecuentes: *Quercus dumosa*, *Q. dunnii*, *Rhamnus crocea*, *R. californica*, *Prunus ilicifolia*, *Lonicera subspicata* y *Ceanothus leucodermis*. El chaparral también presenta plantas deciduas y suculentas, incluyendo *Eriogonum fasciculatum*, *Sambucus mexicana*, *Opuntia acanthocarpa* y semisuculentas *Yucca schidigera*, *Y. whipplei* y varias especies de herbáceas.

La vegetación riparia en arroyos con poco drenaje, encontramos a *Chrysothamnus nauseosus* y *Artemisia tridentata*, *Eriodictyon tricocalix* y ocasionalmente *Quercus agrifolia* y *Q. peninsularis*.

La vegetación arbórea está compuesta por *Pinus monophylla* y *p. quadrifolia* frecuentes al suroeste de la Rumorosa por encima de los 1300 msnm (Freedman, *op. cit.*), *Juniperus californica* que se

encuentra asociado con *Pinus monophylla* a los 1000 msnm (Minnich, 1987) y *Pinus jeffreyi* que cubre márgenes de pradera, por encima de los 1400 msnm (Freedman, 1984).

7 METODOLOGIA

7.1 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Dentro del área de estudio, se seleccionaron 4 situaciones diferentes, donde hubo un fuego en 1985 y existe pastoreo con bovinos, que son introducidas temporalmente al medio.:

- 1.- NO QUEMADA - NO PASTOREADA (NQ0)
- 2.- NO QUEMADA - PASTOREADA (NQ1)
- 3.- QUEMADA - PASTOREADA (Q1)
- 4.- QUEMADA - NO PASTOREADA (Q0)

7.2 METODOS

7.2.1 Composición florística:

La composición florística fue determinada por inventarios florísticos de la vegetación (Godron et al., 1966), realizados estacionalmente durante noviembre de 1988 a noviembre de 1989. Consisten en registrar todas las especies presentes en un área de 25 x 25 metros.

El grado de semejanza entre las zonas, según la presencia ó ausencia de especies, fue determinada mediante el índice de Sorensen (S), el cual es definido como:

$$S = \frac{2c}{a + b}$$

Donde:

c = Número de especies comunes en las zonas a y b

a = Número de especies en la zona a

b = Número de especies en la zona b

Este índice toma valores de 0.0 y 1.0, siendo 1.0 la similitud perfecta y 0.0 la total desimilitud entre las zonas.

7.2.2 Estructura de la vegetación y coberturas específicas:

Fueron determinadas por el método de transecto en banda; el cual es un método intermedio entre la cartografía de cuadrantes y el transecto lineal; consiste en registrar y medir la altura de los arbustos presentes en una banda de 30 m de largo x 0.5 mts. de ancho (Genin et al, 1989). Cada banda se dividió en segmentos de 0.25m² para lograr estimaciones de frecuencia. Se registró la altura de la planta y área ocupada por la especie para determinar su biomasa.

El método de banda es utilizado principalmente para la vegetación arbustiva, por lo que se realizó un inventario para registrar al estrato arbóreo (colaboración de F. Passini*), donde se tomaron datos sobre la altura y diámetro de los pinos en áreas de 25x25 m².

Otro método utilizado fue el de intercepción lineal, que consiste en medir la longitud de las plantas interceptadas a lo largo de una línea de 30 m (Canfield, 1941), donde solo se consideran las especies que tocan la línea, registrando la altura y anchura máxima de la planta en dirección perpendicular a la línea, obtebiéndose frecuencia y cobertura.

La cobertura herbácea se determinó mediante líneas pastorales, que consisten en líneas de 100 m de largo, donde el

* F. Passini- Laboratorio de Botánica Tropical. Univ. París, Francia.

número de veces que se presente la especie cada 0.2 metros equivale a la frecuencia y cobertura de la especie (Daget y Poissonet, 1971).

La contribución específica de cada especie herbácea, se determinó dividiendo la cobertura específica entre el porcentaje de cobertura total.

Se aplicó el análisis estadístico *t* de Student para la comparación del método de transecto en banda y el de intercepción lineal, con el propósito de determinar si existe diferencia en la estimación de cobertura arbustiva por ambos métodos.

Para determinar los efectos del fuego y pastoreo sobre la cobertura arbustiva, se utilizó un experimento factorial 2 x 2 donde se investigan simultáneamente los efectos de los diferentes factores, utilizando la cobertura total arbustiva (Cochran y Cox, 1973). Los tratamientos constan de todas las posibles combinaciones que puedan formarse de los distintos factores. De igual manera éste método fue empleado para determinar la influencia de esos factores, en el caso de *A. sparsifolium*.

El efecto del fuego y pastoreo en el desarrollo de *C. greggii* y *A. sparsifolium*, fue evaluada mediante el análisis de varianza de tres vías, utilizando la cobertura específica.

7.2.3 Regeneración

La regeneración arbustiva se determinó mediante el conteo de especies germinadas por semillas ó de individuos regenerados por brotes.

Debido a las grandes escalas de tiempo involucradas en la regeneración de las especies arbóreas y con el fin de tener un diagnóstico mas claro sobre la regeneración de *Pinus quadrifolia* en el área de estudio, se muestrearon 10 zonas más con características semejantes al medio, que han sido sujetas al fuego a diferentes fechas desde 1920, según los mapas de fuego (Minnich, 1983 y 1988); donde se tomaron los siguientes datos:

- a).- Un inventario fitoecológico en cada zona.
- b).- La edad de los pinos (dendrocronología) mediante el Taladro de Pressler: Se realizó mediante el conteo de los anillos de crecimiento; se tomaron 3 árboles con edad representativa de cada lugar y se sacó un promedio de todas las zonas muestreadas.
- c).- El tamaño de los pinos y arbustos.
- d).- El número de plántulas de pinos con respecto al tamaño encontrado debajo de *P. quadrifolia*, de *A. sparsifolium*, de otros arbustos y en suelo desnudo.

Con los datos de la edad de ocurrencia del fuego y la edad del pino se realizó una correlación, para la determinación aproximada del tiempo que tarda en desarrollar la formación arbórea, después de la perturbación.

Para fortalecer los datos registrados en el campo sobre la regeneración viable de *P. quadrifolia* con respecto a las

condiciones edáficas, se realizó un experimento de invernadero utilizando semillas viables en dos tipos de suelos: desprovisto de vegetación y por abajo de *A. sparsifolium*.

Se pusieron a germinar 100 semillas de *P. quadrifolia* para cada tipo de suelo, manteniéndoles a su capacidad de campo durante 6 meses.

8 RESULTADOS

8.1 COMPOSICION FLORISTICA:

8.1.1 Especies registradas:

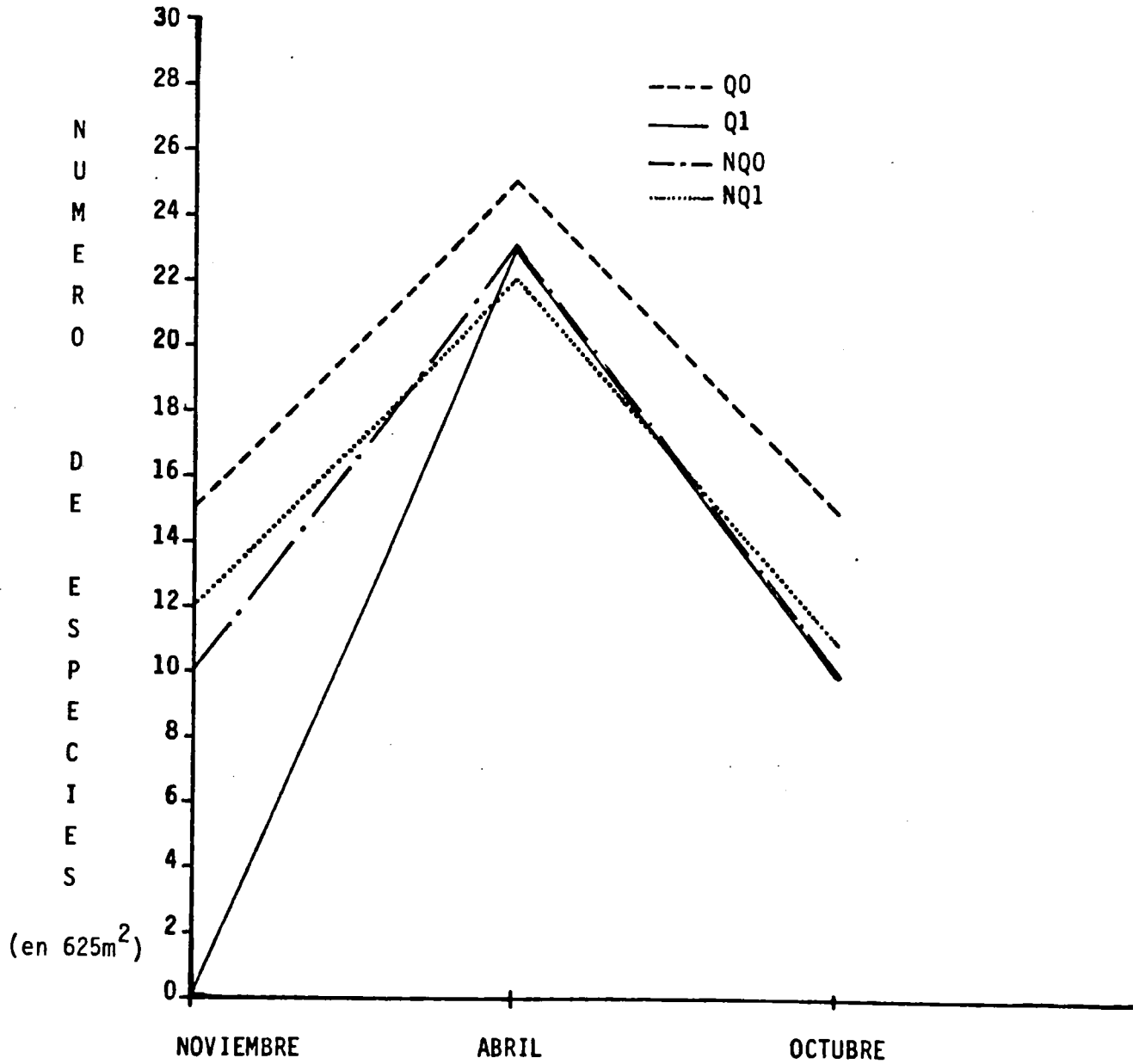
Dentro de un ciclo anual comprendido de noviembre de 1987 a noviembre de 1988, se registraron un total de 20 familias y 51 especies de plantas, donde aproximadamente el 60% corresponde a especies anuales, y el 40% a especies perennes (Tabla I). Se distinguieron a tres tipos de estratos vegetales: el arbóreo, constituido exclusivamente de *P. quadrifolia*; el arbustivo formado principalmente por *A. sparsifolium* y *Garrya flavescens* y el herbáceo.

