

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS**



**"ESTRUCTURA Y COMPOSICION DEL MATORRAL COSTERO
DE BAJA CALIFORNIA
DURANTE LOS DOS PRIMEROS AÑOS POSTFUEGO".**

**MAESTRIA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS
DE ZONAS ARIDAS**

TESIS

que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

presenta

YRMA CRUZ ALONSO



Ensenada, Baja California 1997.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS

"ESTRUCTURA Y COMPOSICION DEL MATORRAL COSTERO
DE BAJA CALIFORNIA
DURANTE LOS DOS PRIMEROS AÑOS POSTFUEGO".

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ARIDAS

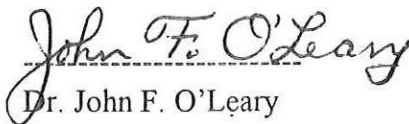
PRESENTA

YRMA CRUZ ALONSO

Aprobado por:



Dra. Martha Ileana Espejel Carbajal
Director de Tesis



Dr. John F. O'Leary

Asesor




Dra. Nora Elisa Martijena Adinet

Asesor



M.C. Rafael Solana Sansores

Asesor



Dra. Lina Ojeda Revah

Asesor

Ensenada, Baja California 1997.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, la Dra. Martha Ileana Espejel Carbajal, quien no desaprovechó oportunidad para apurarme, animarme, conseguirme o sugerirme bibliografía, darme sus puntos de vista, y dedicarme eternas mañanas o tardes analizando junto conmigo la información o el avance de la tesis. Mis mas sinceros agradecimientos a ella.

A la Dra. Nora Elisa Martijena Adinet por sus consejos y orientación. Siempre recordaré sus palabras de lo que debe hacer un investigador, lo que es un biólogo, y en fin, lo que ella esperaba de mi. Espero no defraudarla.

A mis asesores de tesis: Dr. John F. O'Leary, M.C. Rafael Solana Sansores y Dra. Lina Ojeda Revah por sus valiosas sugerencias y comentarios.

A la M.C. Claudia Leyva A por su gran ayuda en la recolección de los datos de campo, sin importarle las asoleadas y las malpasadas en esas maratónicas jornadas de sol a sombra.

Al M.C. Walter Zuñiga por su disposición a ayudarme cuando al cuarto para las doce se me atoró la carreta con la sección de mapas, le cambió la rueda.

Hago patente mi agradecimiento a CONACyT (Proyecto No. 3579-N9311) por haberme apoyado con el proyecto ECOMED, y al FWS - SEMARNAP (14- 48- 0009- 96- 1264), por su apoyo.

Quiero agradecer, ya para terminar, el apoyo de toda mi familia, por su paciencia y resignación al tener una madre o una esposa que a veces no llegaba ni a medio tiempo. Muchas gracias Viole, Bere, Betty, Berna, Rafa y el eterno Heredia.

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	iii
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
II.1. Regiones con clima mediterráneo	5
II.1.1. La región con clima mediterráneo en Norteamérica	7
II.1.2 El matorral costero	8
II.2. Fuego como variable determinante del matorral costero	14
II.2.1. Dinámica postfuego	17
II.2.2. Modelos de cambios de vegetación	21
II.3. Aplicaciones y perspectivas	23
III. OBJETIVOS	26
III.1. Objetivo general	26
III.2. Objetivos particulares	26
IV. DESCRIPCIÓN DEL SITIO	27
IV.1. Área de estudio. Ubicación y características	27
IV.2. Características físicas	29
IV.3. Vegetación y Uso del suelo	30
V. MÉTODOS	32
V.1. Métodos de campo	32
V.1.1. Selección de los sitios de muestreo y tamaño de muestra	32
V.1.2. Procedimiento de muestreo	34
V.2. Métodos de obtención de datos	36
V.3. Metodología para el análisis de los datos	37
V.3.1. Análisis exploratorio	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
VI.1. Observaciones inmediatamente después del incendio	39
VI.1.1. Antecedentes del área de estudio	39
VI.2. Resultados del análisis exploratorio	41
VI.3. Composición y estructura vegetal	45
VI.3.1. Riqueza	45
VI.3.1.1. Familias	45
VI.3.1.2. Especies	46
VI.3.1.3. Períodos estacionales	51
VI.3.2. Densidad de individuos al inicio del muestreo	53
VI.3.3. Cobertura	54
VI.3.4. Estrategias de regeneración	55
VI.3.5. Formas de vida	57
VI.3.5.1. Hierbas	60
VI.3.5.1.1. Riqueza	60
VI.3.5.1.2. Hierbas anuales	63
VI.3.5.1.3. Hierbas nativas	64