Las zonas registraron un mayor número de especies en abril (Fig. 2), debido a la presencia de las especies anuales. Las especies perennes comunes en las cuatro zonas son: *Opuntia acanthocarpa*, *Arctostaphylos pungens*, *Garrya flavescens*, *Erodium cicutarium*, *Ceanothus greggii* var. *perplexans* y *A. sparsifolium*.

Las especies anuales comunes en las zonas son: *Eremocarya micrantha* var. *lepida*, *Descurainia obtusa* ssp. *obtusa*, *Eriophyllum wallacei*, *Bromus rubens* y *Stipa* sp.. De las exclusivas en cada una de las zonas se registraron en la zona quemada sin pastoreo a *Cryptantha* sp., *Taraxacum officinale* y *Festuca octoflora*; en la quemada pastoreada a *Aristida adensionis*, *Hordeum vulgare* y *Gilia carvifolia*; en la zona no

TABLA I: Composición florística en 4 zonas del Rancho las margaritas, Sierra de Juárez.
 QO= quemado-no pastoreado; NQ1=no quemado-pastoreado
 NQO=no quemado-no pastoreado; Q1=quemado-pastoreado.

FAMILIAS	ESPECIES	QO			Q1			NQO			NQ1		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ACAVACEAE	<u>Molina palmeri</u>	x	x	x									
	<u>Yucca schidigera</u>	x	x	x				x	x	x	x	x	x
BORAGINACEAE	<u>Cryptantha</u> sp		x										
	<u>Eremocarya micrantha</u> var. <u>lepida</u>		x		x			x			x		
BRASSICACEAE	<u>Descurainia obtusa</u> O.E. Schultz							x			x		
	<u>D. obtusa</u> subsp. <u>obtusa</u>		x		x			x			x		
	<u>D. pinnata</u> subsp. <u>menziesii</u>							x			x		
CACTACEAE	<u>Opuntia acanthocarpa</u>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<u>O. phaeantha</u> var. <u>discata</u>				x	x	x	x	x	x	x	x	x
COMPOSITAE	<u>Anisocoma scaulis</u> T y G							x	x				
	<u>Artemisia tridentata</u> Nutt.				x			x			x	x	x
	<u>Baccharis brachyphylla</u> A. Gray	x	x	x	x						x	x	x
	<u>Eriophyllum confertiflorum</u>									x			
	<u>E. wallacei</u> A. Gray		x		x			x			x		
	<u>Haplopappus linearifolius</u> D.C.			x									
	<u>Microseris linearifolius</u> (Nutt.)Sch.Bip.		x		x								
	<u>Taraxacum officinale</u>		x										
	Indeterminada						x						
	EUPHORBIACEAE	<u>Euphorbia albomarginata</u> Torr. & Gray											
<u>E. micromera</u> Boiss		x	x					x		x	x		x
<u>Arctostaphylos pungens</u> H.B.K		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<u>Quercus turbinella</u> Greene										x			
GARRYACEAE	<u>Garrya flavescens</u>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
GERANIACEAE	<u>Erodium cicutarium</u>	x	x		x	x	x	x			x		
GRAMINEAE	<u>Aristida</u> sp.		x		x								x
	<u>A. adscencionis</u>							x					
	<u>Bromus rubens</u> L. A		x		x			x			x		
	<u>Festuca octoflora</u> Walt		x										
	<u>Hesperocallis undulata</u>	x			x								
	<u>Hordeum vulgare</u>							x					
	<u>Muhlenbergia</u> sp.		x										
	<u>Stipa</u> sp.	x			x			x			x		
	<u>Vulpia myurus</u>		x		x								x
	<u>V. octoflora</u>	x	x										x
HIDROPHYLLACEAE	Indeterminada							x					
LEGUMINOSEAE	<u>Astragalus</u> sp.			x						x			
	<u>Lupinus andersonii</u> S.Wats.var. <u>sulinearis</u>									x			
	<u>Psoralea californica</u> S. Wats.		x		x								
ONAGRACEAE	Indeterminada							x					
PINACEAE	<u>Pinus quadrifolia</u> Parl.								x	x	x	x	x
POLYGONACEAE	<u>Eriogonum fasciculatum</u> Benth.	x	x	x									
	<u>E. thurberi</u> Torr.		x	x									x
POLEMONACEAE	<u>Gilia carvifolia</u> Abrams							x					
	<u>Linanthus</u> sp							x				x	
PORTULACACEAE	<u>Calyptidium wonandrum</u> Nutt.												x
RHAMNACEAE	<u>Ceanothus greggii</u> Gray var. <u>perplexans</u>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ROSACEAE	<u>Adenostoma fasciculatum</u> H & A	x	x	x									
	<u>A. sparsifolium</u> Torr.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
RUBIACEAE	<u>Galium andrewsii</u> A Gray										x		
SCROPHULARACEAE	<u>Castilleja foliolosa</u>										x		
	<u>Penstemon centranthifolius</u> Benth										x		x



I N V E N T A R I O S

Figura 2: Variación en el número total de especies, durante los inventarios florísticos en las diferentes zonas estudiadas.

quemada pastoreada solo a *Calyptridium monandrum* y en la zona sin fuego y sin pastoreo a *Galium andrewsii*, *Castilleja foliolosa* y *Eriophyllum confertiflorum* (Tabla I).

8.1.2.- Indice de similitud entre zonas:

En noviembre de 1987 no se obtuvieron datos para la zona quemada pastoreada, las plantas no pudieron ser reconocidas debido a que habían sido sobrepastoreadas drásticamente y por lo tanto no se realizó una comparación con las otras zonas.

Los índices de Sorensen señalan que la similitud específica entre las zonas no quemadas es más alta (0.78) que la similitud entre las zonas restantes. En la tabla II-A se observa como los índices son mas bajos entre una zona quemada y una no quemada, es decir, la presencia del fuego modifica mayormente la composición florística. Así mismo, se muestra que el pastoreo afecta de manera leve la composición florística.

Durante abril de 1988 hubo crecimiento de herbáceas anuales que provocaron una homogenización y disminución de los índices entre las zonas, sin embargo los resultados señalan que el fuego sigue siendo el factor que mayormente modifica la composición florística entre las zonas (Tabla II-B). Las zonas no quemadas son las más parecidas entre sí y que al compararlas con una quemada el índice disminuyó por debajo de 0.5. La acción del pastoreo no provocó grandes cambios en la composición florística.







En octubre las anuales ya habían desaparecido, ésto provocó mayor similitud específica entre las zonas. La mayoría de los

TABLA II: Comparación de similitud florística entre las zonas estudiadas, mediante el índice de Sorensen.







A) noviembre 1987; B) abril 1988; C) octubre 1988 y D) global. * sin muestreo.

QO= quemado- no pastoreado; NQO= no quemado-no pastoreado
NQ1= no quemado pastoreado; Q1= quemado- pastoreado.







A

ZONAS	QO	NQO	NQ1	*Q1
QO		0.64	0.57	
NQO			0.78	
NQ1				
Q1				







B




ZONAS	QO	NQO	NQ1	Q1
QO		0.45	0.59	0.54
NQO			0.62	0.52
NQ1				0.53
Q1				

C

ZONAS	QO	NQO	NQ1	Q1
QO		0.53	0.59	0.67
NQO			0.86	0.57
NQ1				0.63
Q1				

D

ZONAS	QO	NQO	NQ1	Q1
QO		0.49	0.61	0.61
NQO			0.77	0.50
NQ1				0.59
Q1				

 <0.5  0.5-0.75  >0.75

índices se registraran en un mismo intervalo (0.5 - 0.75). Las zonas no quemadas registraron la mayor similitud (0.86) y se comprueba aún más, que el fuego independientemente del pastoreo, tiene el mayor efecto sobre la composición florística (Tabla II-C).

Comparando los datos registrados en el ciclo anual, en la tabla II-D se muestra que los cambios florísticos dependen principalmente de la acción del fuego.

8.2 ESTRUCTURA DE LA VEGETACION

8.2.1 Estructura Global:

Los cambios estructurales en la vegetación debidos al fuego y pastoreo se muestran en las figuras del 3-6. Las figuras 3 y 4, donde el pastoreo es el único factor presente, muestran como el ganado se aboca solo a ciertos arbustos y en consecuencia modifican su estructura al perder parte de su follaje, siendo aproximadamente hasta dos metros de altura lo que el ganado puede alcanzar a consumir. Las plantas más afectadas estructuralmente, son: *A. sparsifolium* y *Garrya flavescens*.

Las figuras 3 y 5 muestran la diferencia estructural después del fuego, donde el cambio más visible es la desaparición del estrato arbóreo. La morfología de *G. flavescens* y *A. sparsifolium* es diferente; su follaje es mas denso y voluminoso.

Los cambios más drásticos a los disturbios se presentan en la zona quemada-pastoreada (figura 6). En esta área, *A. sparsifolium* presenta una estructura diferente a la observada en la zona