VI.3.5.1.4. Anuales pirófilas	65
VI.3.5.1.5. Anuales introducidas	67
VI.3.5.2. Hierbas perennes	68
VI.3.5.2.1. Criptófitas	70
VI.3.5.2.2. Hemicriptófitas y caméfitas	70
VI.3.5.3. Arbustos	73
VI.3.5.3.1. Arbustos o fanerófitos	75
VI.3.5.3.2. Caméfitos (subarbustos)	77
VI.3.5.4. Suculentas	79
VI.3.5.5. Plantas sin flor	80
VI.4. Floración y fructificación	81
VI.4.1. Anuales y perennes	82
VI.4.2. Comparación dentro y fuera de las unidades muestrales	88
VI.5. Algunas relaciones fitogeográficas	91
VI.5.1. Comparación de sitios de matorral costero	92
VII. CONCLUSIONES	96
VIII. BIBLIOGRAFÍA	99
IX. ANEXOS	A
I. A. Lista de especies encontradas en la zona de “Los Cantiles”, Ensenada, B. C	IA
II. A. Datos de cobertura mensual	IIA
III. A. Análisis exploratorio	IIIA
IV. A. Número de unidades muestrales	IVA
V. A. Diagramas de coberturas de especies registradas en la unidad muestral, C1 (febrero y junio de 1993)	VA

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS:

Tabla 1. Lista de especies y estrategias de establecimiento (atributos vitales) postfuego de las especies registradas dentro de las unidades muestrales en ("Los Cantiles"), durante 15 meses	47
Tabla 2. Atributos vitales y cobertura del mes de abril de 1993 y 1994, de las especies (Familias) registradas dentro de las unidades muestrales (15 m ²)	49
Tabla 3. Especies introducidas	53
Tabla 4. Número de especies, cobertura (m ²) y atributos vitales de las formas de vida de las especies, para el mes de abril de 1993 y 1994	64
Tabla 5. Floración de las formas de vida registradas en dos años de muestreo	83
Tabla 6. Comparación de las formas de vida registradas en el área quemada (km 89-92) y las unidades muestrales	88
Tabla 7. Procedencia (%) de las especies registradas dentro de las muestras y en el área quemada, agrupadas por formas de vida	92
Tabla 8. Comparación (%) con las formas de vida y atributos vitales de las especies registradas en este trabajo y Westman (1983a)	93

FIGURAS:

Figura 1. Regiones del mundo con clima tipo mediterráneo	6
Figura 2. Asociaciones Florísticas para California y Baja California	12
Figura 3. Mapa de localización del área de estudio y las unidades muestrales en "Los Cantiles", Ensenada, B.C	28
Figura 4. Promedios anuales de precipitación y temperatura por 20 años (1972- 1982) y mensuales de 1991-1992	29
Figura 5. Distribución temporal y espacial de las unidades muestrales del área "Los Cantiles" (Eda, B.C).	33
Figura 6. Promedios mensuales (1991-1992) de precipitación (mm) y temperaturas máximas y mínimas (°C)	39
Figura 7. Curva acumulativa de número de especies contra área de muestreo (área mínima) para junio de 1993- 1994	44

Figura 8. Promedios mensuales (1993-1994) de precipitación (mm) y temperaturas máximas y mínimas (°C)	44
Figura 9. Familias con mayor porcentaje de especies	45
Figura 10. Total de especies nuevas registradas por estación del año.	46
Figura 11. Número de especies mensuales y precipitación	52
Figura 12. Porcentaje de la cobertura promedio mensual (m ²) y precipitación durante el período de muestreo	55
Figura 13. Evolución del número de especies de acuerdo a sus atributos vitales	56
Figura 14. Cobertura promedio mensual de especies de acuerdo a sus atributos vitales	57
Figura 15. Distribución de especies (%) según sus formas de vida	58
Figura 16. Número de especies anuales y perennes (mensual) durante el período de muestreo	59
Figura 17. Porcentaje de la cobertura promedio mensual de especies anuales y perennes	60
Figura 18. Formas de vida y su evolución mensual con número de especies	61
Figura 19. Comparación de especies perennes y anuales de la zona de estudio y California	61
Figura 20. Evolución de la cobertura promedio mensual (%) de las formas de crecimiento	63
Figura 21. Comparación del número de especies y cobertura de anuales y pirófilas	66
Figura 22. Comparación del número de especies y cobertura de anuales e introducidas	67
Figura 23. Comparación del número de especies y cobertura de hierbas perennes	69
Figura 24. Cobertura de <i>C macrostegia</i> con la cobertura total de hierbas perennes	71
Figura 25. Comparación de la cobertura de hierbas perennes que se presentaron desde plántulas y el total de hierbas perennes	72
Figura 26. Comparación del número de especies de arbustos que comenzaron de plántula o rebrote	74
Figura 27. Comparación de la cobertura de especies de arbustos que comenzaron de plántula o rebrote	75
Figura 28. Floración de las formas de vida registradas en dos años de muestreo	82
Figura 29. Porcentaje del número de especies con flor que fructificaron durante el período de muestreo	84