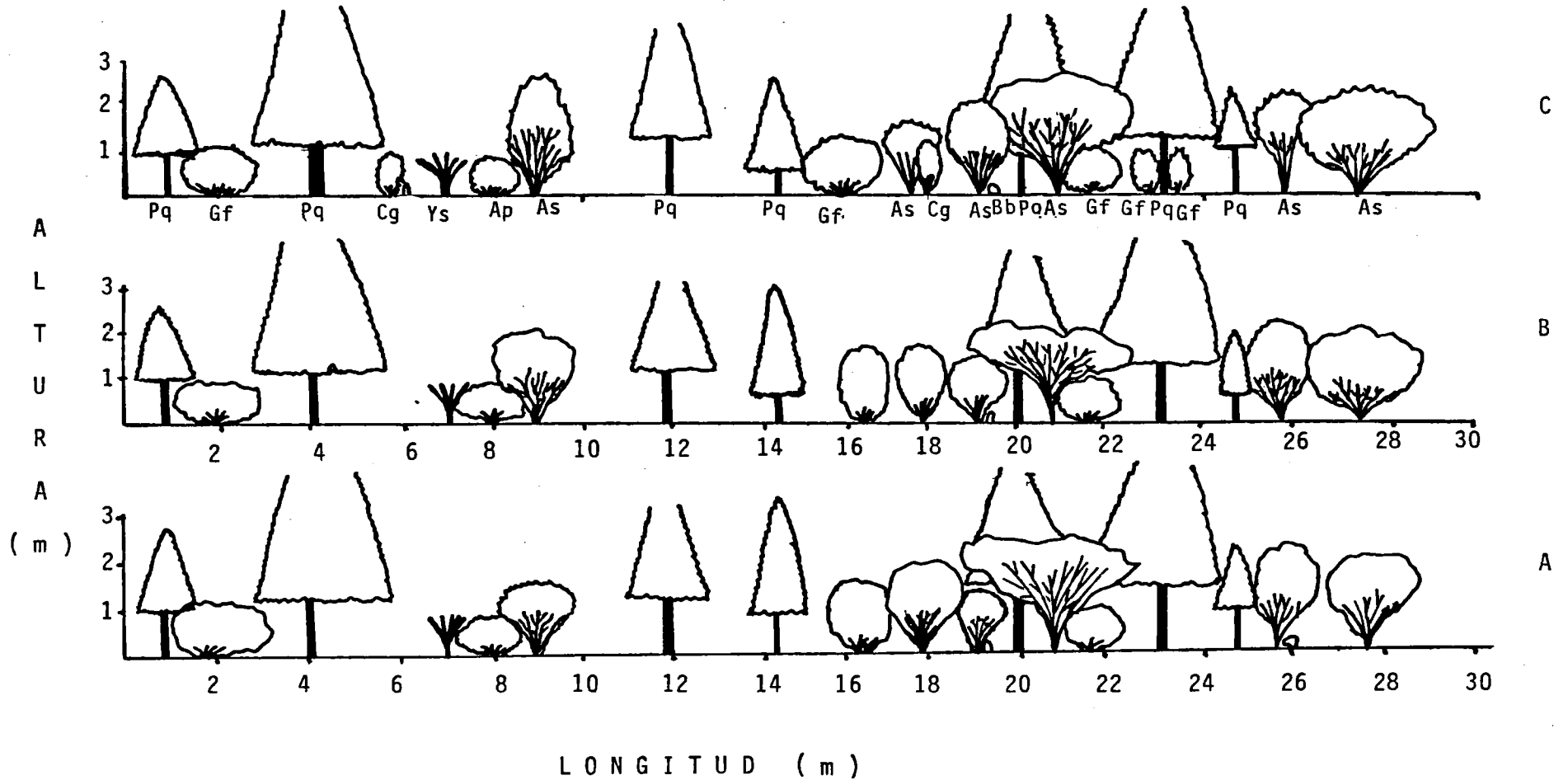


Figura 3: Variación de la estructura de la vegetación en la zona no quemada-no pastoreada (NQO), durante un ciclo anual. A) noviembre 1987; B) abril 1988 y C) octubre 1988.

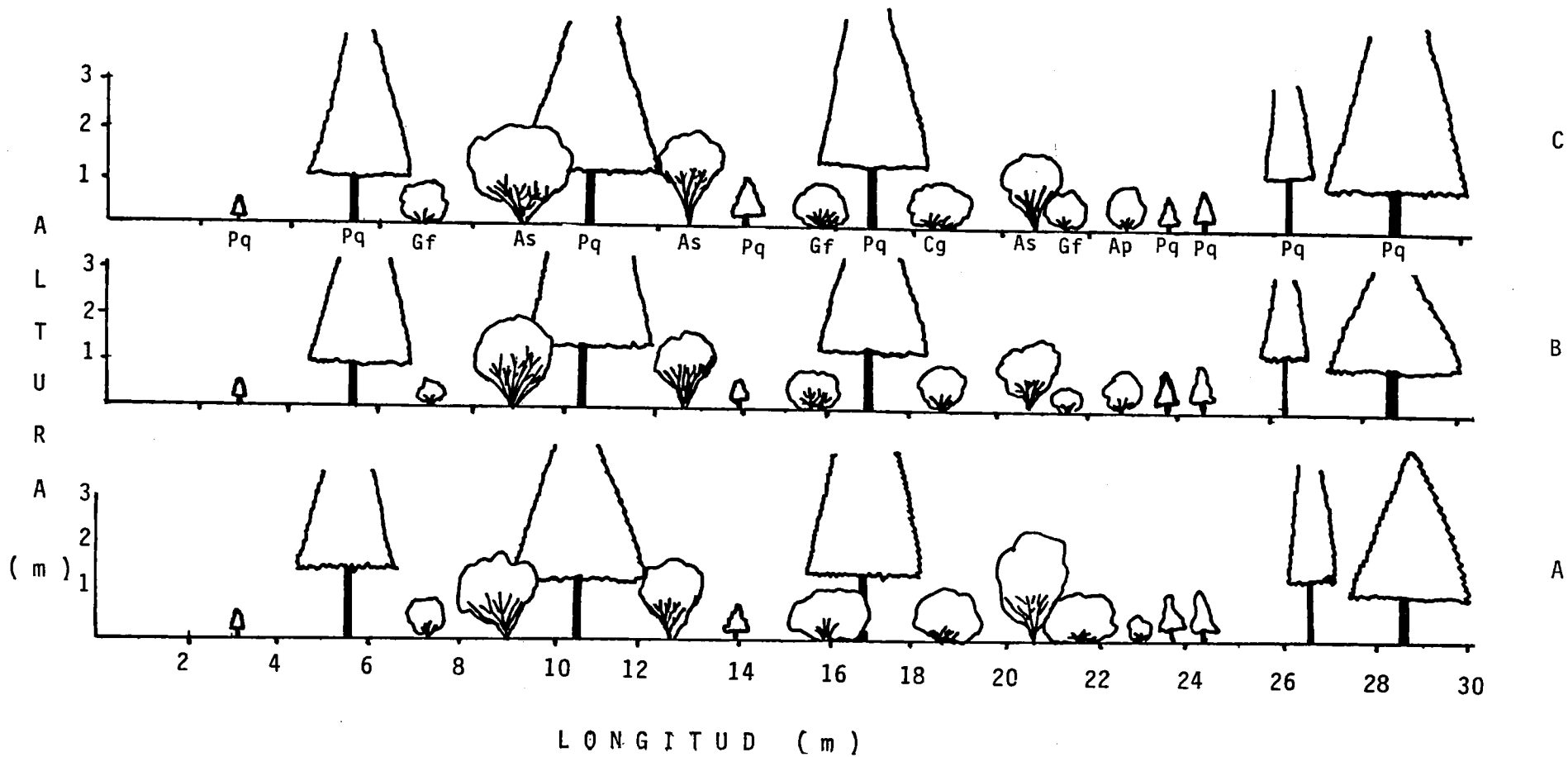


Figura 4: Variación de la estructura de la vegetación en la zona no quemada-pastoreada (NQ1), durante un ciclo anual. A) noviembre 1987; B) abril 1988 y C) octubre 1988.

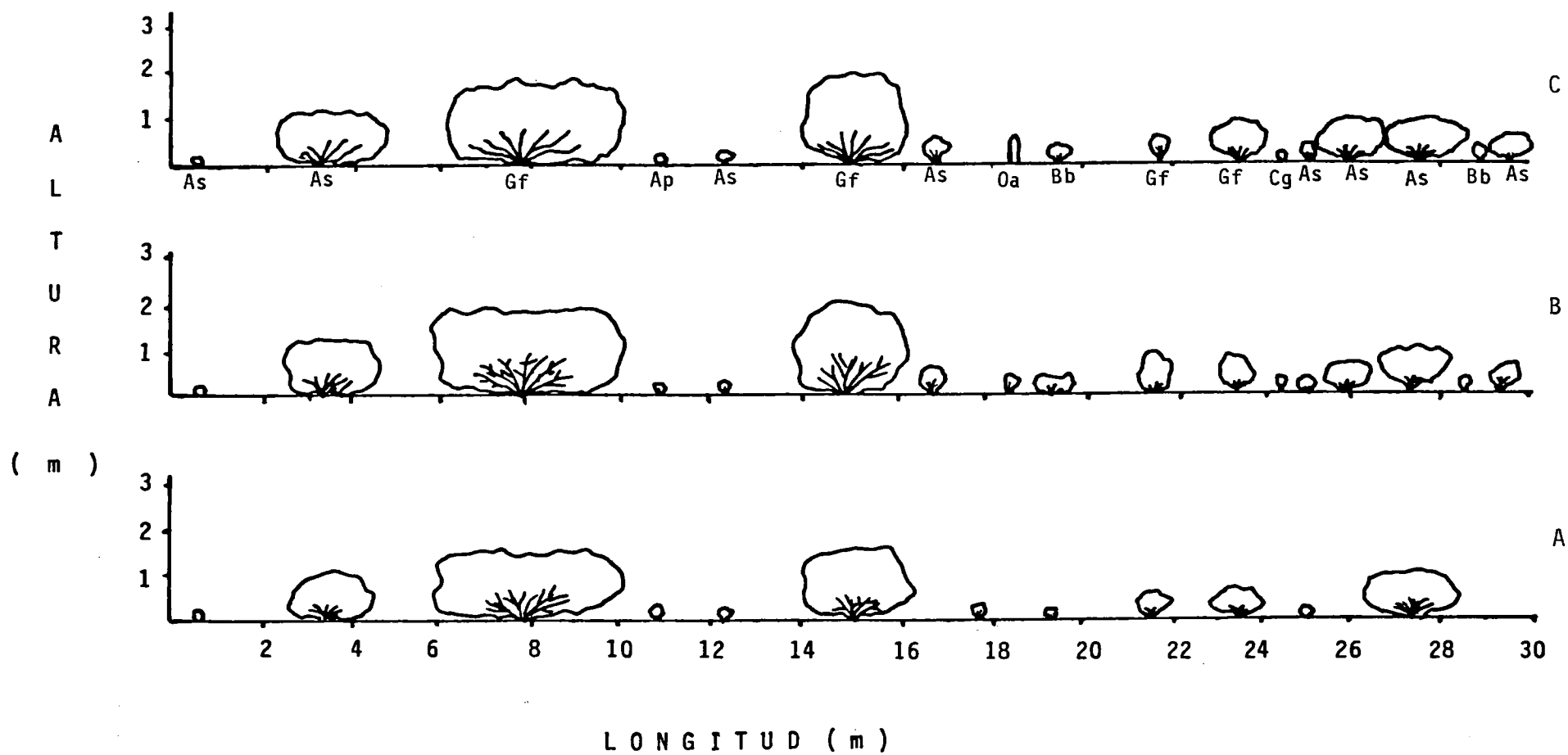


Figura 5: Variación de la estructura de la vegetación en la zona quemada- no pastoreada (Q0), durante un ciclo anual.
 A) noviembre 1987; B) abril 1988 y C) octubre 1988.

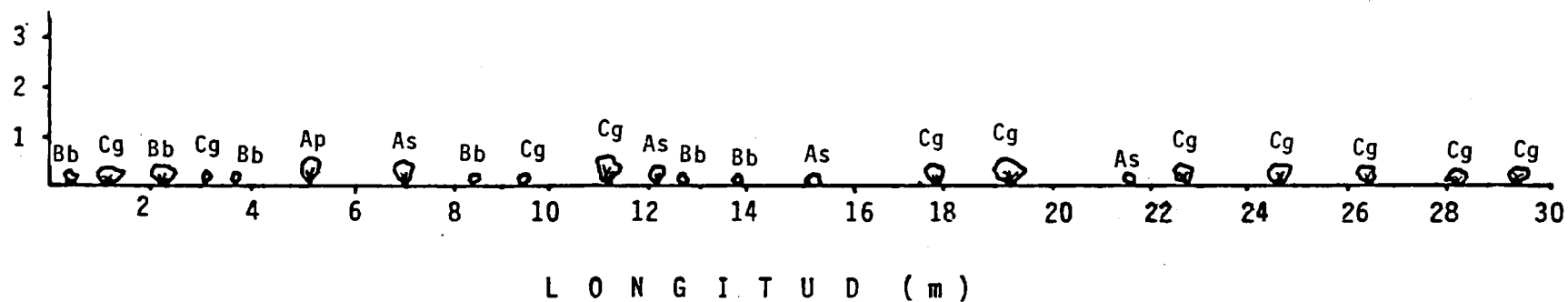


Figura 6: Variación de la estructura de la vegetación en la zona quemada-pastoreada (Q1), en octubre de 1988.

Bb= Baccharis brachyphylla
 Cg= Ceanothus greggii
 Ap= Arctostaphylos pungens
 As= Adenostoma sparsifolium

Pq= Pinus quadrifolia
 Gf= Garrya flavescens
 Oa= Opuntia acanthocarpa
 Ys= Yucca schidigera.

quemada sin pastoreo, su desarrollo es mediante regeneración por semillas, los brotes ya habían sido consumidos y *Garrya flavescens* no está presente en el medio, debido al pastoreo.

8.2.2 Estructura del estrato arboreo en zonas no quemadas:

P. quadrifolia tiene una estructura semejante en la zona pastoreada y en la no pastoreada, debido a que no es afectada por el ganado. Su crecimiento está casi siempre junto al estrato arbustivo (Fig. 3 y 4).

Se registraron aproximadamente 600 pinos/Ha, donde el 28% corresponde a los de altura mayor de 5 metros (diámetro de 18cm), el 55% a individuos entre 2 y 5 metros (diámetro de 8cm), el 12% a los de altura de 1-2 metros y el 5% corresponden a plántulas menores de 1 metro y con diámetro aproximado de 1cm. La regeneración en las zonas quemadas todavía no es observada (Fig. 7).

8.3 CONTRIBUCIONES ESPECIFICAS A LA COBERTURA

8.3.1 Cobertura total

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre la estimación de la cobertura por el método de banda y por el método de intercepción lineal. Los datos indican que las zonas sin pastoreo tienen mayor cobertura total (Tabla III).

En las zonas pastoreadas la cobertura decrece de 10% en la zona no quemada y de 13% en la zona quemada (Tabla III).

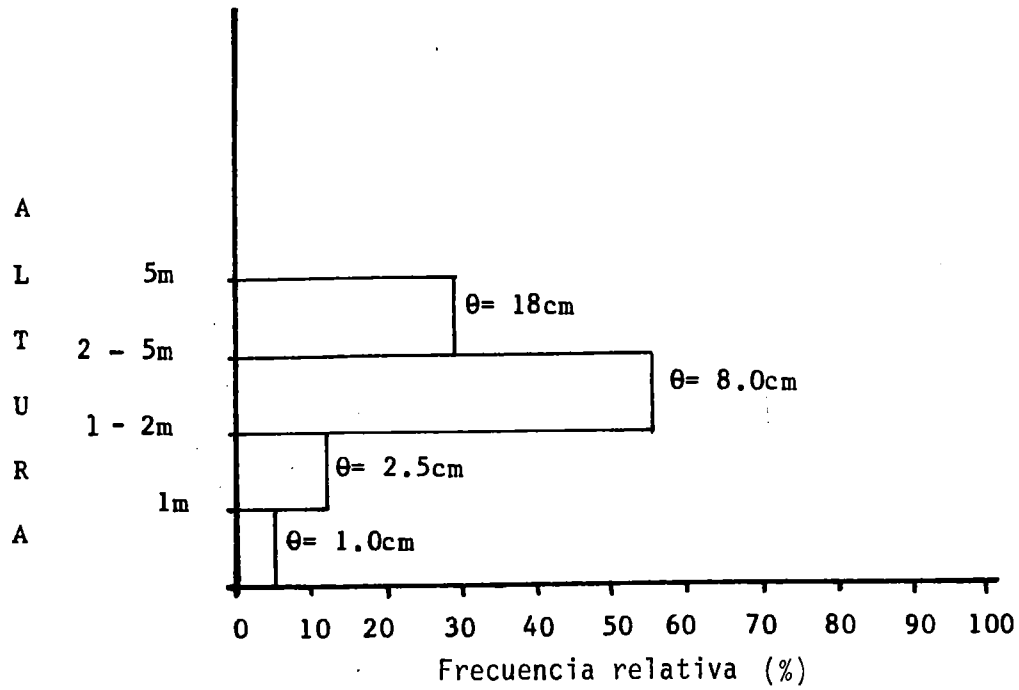


Figura 7: Frecuencias relativas de individuos de Pinus quadrifolia, encontrados en las zonas no quemadas

TABLA III: Cobertura total arbustiva (%), determinadas por los métodos de banda (B) e intercepción lineal (L) en los muestreos: 1) noviembre 1987; B) abril 1988 y C) octubre 1988.

Q0= quemada-no pastoreada; NQ1= no quemada pastoreada; NQ0= no quemada- no pastoreada y Q1= quemada-pastoreada.

MUESTREOS	NQ0		NQ1		Q0		Q1	
	B	L	B	L	B	L	B	L
1	20.2	20.2	13.8	10.0	19.2	16.9	-	-
2	21.5	22.1	9.8	8.8	20.5	25.1	-	-
3	16.1	18.0	4.05	4.0	21.7	24.1	8.5	7.7
\bar{x}	19.3	20.1	9.2	7.6	20.5	22.0		
σ	2.3	1.7	4.0	2.6	1.02	3.7		

TABLA IV: Análisis factorial para la determinación del efecto del fuego y pastoreo, sobre la cobertura total en las zonas de estudio, determinado por el experimento factorial. P= pastoreo; NP= no pastoreo; Q= quemado y NQ= no quemado.

FUEGO	PASTOREO		\bar{x}	P-NP
	NP	P		
NQ	19.3	9.2	14.3	-10.1
Q	20.5	2.8	11.7	-17.7
\bar{x}	19.9	6.0		
Q - NQ	1.2	-6.4		

Lo anterior puede explicarse con los resultados del experimento factorial (Cochran y Cox, 1973), donde se muestra que el fuego tiende a propiciar un aumento en la cobertura arbustiva en una zona no pastoreada y que el pastoreo es el principal factor que provoca una reducción en la cobertura total (Tabla IV).

Para la época de primavera, el pasto anual cubrió aproximadamente el 11% de las zonas no quemadas y el 40% de las zonas quemadas (Tabla V). La contribución específica para cada zona fue diferente; en la zona quemada pastoreada, la dominancia estuvo a cargo de *Lupinus andersonii* (66.6%), en la zona quemada no pastoreada por *Aristida sp* (86%), en la zona no quemada pastoreada por *Eremocarya micrantha* (16.6%), *Lotus sp* (16.6%), *Lupinus andersonii* (16.6%) y *Stipa sp* (50%), y para la zona no quemada no pastoreada *E. micrantha* (50%) y *Bromus rubens* (25%) (Tabla V).

8.3.2 Coberturas específicas arbustivas:

Las especies *A. sparsifolium* y *G. flavescens*, cubren en mayor porcentaje la mayoría de las zonas; únicamente en la zona quemada pastoreada *A. sparsifolium* registra una cobertura muy baja y *G. flavescens* no es registrada. Aunque en la zona no quemada pastoreada éstas dos especies no tienen una alta cobertura, representan a las especies dominantes por obtener el mayor porcentaje de volumen y cobertura relativa.

TABLA V: Contribuciones específicas (%) de las herbáceas, determinadas por líneas pastorales en la época de primavera.

COB= cobertura total; CSP= contribuciones específicas presencia.

E S P E C I E S	NQ0		NQ1		Q0		Q1	
	COB	CSP	COB	CSP	COB	CSP	COB	CSP
<u>Aristida</u> sp					38	86.4	1	2.6
<u>Bromus rubens</u>			4	25	2	4.5		
<u>Eremocarya micrantha</u>	1	16.6	8	50			5	12.8
<u>Eriophyllum wallacei</u>					4	9.0	1	2.6
<u>Erodium cicutarium</u>							3	7.7
<u>Euphorbia microphylla</u>			1	6.2				
<u>Lepidium</u> sp			1	6.2				
<u>Lotus</u> sp	1	16.6						
<u>Lupinus andersoni</u>	1	16.6					26	66.6
<u>Penstemon centranthifolius</u>							3	7.7
<u>Stipa</u> sp	3	50.0	2	12.5				
% COBERTURA HERBACEA TOTAL	6		16		44		39	

La mayor cobertura y volumen en la zona quemada pastoreada fue registrada por *Ceanothus greggii*. En las otras zonas, junto con *Yucca schidigera*, *Arctostaphylos pungens*, *Opuntia acanthocarpa*, *Baccharis brachyphylla*, *Adenostoma fasciculatum* y *Eriogonum thurberi* cubren escasamente (Tabla VI).

Con respecto al experimento factorial en *A. sparsifolium*, los resultados señalan que el pastoreo reduce su cobertura en 6.4% en una zona no quemada y 12.2% en una zona quemada. El fuego, promueve el crecimiento en cobertura de *Adenostoma* en una zona no pastoreada y es reducida con el pastoreo (Tabla VII).

8.3.3 Desarrollo de *Adenostoma sparsifolium* y *Ceanothus greggii*

Se observó que existen diferentes respuestas en *C. greggii* y *A. sparsifolium* en cuanto a su desarrollo, debido a la presión del fuego y pastoreo. Después del fuego y con pastoreo, se incrementó el desarrollo de *Ceanothus* y se disminuyó el crecimiento de *A. sparsifolium*.

El análisis de varianza sobre los cambios de cobertura de *C. greggii* y *A. sparsifolium* en las zonas de estudio, demuestra que no existen diferencias significativas de cobertura entre una zona quemada y una zona no quemada, y entre las especies después del fuego y después del efecto del fuego y pastoreo. Sin embargo, se presentaron diferencias significativas de cobertura entre *A. sparsifolium* y *C. greggii* ($P < 0.01$); entre *A. sparsifolium* y *C.*

TABLA VI: Cobertura específica total (%C), cobertura relativa (CR) y volumen relativo (VR), en las especies arbustivas registradas por el método de banda.