Figura 30. Porcentaje de fructificación del número de especies (55), agrupadas por formas de vida durante el período de muestreo	85
Figura 31. Períodos de floración de tres herbáceas perennes	86
Figura 32. Comparación de las formas de vida dentro y fuera de las unidades muestrales en el área quemada	89
Figura 33. Color de las flores para las especies dentro y fuera de las unidades muestrales	90
Figura 34. Tipos de frutos (%) dentro y fuera de las unidades muestrales	90
Figura 35. Dispersión de las semillas (%) dentro y fuera de las unidades muestrales	91
Figura 36. Comparación de las formas de vida dentro y fuera del área quemada	94
Figura 37. Comparación de las formas de vida y procedencia de las especies en el área de muestreo respecto a las asociaciones florísticas de Westman, 1983	95

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de observaciones durante 15 meses posteriores a un incendio que sucedió en noviembre de 1992. La regeneración natural de 15 fragmentos de matorral costero suculento después del incendio permitió describir la primera fase de la dinámica vegetal de este tipo de vegetación, único en México y poco estudiado en Baja California. Se analizaron las estrategias de recuperación durante los primeros 15 meses después del incendio de las 62 especies encontradas: 11 arbustos, 42 hierbas, cuatro suculentas, dos bejucos o lianas y tres especies no vasculares. Las familias mejor representadas son las compuestas, hidrofiláceas y leguminosas (con 13, 5 y 5 especies respectivamente). La mayoría de las especies se presentan en abril (en promedio 8.8 en 1993 y en 1994, 11.5 especies por m²). Los picos de cobertura se definieron en abril siendo 91% en 1993 y 80% en 1994 en 15 m²). En cuanto a la fenología de las especies, se analizó la floración y fructificación separadamente por formas de vida. Asimismo, se registraron y analizaron los atributos vitales de las 129 especies colectadas dentro y fuera de los cuadrantes en el área quemada. Se compararon las composiciones florísticas de las 15 muestras en la vegetación quemada con 10 muestras que se realizaron en los alrededores de ésta y que no se habían quemado.

ABSTRACT

In November 1992, a fire burned part of the coastal succulent scrub in Los Cantiles, Ensenada, B.C. The importance of this vegetation is its restricted distribution in Mexico. Despite its importance, few studies have been done in Baja California. The vegetation natural regeneration was carried during 15 months after the fire occurred. Fifteen fragments of 1 square meter were selected to follow detailed observations and to map all seedlings and resprouting presence as well as their cover. These data enabled us to describe the dynamics first phase of this interesting vegetation. The main results showed several strategies to recover from the fire damage. Sixty two species were recorded: 11 shrubs, 42 herbs, four succulents, two climbers or vines and three non-vascular species. Compositae, Hydrofilaceae and Leguminosae have the largest number of species (13, 5, 5 respectively). April was the richest month since in 1993 the average species number found in 1m² was 8.8 species. In April 1994, 11.5 species were recorded. Cover peaks were observed during the same month in both years (covering 91% the first year and 80% in 15 square meters). Phenology of all species present in the study area was analyzed. The flowering and fructification periods were interpreted separately in each of the life forms. In addition, vital attributes were recorded and analyzed among the 129 species that occurred in and out the samples. A comparison between the 15 samples on the burnt area and 10 samples of the non-burnt surroundings is presented.