E S P E C I E S	N 0 0			N 0 1			Q 0			Q 1		
	%C	CR	VR	%C	CR	VR	%C	CR	VR	%C	CR	VR
<u>Adenostoma sparsifolium</u>	10.3	53.7	54.0	3.9	41.5	49.1	12.6	61.4	55.5	0.4	14.2	0.8
<u>Garrya flavescens</u>	5.4	28.2	31.9	3.6	38.3	33.3	6.9	33.7	42.8			
<u>Arctostaphylos pungens</u>	1.07	5.6	4.0	0.2	2.1	1.7	0.1	0.5	0.5	0.09	3.2	0.6
<u>Yucca schidigera</u>	0.7	3.6	3.2									
<u>Baccharis brachyphylla</u>	0.4	2.1	0.4	0.3	3.2	0.1	0.7	3.5	0.9	0.6	21.4	23.9
<u>Ceanothus greggii</u>	1.3	6.8	6.5	1.4	14.9	15.8	0.06	0.3	0.06	1.7	60.5	71.6
<u>Opuntia acanthocarpa</u>							0.09	0.4	0.2	0.02	0.7	3.1
<u>Adenostoma fasciculatum</u>							0.03	0.1	0.02			
<u>Eriogonum thurberi</u>							0.03	0.1	0.02			

TABLA VII: Análisis factorial para la determinación del efecto del fuego y pastoreo sobre la cobertura total, en Adenostoma sparsifolium, determinadas por el experimento factorial.

P= pastoreado; NP= no pastoreado; Q= quemado

NQ= no quemado.

F U E G O	P A S T O R E O		\bar{x}	P-NP
	NP	P		
NQ	10.3	3.9	7.1	-6.4
Q	12.6	0.4	6.5	-12.2
\bar{x}	11.45	2.15		
Q - NQ	2.3	-3.5		

greggii cuando existe el efecto del pastoreo ($P < 0.01$) y significativas entre una zona pastoreada y una no pastoreada ($P < 0.1$) (Tabla VIII).

8.4 REGENERACION

8.4.1 Regeneración arbustiva:

En marzo de 1988 en la zona quemada pastoreada, el 12% de las plantas corresponde a individuos germinados por semillas, sin embargo, para noviembre éstos individuos ya habían muerto y los que rebrotaron no adquirieron importancia en cobertura y volumen por ser muy ramoneados por el ganado.

A. sparsifolium se reproduce vigorosamente en las zonas quemadas por rebrotes y semillas, en una proporción de 1:3. *G. flavescens* también regenera por rebrote de la raíz y por semilla, en la zona pastoreada no registra cobertura específica debido a que fue consumida toda su biomasa.

Ceanothus greggii y *Arctostaphylos pungens* se reproducen solamente por semilla almacenadas por el suelo, no se observaron rebrotes de la planta. En la zona quemada pastoreada *Ceanothus* representa el 53% del total de individuos germinados por semilla y solamente en ésta zona adquiere gran importancia por sus altas germinaciones ya que en las zonas no pastoreadas adquiere un valor secundario. *A. pungens* presenta mayor número de germinaciones por semilla en la zona quemada pastoreada.

Sin embargo en la zona quemada no pastoreada ocurre lo contrario, *A. sparsifolium* comprende el 59% del total de arbustos

TABLA VIII: Análisis de varianza a tres vías, para la determinación del efecto del fuego y pastoreo sobre la cobertura de las especies de Ceanothus greggii y Adenostoma sparsifolium.

ANALISIS DE VARIANZA					
VARIABLE RESPONSABLE: COBERTURA					
FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRATICA	RAZON DE F	PROBABILIDAD
TOTAL	683.07833	23			
Fuego	27.73500	1	27.73500	2.113	0.16539
Especie	117.92667	1	117.92667	8.984	0.00853 **
Pastoreo	57.04167	1	57.04167	4.346	0.05349 *
Fuego*especie	1.50000	1	1.50000	0.114	0.74328
Fuego*pastoreo	2.28167	1	2.28167	0.174	0.68666
Especie*pastoreo	218.40667	1	218.40667	16.639	0.00087 **
fuego*especie*pastoreo	48.16667	1	48.16667	3.669	0.07346
ERROR	210.02000	16			

germinados por semilla y *Ceanothus* el 11%. *G. flavescens* no presenta gran porcentaje de semillas germinadas pero los rebrotes adquieren gran cobertura y volumen (Tabla IX).

8.4.2 Regeneración de *Pinus quadrifolia*

8.4.2.1 Mapeo de los fuegos:

El registro de los fuegos ocurridos de 1920-1971 en la Sierra de Juárez fueron obtenidos mediante fotografías aérea tomadas en 1938, 1956 y 1972, proporcionadas por el geógrafo Richard Minnich de la Universidad de California, Riverside, que fue resumido para obtener una mejor visualidad de las áreas perturbadas (Fig. 8) señalando que la mayoría de éstos son pequeños pero numerosos que ocurren durante el verano.

El área analizada corresponde al mapa topográfico del Neji que se localiza entre los 32° 15' y 32° 30' latitud norte y los 116° 00' a los 116° 20' longitud oeste y donde aproximadamente 31,113 hectáreas fueron quemadas por lo menos una vez desde 1920 correspondiendo aproximadamente al 45% del área total mapeada. Dentro del área mapeada se realizaron 10 inventarios de la vegetación, donde se encontró que las especies dominantes son *A. sparsifolium*, *P. quadrifolia*, *C. greggii* y *Quercus turbinella*. Algunas de las zonas mapeadas no fueron muestreadas por no pertenecer al mismo tipo de suelo ó por ser áreas difíciles de llegar por su posición topográfica.

Tabla IX: Número de germinaciones por semilla (S) y rebrote (B), de las especies en las zonas (500 m²): quemada pastoreada (Q1) y quemada no pastoreada (Q0).

E S P E C I E S	ZONA Q0		ZONA Q1	
	B	S	B	S
<u>Adenostoma sparsifolium</u>	36	131	--	--
<u>Ceanothus greggii</u>	--	3	--	70
<u>Arctostaphylos pungens</u>	--	6	--	30
<u>Baccharis brachyphylla</u>	--	49	--	--
<u>Yucca schidigera</u>	--	16	--	--
<u>Garrya flavescens</u>	2	9	--	--

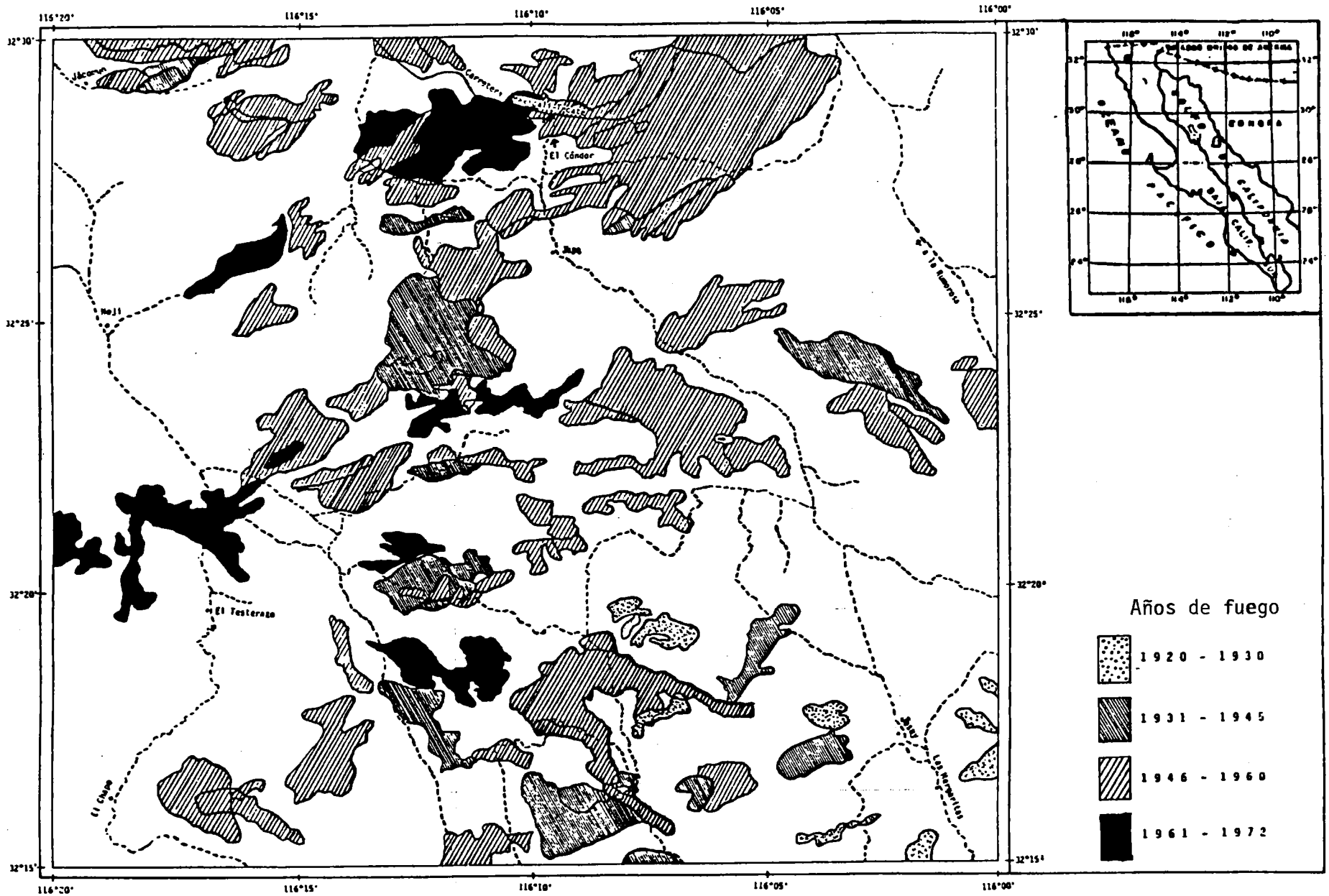


Figura 8: Localización de las áreas incendiadas (superior a 31,000 Has.) en la Sierra de Juárez, desde 1920-1972.

Se realizó una correlación entre la edad de los pinos y el año en que se presentó el fuego, la cual señala que la regeneración viable de *P. quadrifolia* ocurre aproximadamente 20 años después del fuego (Fig. 9) y esencialmente abajo de arbustos maduros, principalmente en *A. sparsifolium* (Tabla X).

La presencia de arbustos permite ofrecer condiciones microclimáticas y edáficas favorables para su germinación en el aporte de materia orgánica y otros nutrientes importantes (Tabla XI). Los datos señalan como el contenido porcentual de éstos nutrientes en el horizonte superficial superan en gran medida a un suelo que no contiene a la vegetación arbustiva.

Con el propósito de confirmar la importancia de las condiciones edáficas en la regeneración de *P. quadrifolia*, se realizó un experimento en invernadero sobre la germinación de semillas de pino utilizando los dos tipos de suelo: abajo de *Adenostoma* y en suelo desnudo. Los resultados mostraron que la germinación no depende del tipo de suelo, ya que aproximadamente se presentó igual número de germinaciones en los dos tipos de suelo, sin embargo, las plántulas que germinaron en suelo de *A. sparsifolium* mostraron mayor sobrevivencia que las germinadas en suelo desnudo. (Tabla XII).

TABLA X : Frecuencias absolutas de individuos de Pinus quadrifolia de talla inferior a 2 metros, encontrados en 6 parcelas de 500 m².

As= Adenostoma sparsifolium

Pq= Pinus quadrifolia.

	BAJO As	BAJO Pq	BAJO OTROS ARBUSTOS	EN SUELO DESCUBIERTO
PLANTULA	37	9	19	2
H ≤ 0.5 m	12	0	7	1
H ≤ 1.0 m	5	2	7	3
H ≤ 2.0 m	18	0	11	6
TOTAL	72	11	44	12

TABLA XI: Contenido de materia orgánica, Carbono, Nitrógeno y Fósforo (%MS), de la capa superficial del suelo arenoso de la Sierra de Juárez.

As= Adenostoma sparsifolium

	SUELO DESCUBIERTO	SUELO ABAJO DE As.
MATERIA ORGANICA	0.84	7.94
CARBONO	0.49	4.60
NITROGENO	0.03	0.14
FOSFORO	0.04	0.15

TABLA XII: Variación del número de plántulas vivas de *Pinus quadrifolia* después de germinación en invernadero, utilizando 2 tipos de suelos, durante 6 meses.

DIAS	SUELO ABAJO DE As	SUELO AL DESCUBIERTO
30	2	6
60	15	18
90	16	17
120	29	35
210	11	2

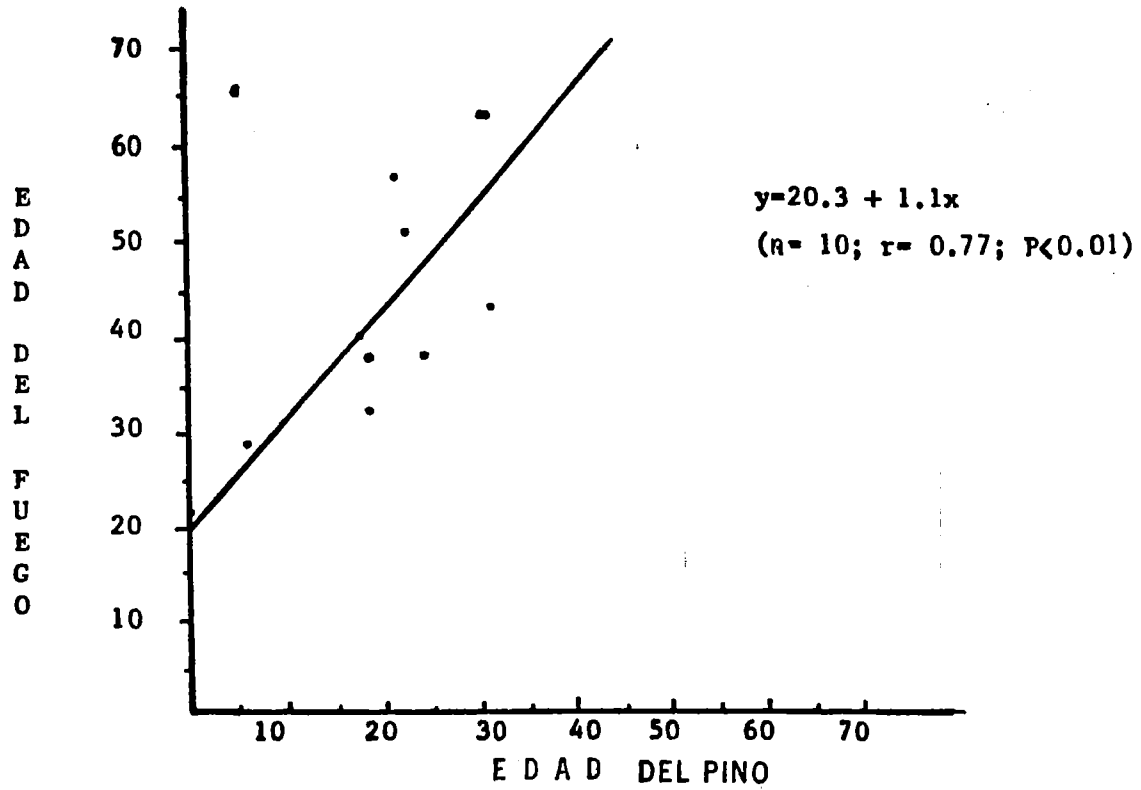


Figura 9: Relación entre la edad del incendio (Minnich, no publicado) y la edad de Pinus quadrifolia.

9 DISCUSION

9.1 COMPOSICION FLORISTICA:

Las diferencias en el número de especies entre las zonas quemadas y no quemadas, se debe principalmente al alto desarrollo de herbáceas producidas después del fuego. Freedman (1984) menciona que el desarrollo de las herbáceas dura solamente el primer año después del fuego, debido al desarrollo de los rebrotes. Sin embargo, las herbáceas todavía son observadas a tres años del incendio, esto coincide con los resultados de Hanes (1970), quién señala que el crecimiento puede prolongarse hasta seis años después del fuego. También cabe mencionar que el alto crecimiento de las herbáceas es debido a que durante los primeros 18 meses, el fuego crea condiciones favorables de suelo, aumentando el contenido de nutrientes (Rundel y Parsons, 1980).

De acuerdo a un estudio realizado por Keeley *et al* (1981) sobre el crecimiento de las herbáceas después del fuego, se les puede agrupar en 4 categorías: 1) Herbáceas anuales generalizadas; son las que varían según la precipitación y tienen gran habilidad de dispersión, 2) Herbáceas perennes generalizadas; florecen esporádicamente y sus bulbos están enterrados lo suficiente para sobrevivir después del fuego, 3) anuales dependientes del fuego; son las que abundan solamente el primer año después del fuego y 4) perennes dependientes del fuego; su desarrollo dura hasta la aparición del arbusto, ya que normalmente no se encuentra debajo del chaparral.

Esta clasificación podría responder a tantas discusiones que existen sobre la duración de las herbáceas después del fuego. Sin embargo, ésta agrupación no coincide totalmente con lo presentado en las zonas de estudio, ya que *Cryptantha sp.* es agrupada como anual generalizada y que por sus características la clasificaría como anual dependiente del fuego. Por otra parte *Eriophyllum confertiflorum* si coincide con lo registrado en la bibliografía por ser clasificada como perenne generalizada. En forma general, la mayoría de las herbáceas que se desarrollaron en las zonas quemadas son anuales dependientes del fuego.

Las diferencias en la clasificación con respecto a las áreas de estudio, quizás se deban a las diferencias de altitud y topografía que existen entre las zonas utilizadas por Keeley *et al* (1981), el cual señala que los cambios sucesionales de las herbáceas varían espacial y temporalmente.

En lo correspondiente a las especies perennes, la mayoría de las especies arbustivas no fueron afectadas por el fuego, continúan dominando después, porque se ha observado que en las comunidades arbustivas mediterráneas el chaparral posee la capacidad de adaptarse al fuego (Keeley, 1986). Tal es el caso de *A. sparsifolium* y *G. flavescens* que siguen apareciendo con un gran crecimiento en las áreas quemadas sin pastoreo.

Una especie dominante en muchas áreas de California y Baja California es *A. fasciculatum*, la cual es encontrada de manera escasa solamente en la zona quemada sin pastoreo, esto podría reflejar un cambio de condiciones abióticas, dispersión de

semillas de otras áreas cercanas a la de estudio ó también porque es una de las especies que requieren de calor para germinar (Keeley, 1986). También Beatly (1987), encontró que *A. sparsifolium* y *A. fasciculatum*, tienen una distribución espacial diferente, atribuyendo tal separación a varios factores (e.g. diferentes requerimientos microambientales, competición y perturbación), pero que el principal factor es debido a las propiedades del suelo, ya que juega un papel muy importante en el establecimiento y dominancia de los arbusto y sus posibles asociaciones.

Los leves cambios ocurridos en la vegetación arbustiva, se deben principalmente a la infrecuencia de los fuegos, ya que se ha observado disminución en la abundancia en áreas donde el fuego es frecuente, por la alta mortalidad de semillas (Zedler et al, 1983).

Los índices de similitud resultaron relativamente altos, éstos resultados reflejan el grado de especies semejantes entre las zonas, reforzando que el fuego no alteró en forma general la composición florística, sin embargo de manera estacional la similitud se observó en menor grado por la presencia del estrato herbáceo. Con respecto al pastoreo, parece ser de efecto esencial sobre la estructura de la vegetación (Tabla II).

9.2 ESTRUCTURA DE LA VEGETACION

Los cambios estructurales después del fuego en la vegetación son basados principalmente a una tendencia en el aumento de volumen y al modo de reproducción de las especies presentes (Fig.

5). La planta es inducida a un desarrollo mas rápido desde el primer año después del fuego y que según Rundel y Parson (1979), la vegetación puede estabilizar su crecimiento con el tiempo. Estas observaciones fueron presentadas principalmente para *A. sparsifolium* y *G. flavescens* que se reprodujeron mas por semilla. Actualmente en la zona quemada pastoreada los individuos de éstas dos especies germinados por semilla han muerto, pero no por una acción natural del fuego sino por una fuerte presión de pastoreo, porque en la zona no pastoreada se registra un mayor número de semillas germinadas. Estos resultados no coinciden con los de Freedman (1984), ya que registró que las semillas presentan una mortalidad mayor en áreas quemadas entre 10 y 30 años.

La introducción temprana de los animales al medio quemado, ha generado una perturbación importante. Cuando existe el libre pastoreo el consumo del animal está limitado a ciertas especies las cuales tienen el riesgo de desaparecer y provocar que el medio pierda su valor pastoral. Cuando el pastoreo es en áreas limitadas, el animal tiene poca selectividad alimenticia, ejerciendo gran presión pastoral sobre la vegetación; por lo tanto es importante realizar una rotación del ganado a otras áreas forrajeras para esperar que la vegetación crezca y en un tiempo ofrecer al animal mas alimento y evitar que las especies importantes del medio tiendan a desaparecer (Genin et al, 1987).

La selectividad alimenticia del ganado sobre la vegetación, ha provocado que las especies no consumidas tengan el espacio disponible para un mayor crecimiento y así provocar que existan

cambios estructurales por la dominancia de otras especies arbustivas (Balph, 1986). En estado juvenil *C. greggii* no ha sido observado como consumido (Genin, com. pers.) y es por lo anterior que en la zona quemada pastoreada alcanza una dominancia no observada en las otras zonas. Sin embargo, en otras áreas similares si ha sido observada pero consumida por pequeños mamíferos (lagomorfos) (Mills, 1983, 1986).