Km. 89

Los Cantiles

INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

El matorral costero de Baja California es único en México. Es una de las comunidades vegetales que se ubican dentro de la limitada zona con clima tipo Mediterráneo. Se presenta únicamente en la franja costera, por debajo de los 600 msnm, desde San Francisco en California hasta El Rosario en Baja California. En su porción norte, este tipo de vegetación ha sido denominado matorral costero esclerófilo, mientras que hacia el sur se ha denominado matorral costero suculento, por el aumento en la presencia de especies desérticas (Mooney y Harrison, 1972; Westman, 1979b, 1981b, 1982a, 1983a,b; Oberbauer, 1991; Beauchamp, 1986; O'Leary, 1989). Está formado principalmente por arbustos esclerófilos de 2 m de altura en promedio y fenotípicamente dominan los agaves, algunas cactáceas y crassuláceas. Crece sobre suelos rocosos y en pendientes muy pronunciadas orientadas al mar. Tolera aspersion salina en los acantilados y fuertes vientos en las laderas. Las especies que lo componen están adaptadas al fuego, un factor importante en la dinámica de este tipo de vegetación (Zedler, 1977, 1995; Kirkpatrick y Hutchinson, 1977, 1980; Westman, 1982a; Zedler *et al.* 1983; Minnich, 1982, 1983; Malanson, 1984, 1985a,b; O'Leary, 1989, 1995).

La flora que aparece inmediatamente después de un incendio juega un papel muy importante en la dinámica del matorral costero. La compleja relación de las especies que rebrotan y las que germinan del banco de semillas es interesante y realmente se conoce muy poco en México. Este fenómeno se ha estudiado mucho más en los matorrales y chaparrales de California (Keeley y Zedler, 1978; Christensen y Muller, 1975; Malanson y O'Leary, 1982; Keeley y Keeley, 1984; Keeley *et al.* 1985; Westman y O'Leary, 1986; Keeley, 1991; O'Leary, 1989, 1990, 1995; O'Leary *et al.* 1992; Zedler, 1995)

El matorral costero de Baja California está desapareciendo rápidamente (Neuenschwander *et al.* 1979; Oberbauer, 1991; Espejel, 1991, 1993; SAHOP, 1994). Al igual que en California, los principales factores que amenazan al matorral costero son los

cambios en la frecuencia del fuego, la urbanización, los contaminantes del aire, el pastoreo y la agricultura (Westman, 1979a, 1985; Minnich, 1982, 1983 y 1994; Barbour *et al.* 1993). Esto ha dado como resultado el aumento de fragmentos aislados de matorral.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación de CONACyT (Espejel, 1992); "Estudios ecológicos básicos para la regeneración natural y artificial de la vegetación costera de Baja California". En él, Leyva (1995) estudió la dinámica de la regeneración artificial en el matorral costero; mientras que en el presente caso, se investiga la regeneración natural de los fragmentos producto de un incendio.



Km. 90



Km. 91

ANTECEDENTES

II. ANTECEDENTES

Entre los primeros trabajos que describen la distribución, estructura y composición del matorral costero en Norteamérica, están los de Shreve (1936) y Voghl (1938) que trabajaron en la descripción de las características de las asociaciones de especies más conspicuas del matorral costero y chaparral californiano. Epling y Lewis (1942) cartografiaron la distribución de las especies más importantes en California y Baja California. Harrison *et al.* (1971); Mooney y Dunn (1970); Mooney y Harrison (1972); Mooney (1977, 1988); Mooney *et al.* (1977); Neuenschwander *et al.* (1979); Kirkpatrick y Hutchinson (1977, 1980); Pase y Brown (1982); Desimone y Burk (1992); Oberbauer (1991) describieron las asociaciones de especies vegetales y el tipo de sustrato donde se encontraron. Raven (1973) y Axelrod (1978); trataron el origen y evolución del matorral costero. Specht (1982); Gray y Schlesinger (1981, 1983); Gray (1982a,b, 1983a,b); Debano y Conrad (1978); Westman (1982b) compararon la productividad primaria y uso de nutrientes del matorral costero y el chaparral. Malanson (1985a) y Malanson y O'Leary (1982) desarrollaron un modelo de simulación con diferentes intervalos de fuego tomando en cuenta la vida media de las especies representativas del matorral costero del Sur de California.