Con respecto a *P. quadrifolia*, su estructura no se ve modificada por el efecto del pastoreo, sin embargo en las zonas quemadas el estrato arbóreo no presenta indicios de germinación. De acuerdo a un estudio realizado en áreas forestales de Idaho en condiciones de bajas intensidades y frecuencias de fuego, se observó que la germinación de *P. ponderosa* después del fuego no es alterada y que en las áreas pastoreadas se registró un mayor porcentaje de plántulas de Pinus, con diámetro entre 0.5-2.0 m. (Zimmerman y Neuenschwander, 1984).

Mucho se ha especulado sobre las respuestas ó beneficios que tienen las plantas al ser consumidas por el ganado: por ejemplo que ayuda a la dispersión de semillas, al enriquecimiento del suelo mediante sus heces fecales. Sin embargo, para Belsky, (1986) no existen evidencias sobre los beneficios que los animales tienen sobre las plantas y Owen (1980), por su parte señala que hay una relación benéfica entre las plantas y los animales, debido a que los animales pueden provocar un aumento en

el crecimiento de las plantas y tener mayor sobrevivencia en el medio, incrementando la producción de biomasa y rejuveneciendo a la vegetación (Willard y Mickell, 1978).

También se ha señalado, que ciertas plantas tienen un crecimiento compensatorio después de ser ramoneada como una característica adaptativa a los herbívoros, la cual está regulada por la intensidad del pastoreo (McNaughton, 1983).

En las zonas pastoreadas del área de estudio, el ganado disminuyó la cobertura total, al consumir los rebrotes y germinaciones por semilla. Sin embargo, éstas observaciones de los autores no han coincidido con los resultados de este estudio, ya que se requiere de un mayor tiempo de estudio para corroborar si hay crecimiento compensatorio. Actualmente la vegetación todavía no presenta una recuperación a la presión pastoral.

9.3 CONTRIBUCIONES ESPECIFICAS A LA COBERTURA:

La cobertura total arbustiva puede ser determinada por el método de banda e intercepción lineal. Los resultados estadísticos coinciden con el trabajo realizado por Genin et al, (en revisión) que señalan alta significancia entre la determinación de cobertura entre los métodos, señalando que el método en banda puede obtener mayor información con respecto a la configuración espacial de la vegetación y en la estimación de biomasa.

De acuerdo a los resultados del experimento factorial (Tabla IV), éstos apoyan en gran medida el porqué de los cambios de

cobertura en las diferentes zonas, sin embargo esto contrasta con lo observado por Zedler et al (1983), el cual señala una reducción de cobertura del 97% en la especie de *Adenostoma fasciculatum* en el Estado de California, quizás éstas diferencias se deban a las variaciones en las intensidades de los fuegos en los dos estudios.

También el rango de la cobertura está favorecida por el crecimiento de los brotes y semillas, ya que presentan gran capacidad de desarrollo los primeros años post-fuego (Sampson 1944 in Keeley y Keeley, 1981).

9.4 REGENERACION:

9.4.1 Regeneración arbustiva:

La mayoría de las especies arbustivas en las zonas quemadas se reproducen vigorosamente por brotes y semillas, el fuego induce a la planta a desarrollarse y estimula a las semillas a germinar.

Mills (1983) observó que desde el primer año seguido del fuego, existe un alto porcentaje de germinaciones por semilla, sin embargo, los resultados de Freedman (1984) señalan que *A. sparsifolium* se reproduce raramente por semilla, lo cual provoca que su fisionomía sea abierta y con una distribución espaciada. Las observaciones de freedman (1984) con respecto a mi estudio difieren principalmente por que las áreas son ocupadas por diferentes especies.

La alta mortalidad de semillas está relacionada con la introducción temprana del ganado a las áreas quemadas, aunque la mortalidad siempre se ha relacionado con el desarrollo de rebrotes, ya que las sustancias tóxicas de los individuos maduros inhiben su desarrollo (Freedman, 1984).

Por otra parte *Ceanothus greggii* y *Arctostaphylos pungens*, son las 2 especies que solamente se reproducen por semilla, no presentan rebrotes y la escarificación de sus semillas es provocado por el calor producido por el fuego (Hanes, 1977; Keeley, 1977). En la zona quemada no pastoreada éstas especies no presentan mucha abundancia, sin embargo, en la zona quemada pastoreada aumentan su porcentaje de germinaciones. Según Chabot y Mooney, (1985), *Ceanothus greggii* requiere para desarrollarse de la presencia del chaparral maduro y de la liberación de minerales provenientes de los arbustos quemados.

9.4.2 Regeneración arbórea:

Pinus quadrifolia es perturbado fuertemente por el fuego, no existen individuos germinados en las zonas quemadas estudiadas. El establecimiento del pino después del fuego, puede ser dependiente de la humedad del suelo (Horn, ?) el cual puede ser a través de varias etapas de sucesión.

Los resultados de germinación obtenidos en los otros sitios, señalan que se requiere por lo menos 20 años para que un pino germine y crezca. Probablemente esta lenta recuperación del bosque se deba principalmente a que los estratos vegetales más inferiores deban recuperarse primeramente y así enriquecer el

medio de nutrientes para crear condiciones favorables para su desarrollo. Esto coincide con lo observado por Conard y Radosevich (1982), donde estudian la sucesión postfuego de *Abies concolor* al norte de la Sierra Nevada, California, encontrando que ésta especie no se registra en áreas afectadas a diez años después del fuego y solo donde hubo incendios hace aproximadamente 60 años, pero con coberturas bajas (7%) y que la germinación se llevó después del desarrollo del chaparral de montaña.

Un estudio realizado por Tausch, (1988) sobre el reestablecimiento de *Pinus monophylla* y *Juniperus osteosperma*, señala una diferencia de germinación y desarrollo en las dos especies; *P. monophylla* solamente el 0.6% y *J. osteosperma* el 38%, en este caso la densidad a 60 años después del fuego fue mayor en *P. monophylla* y seis veces mas a los 145 años, esto no coincide con los resultados de este trabajo, por no observarse una regeneración rápida del pino.

Asimismo, Vale (1975), estudió los efectos del fuego sobre la regeneración de *Pinus coulteri* y observó que después del fuego el pino tuvo una rápida germinación, debido a que el fuego no fue intenso, señalando que los resultados pueden alterarse si se presenta otro fuego pero con una intensidad mayor.

La Figura 10, muestra de manera general la dinámica de vegetación en el bosque de *Pinus quadrifolia* después del fuego y pastoreo.

TIEMPO
(A Ñ O S)

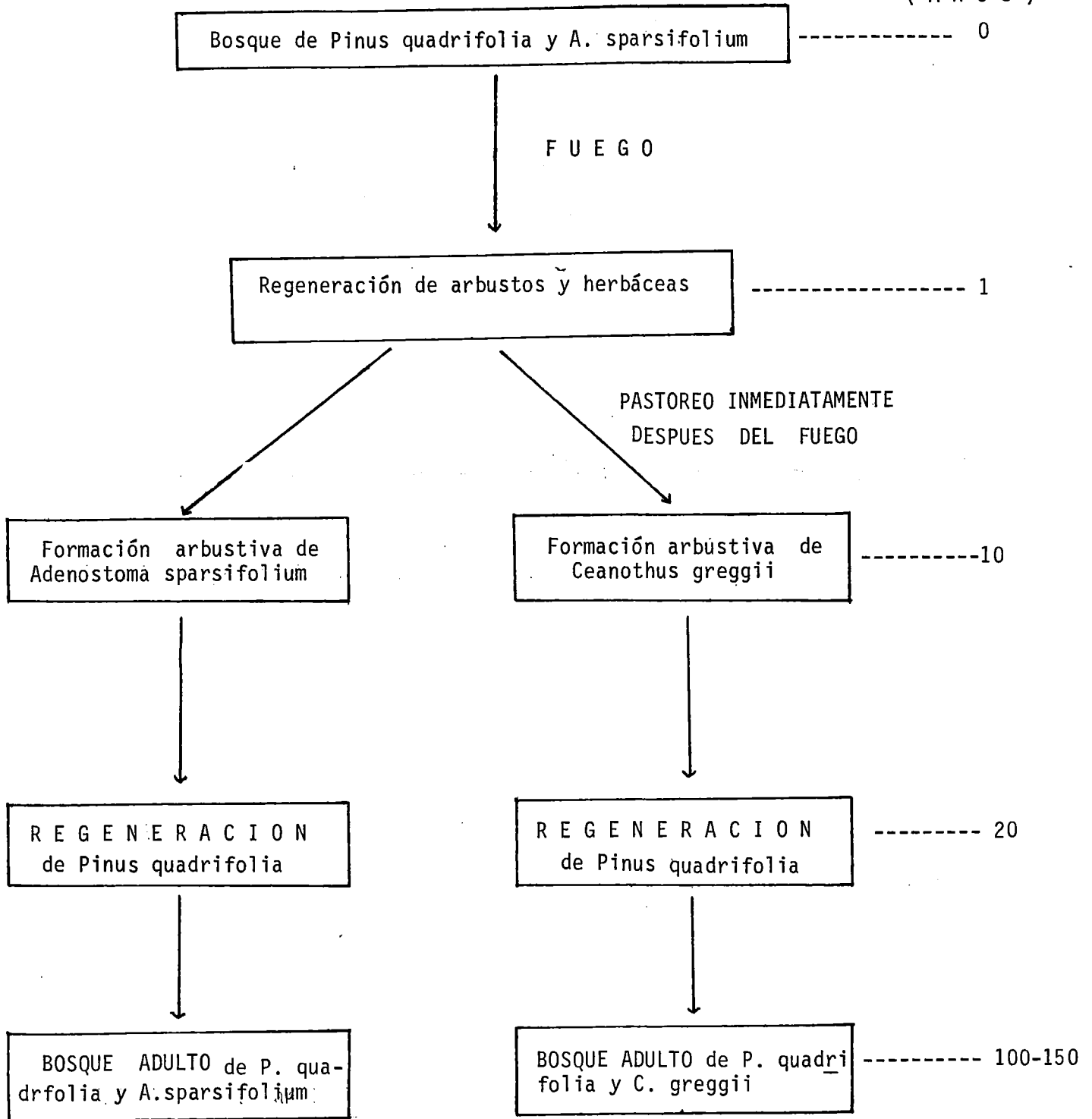


Figura 10: Esquema que muestra los cambios que se presentan en el Bosque de pino piñonero, después del fuego y pastoreo a través del tiempo.

La utilización del fuego como método para incrementar superficies de pastoreo, resulta poco eficiente y destructivo para el medio. Si, efectivamente existió un desarrollo de herbáceas después del fuego, este ocurre durante un periodo relativamente breve (1-5 años) y solamente estacionalmente (1-3 meses al año) porque las herbáceas que se desarrollan son esencialmente especies anuales. Además, este desarrollo no alcanza a tener una fuerte importancia forrajera debido a una débil producción de biomasa y a una baja proporción de cobertura de pastos, que son considerados como la principal fuente de alimento para los rumiantes.

También los niveles y distribución de las lluvias son muy impredecibles en la región, lo que hace muy aleatorio el uso del fuego con el fin de favorecer el desarrollo de pastos.

Por otro lado, cabe mencionar que el estrato arbóreo provee por si mismo, recursos diversificados de importancia económica como: madera y piñones; en la utilización de la semilla como alimento al hombre.

Según algunos ganaderos de la región, existen en el bosque plantas de interés forrajero como son la *Yucca* y *encinos*. Un manejo integrado de los animales al realizar rotaciones del ganado a diferentes áreas y de esas plantas de interés forrajero, podría tal vez proveer globalmente una mejor productividad ganadera y no perturbar tanto el medio natural como lo hace el fuego.

10 CONCLUSIONES

El diagnóstico del impacto del fuego y pastoreo sobre la vegetación del bosque es caracterizada como:

1) La composición florística fue modificada principalmente por el fuego; lo cual se reflejó en el aumento de especies herbáceas y en la destrucción total del pino.

2) El pastoreo por su parte actuó mas sobre la cobertura específica, observándose mayor presión sobre la zona quemada-pastoreada. *Adenostoma sparsifolium* es la especie que presentó mayor presión de pastoreo y la que modificó mayormente su estructura, dando lugar a que se desarrollara *Ceanothus greggii*.

3) La regeneración de *Pinus quadrifolia* ocurre aproximadamente 20 años después del fuego, debido a que requiere de las condiciones microclimáticas y edafológicas del arbusto para germinar.

El fuego no es un método apropiado para incrementar áreas de pastoreo, por la escasa vegetación que se desarrolla después del fuego y por la gran inestabilidad de lluvias que frenan el desarrollo de la vegetación

Un manejo integrado de los animales domésticos y de la vegetación podría favorecer una mayor productividad y garantizar la perenidad de ésta comunidad original en el Estado de Baja California.

11 RECOMENDACIONES

Debido a que es el primer trabajo realizado en éstas áreas forestales sobre la dinámica de vegetación ocurrida después del fuego y pastoreo, nos limitamos a un diagnóstico general por la poca información que existe, por lo tanto se recomienda realizar trabajos mas específicos donde se tomen en cuenta aspectos de germinación, dispersión y establecimiento de las semillas de *Pinus quadrifolia* para comprender mejor el reestablecimiento del bosque.

Tambièn es importante tomar en cuenta aspectos de suelo y comportamiento alimenticio que contribuyan a los cambios estructurales y florísticos en los medios arbustivos mediterráneos y enfocarse mas sobre respuestas de las plantas al ramoneo del ganado.

Tomar en cuenta áreas del sur de la Sierra de Juárez y realizar una comparación con otras especies de pinos para complementar aspectos de germinación del pino al fuego.

12 LITERATURA CITADA

- Archer, S.R. y L.L. Tieszan. 1986. Plant response to defoliation: Hierarchical considerations. (en Grazing research at Northern Latitudes. Ed. por O. Gudmundsson. Plenum Publishing Corporation.
- Balph, D.F. y M.N. Balph. 1986. The application of behavioral concepts to livestock management. UTAH science. 78-85.
- Baver, H.L. 1974. The statistical analysis of chaparral and other plant communities by means of transect samples. Ecology vol. 24: 45-60.
- Beatty S.W. 1987. Spatial Distributions of *Adenostoma* Species in Southern California Chaparral: An analysis of Niche Separation. Annals of the Association of American Geographers. Univ. of California. 77(4):255-264.
- Belsky A.J. 1986. Does Herbivory Benefit plants? a Review of the evidence. American Naturalist. 127(6):870-892.
- Biswell, H.H. 1974. Effects of fires on chaparral. En: T.T. Kozlowski (ed.). Fire and Ecosystems, Academic Press, N.Y., 321-364 p.
- Canfield R. 1941. Applications of the line-interception method in sampling range vegetation. J. For., 39:388-394.
- Cochran W.G. y G.M. Cox. 1973. Diseños Experimentales. Ed. Trillas. México. 661 pp.

- Conard S.C. y S.R. Radosevich. 1982. Post-Fire successión in white Fir (*Abies concolor*) vegetation of Northern Sierra Nevada. *Madrono*. 29(1):42-56.
- Dirzo, R. 1985. The Role of Grazing animal. En studies on plant demography: a festchrift for J.L. Harper. White, J. (Ed.), Academic Press, New York.
- Freedman, J.R. 1984. Uncontrolled fire and chaparral resilience in the Sierra Juárez, B.C., México. M.S. Geography UCR, 57 pp.
- Genin, D. 1986. Essai de maitrise de L'embroussaillement par des bovins et des équins, (Suberaie des Albères, Pyrenees-Orientales). *Foret. Med.* VIII, No. 2 :145-150.
- Genin D., J.J. Castellón y M. Etiene. 1989. Estudio comparativo de métodos para el análisis de Comunidades arbustivas del Norte de Baja California, México (en revisión).
- Hanes, T.L. 1971. Succession after fire in the chaparral of Southern California. *Ecological Monog.*, 41(1):27-50.
- Harrington, G. 1979. The effects of feral goats and sheeps on the shrub populations in semi-arid woodland. *Australia. Rangel J.* 1(4):334-345.
- Heady, H.F., R.P. Gibbens y R.W. Powell. 1959. A comparison of the charting line intercept and line point Methods of stampling shrub types of vegetation. *J. Range Manage*, 12:180-188.

- Keeley, J.E. 1986. Resilience of mediterranean shrub communities to fires. En: Resilience in Mediterranean-type Ecosystems. Dell, B., A.J.M. Hopkins and B.B. Lamont (Eds.). D.W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Keeley, J.E. y S.C. Keeley. 1981. Postfire regeneration of Southern California chaparral. Amer. J. Bot., 68(4):524-530.
- Keeley, S.C., J.E. Keeley y S.M. Hutchinson. 1981. Postfire succession of the herbaceous flora in Southern California chaparral. Ecology 62(6): 1608-1621.
- McMaster G.S. y P.H. Zedler. 1981. Delay Seed Dispersal in Pinus Torreyana (torrey Pine). Oecologia 51:62-66.
- McNaughton S.J. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivory. Oikos 40:329-336.
- Mills J.N. 1983. Herbivory and seedling establishment in post-fire Southern California Chaparral. Department of Biology. SDSU. Ecology. 64:267-270.
- . 1986. Herbivores and Early postfire succession in Southern California Chaparral. Department of Biology. SDSU. 67(6):1637-1649.
- Minnich, R.A. 1983. Fire mosaics in Southern California and Northern Baja California. Science, 219:1287-1294.
- Minnich, R.A. 1988. Mapas geográficos de fuegos en Sierra Juárez. SDSU. inédito.

- Mooney, H.A. y A.T. Harrison. 1972. The vegetational gradient on the lower slopes of the Sierra San Pedro Mártir in Northwest Baja California. *Madroño*. 21:439-445.
- Moreno, J.M. y Oechel, W.C. 1987. Post-fire Establishment fasciculatum and *Ceanothus greggii* in a Southern California chaparral: influence of Herbs and Increased Soil-nutrients and Water. MEDECOS V. Montpellier, France. pags. 32.
- Mutch, R.W. 1970. Wildland fires and ecosystems: A Hypothesis. *Ecology*. vol. 51(6):1046-1051.
- Nochols, H.T. 1976. The effects of fire on forest-chaparral interface in the Laguna mountains of Southern California. M.S. Thesis, SDSU. pp 63.
- Oechel, W.C. y C.D. Reid. 1984. Photosynthesis and biomass of chaparral shrubs along fire-induced age gradient in Southern California. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 131. Actual bot.:399-409.
- Owen D.F. 1980. How plants may benefit from the animal that eat them. *Oikos* 35: 230-235.
- Passini, M.F., J. Delgadillo y M. Salazar. 1988. L'ecosystems forestier de Basse-Californie: composition floristique, variables écologiques principales, dynamique. *Oecologia plantarum* 10(3):275-293.
- Patric, J.H. y T.L. Hanes. 1964. Chaparral succession in a an Gabriel Mountain area of California. *Ecology*, 45(2):353-360.

- Reid, C.D. y W.C. Oechel. 1984. Water relations of two chaparral shrubs along a fire-induced age gradient in Southern California. Bull. Soc. Bot. Fr. 131 Actual Bot.:601-602.
- Rundel, P.W., y D.J. Parsons. 1979. Structural changes in chamise (*Adenostoma fasciculatum*) along a fire-induced age gradient. J. Range Manage 32(6): 462-466.
- Rundel, P.W. y D.J. Parsons. 1980. Nutrient changes in two chaparral shrub along a fire-induced age gradient. Amer. J. Bot. 67(1):51-58.
- Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Ed. Limusa. ed. 2da. México. 432 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1987. Datos climáticos.(inédito).
- Skarpe, C. 1986. Plant community structure in relation to grazing and environmental changes along a North-South transect in the Western Kalahari. Vegetatio, 68:3-18.
- Taush R.J. y N.E. West. 1988. Differential Establishment of Pinyon and Juniper Following Fire. Departament of Range, Wildlife and Forestry, Univ. of Nevada Reno. 119(1):174-184.
- Vale T.R. 1979. *Pinus coulteri* and wildfire on Mount Diablo, California. Madrono. 26(3): pp.135-140.
- Willard E.E. y C.M. Mickell. 1978. Response of shrubs to simulated Browsing. Journal wildland Manage. 42(3):514-519.

- Zedler, P.H. 1977. Life history attributes of plant and the fire cycle: A case study in chaparral dominated by *Cupressus forbesii*. in Symp. on Envir. consequences of fire and Fuel Manage. in Med. Ecosystems, Palo alto, California, Aug. 1-5.
- Zedler P.H., C.R. Gautier y G.S. McMaster. 1983. Vegetation Change in response to extreme events: the effect of short interval Between fires in California Chaparral and Coastal Scrub. SDSU. Ecology. 64(4): pp 809-818.
- Zedler, P.H., C.R. Gautier y P. Jacks. 1984. Edaphic restriction of *Cupressus forbesii* Tecate Cypress in Southern California, USA: A hypothesis. in Being alive on land. Tasks for vegetation science, vol. 13. Ed. by N.S. Margaris, M. Arianoustou, W. Oechel, W Junk.
- Zimmerman G.T. y L.F. Neuenschwander. 1984. Livestock Grazing Influences on Community Structure, Fire Intensity, and Fire frequency whitin the Douglas-Fir/ Ninebark Habitat Type. Journal of Range management 37(2): 104-110.