Los trabajos relacionados con la riqueza de especies y diversidad los hicieron Philbrick y Haller (1977); Mulroy *et al.* (1979); Hanes (1981); Westman (1981a,b, 1983a,b); Westman *et al.* (1981); Oberbauer (1991); y O'Leary (1990, 1993, 1995). Los trabajos de fisiología y fenología; Hellmers *et al.* (1955); Comstock *et al.* (1987); Krause y Kummerow (1977); Went *et al.* (1952); Muller *et al.* (1964); Muller (1966); Muller *et al.* (1968); Harvey y Mooney (1964); Harrison *et al.* (1971); Tyson *et al.* (1974); Halligan (1972, 1975); Poole y Miller, (1975); Mooney *et al.* (1977); Wicklow (1977); Westman (1981c); Gray y Schlesinger (1981, 1983) y Gray (1982a, 1983b).

El efecto del fuego en el matorral costero y la capacidad de algunas especies para recuperarse después de la quema, lo han abordado autores como: Went *et al.* (1952); Wells (1962); Hanes y Jones (1967); Hanes (1971); Biswell (1974); Christensen y Muller (1975); Byrne *et al.* (1977); Zedler (1977, 1995); Zedler *et al.* (1983); Keeley y Zedler (1978); Westman (1979b, 1981a, 1982a, 1986b); Kirkpatrick y Hutchinson (1980); Specht (1982); Westman *et al.* (1981); Callaway y Davis (1993); Keeley *et al.* (1981, 1985); Keeley (1984, 1986, 1991); O'Leary (1988, 1990, 1995); O'Leary *et al.* (1992); Green (1982); Malanson y O'Leary (1982); Minnich (1983, 1995); Zedler, *et al.* (1983); Keeley y Keeley (1984, 1987); Malanson (1984, 1985a); Malanson y Westman (1985); Westman y O'Leary (1986); O'Leary y Westman (1988); Borchert y Odion (1995) y White *et al.* (1995).

Los estudios de conservación, restauración y manejo se han realizado por: Oberbauer y Evans (1982); Green (1982); Westman (1986a); Emery (1988); Minnich (1982, 1995); Hillyard y Black (1987); Hillyard (1990); O'Leary (1989); O'Leary *et al.* (1992); Bowler (1990, 1995); Davis (1994); Zedler (1995); Keeler-Wolf (1995) y Keeley *et al.* (1995).

El acopio de la información de campo y la estructuración de una base de datos para intentar estandarizar las unidades muestrales y hacer más fácil la comparación inter e intracontinentales, la realizaron Specht *et al.* (1988). Además, O'Leary *et al.* (1994) y Cruz (1993), hicieron una completa y actualizada recopilación de citas bibliográficas de matorral costero y otras áreas con vegetación tipo mediterráneo.

En particular los estudios regionales (extranjeros) de matorral costero que incluyen a Baja California; han abordado temas sobre la distribución, estructura, composición y efecto del fuego; Shreve (1936); Epling y Lewis (1942); Mooney y Harrison (1972); Zedler (1977); Kirkpatrick y Hutchinson (1977); Mooney (1977); Axelrod (1978); Neuenschwander *et al.* (1979); Mulroy *et al.* (1979); Pase y Brown (1982); Westman (1981b, 1983a,b); Minnich (1983); Wiggins (1980); Oberbauer (1991);

Peinado *et al.* (1994) y Delgadillo (1995). Los trabajos locales son; Acosta (1985); Gutierrez (1985); Arellano (1987); Cruz (1987); López y Mancinas (1987); Vega (1990); Cruz (1993); Delgadillo (1992); Angoa (1991, 1996); Leyva (1995) y Espejel (1991, 1992, 1993).

II. 1. REGIONES CON CLIMA MEDITERRANEO.

El clima tipo mediterráneo se presenta en regiones costeras dentro de la franja latitudinal que va de los 30° a los 45° Norte y Sur (Fig. 1), localizándose principalmente alrededor del Mar Mediterráneo, Israel, Costa Suroeste del Continente Africano; Sur y Suroeste de Australia; Sur de California, Baja California y Chile Central. Se caracteriza por tener veranos secos y lluvias invernales.

En los ecosistemas de este clima dominan dos tipos de vegetación que se encuentran por lo general contiguas: las áreas costeras con arbustos caducifolios a la sequía o arbustos semicaducifolios y a mayor altitud, arbustos esclerófilos siempreverdes (Westman, 1981b). A la vegetación costera, de arbustos bajos y semicaducifolios a la sequía, se le conoce como "Phrygana" en Grecia, "Batha" en Israel, "Tomillares" en España, "Matorral" en Chile y "Chaparral blando" en California. (Aschmann, 1973a; Westman, 1981c; DiCatri y Mooney, 1973). A la vegetación de mayor altitud, que son en su mayoría arbustos esclerófilos, siempreverdes mayores de 2 m, se le conoce como maquis, "Garigue" en Francia, Thamnos y "Chaparral" en California (Aschmann, 1973a; DiCatri y Mooney, 1973; Pase y Brown, 1982).

El matorral costero esta presente únicamente en tres de las cinco zonas del mundo con clima tipo mediterráneo: Cuenca Mediterránea, Chile y California.

La fisonomía de la vegetación que se presenta en cada una de las regiones es muy parecida, aunque existen diferencias causadas por una variedad de eventos históricos y biogeográficos específicos para cada región, como son: diferencias intercontinentales de riqueza de especies y factores ecológicos tales como nutrientes del suelo, historia y régimen de disturbio, diversidad topográfica, competencia y estatus (Miller, 1981, DiCatri, 1981). Con el avance en la tecnología e investigación, las comparaciones de los trabajos realizados dentro de las regiones que poseen clima tipo mediterráneo, han conducido a la polémica sobre la similitud de las regiones. Barbour y Minnich (1990), por ejemplo, no comparten la idea de convergencia entre la vegetación de regiones mediterráneas y en su trabajo hacen resaltar aspectos tan importantes como familias de especies compartidas, diversidad de especies, tipo de suelo, historia de perturbación e historia de fuego (intervalos de fuego).

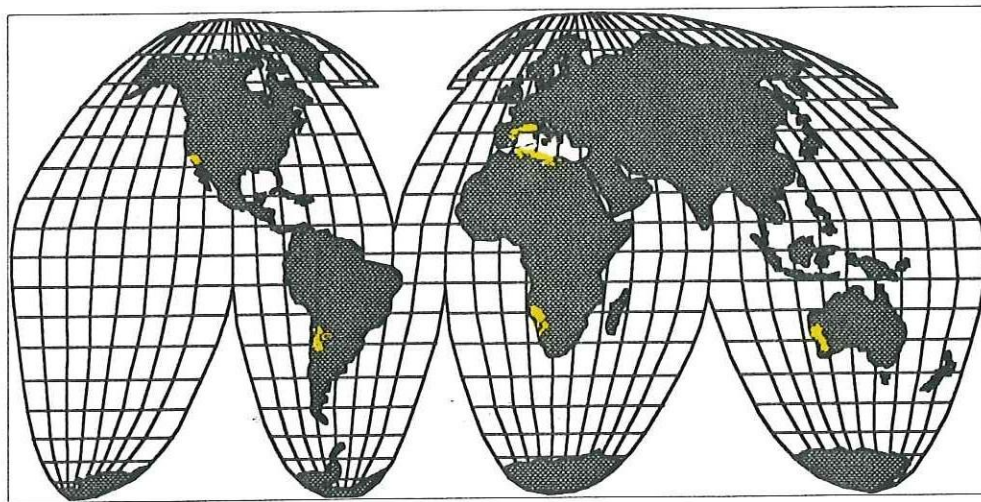



Figura 1.- Regiones del mundo con clima tipo mediterráneo. (áreas ) Tomado de DiCatri (1981).

II. 1.1. LA REGIÓN CON CLIMA MEDITERRÁNEO EN NORTEAMÉRICA

Según Axelrod (1978), el clima tipo Mediterráneo apareció a finales de la Era Terciaria, cuando el clima de la Tierra se hacía cada vez más seco. Las comunidades vegetales como bosques y arboledas de las áreas húmedas se confinaron en sitios que conservaban características méxicas, dejando libres las áreas secas a especies que ya vivían en los alrededores de estas comunidades y podían ocupar exitosamente los hábitats secos. En el Noroeste de Norteamérica, conforme la cantidad de lluvias disminuía, y se definía el clima tipo mediterráneo (Cuaternario Temprano), los pastos y arbustos caducifolios, así como las suculentas tenían mayor ventaja para ocupar los sitios secos, cada vez más abundantes.

A finales del Cuaternario, el tectonismo y lluvias torrenciales dió como resultado pendientes pronunciadas que propiciaron deslizamientos de tierra y erosión, formándose suelos someros no propicios para bosques, arboledas y pastizales, pero adecuados para la invasión de especies arbustivas, como una vegetación subzonal o zonal (Epling y Lewis, 1942; Axelrod, 1978; DiCatri, 1981; O'Leary, 1989).

La consolidación del matorral costero se presentó desde la última glaciación (12,000 años), debido a que se elevó la temperatura, se incrementó la sequía de la región y aumentaron las actividades humanas como sobrepastoreo, fuego y tala, las cuales se han practicado con diferentes intensidades en distintas épocas (Aschmann, 1973b; Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; Malanson, 1984).

Actualmente el clima tipo mediterráneo en Norteamérica se presenta desde los 42° Latitud Norte (Norte de San Francisco) hasta los 30° Latitud Norte (El Rosario, Baja California, México) (Figura 2). Hay dos grandes divisiones dentro del clima Mediterráneo en Norteamérica: El clima **Termo-mediterráneo** se presenta desde San Francisco hasta el Condado de Los Angeles, Ca. (34° Latitud Norte) y está caracterizado

por una estación seca de 125 a 150 días (UNESCO, 1963; Westman 1981b y 1983a,b). El clima **Xerothermo-mediterráneo** se presenta desde el Sur de Los Angeles, hasta El Rosario, Baja California, México, donde la estación seca es de 150 á 200 días (UNESCO, 1963; Westman 1981b, 1983a,b; O'Leary, 1988). La precipitación de 400 mm en lugares altos de California a 125 mm en su rango más Sureño, en Baja California. El promedio de toda el área es de 300 mm de precipitación por año y todas las localidades reciben el 90% o más de su precipitación en el período de octubre a abril (invierno-primavera) (Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; Pase y Brown 1982). El rango anual del promedio mensual de las temperaturas en la costa es generalmente menor de 11°C y la neblina es común a principios del verano (Harrison *et al.* 1971; Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; Desimone y Burk, 1992).

En este clima hay una amplia variedad de tipos de suelo que varían en fertilidad y textura, desde litosoles arenosos, suelos silicio-pedregosos a cherozen ricos en arcilla y en ceniza volcánica (Wells, 1962).

II. 1. 2. EL MATORRAL COSTERO

Se han reconocido tres grandes formaciones arbustivas en las regiones con clima tipo mediterráneo:

1.-El chaparral propiamente dicho, compuesto por arbustos esclerófilos, siempreverdes, mayores de dos metros de alto, localizado por arriba del matorral costero.

2.-El matorral costero del Norte (del centro de California hacia el Norte) que consiste de arbustos esclerófilos siempreverdes con alturas menores de dos metros.

3.-El matorral costero llamado también "chaparral blando" por tener arbustos mesófilos, parcialmente caducifolios a la sequía y estacionalmente dimórficos, que se presenta del centro de California hacia el Sur (Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; Westman, 1981b,c, 1983a,b). La formación arbustiva que interesa en este trabajo es el matorral costero que se entremezcla al Sur con elementos del Desierto Vizcaíno y al Este con elementos de los Desiertos de Sonora, Colorado y Mohave (Mooney, 1977). El matorral costero es denominado en inglés "coastal sage scrub", debido a la especie *Artemisia californica* ("California sage"), que es la más abundante.

Westman (1981b), comenta que desde la región de San Diego (33° Latitud Norte) hacia el Sur, a lo largo de la costa y en el canal de islas, se va incrementando la mezcla, con especies de suculentas por lo que se le denomina "matorral costero suculento" (Philbrick y Haller, 1977; Mooney y Harrison, 1972; Westman, 1983a,b; O'Leary, 1988; Barbour *et al.* 1993). Dominan las especies de arbustos de baja estatura, subleñosos y de naturaleza más abierta, que pertenecen a las familias Asteraceae, Lamiaceae y Polygonaceae (Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; Keeley y Keeley, 1984). Las semillas ligeras de estos arbustos son dispersadas por el viento y crecen rápidamente. Esto hace que las especies arbustivas del matorral costero sean más invasivas que las del chaparral (Wells, 1962).

El matorral costero se presenta en grandes áreas en las planicies costeras de San Francisco. Hacia el Sur, en el Condado de los Angeles, se presenta en zonas muy estrechas entre el chaparral y el desierto y en el lado Este de las montañas costeras. En Baja California, debido a que el gradiente de disponibilidad de humedad es muy bajo en las pendientes costeras, el matorral costero se presenta en las partes bajas de la Sierra San Pedro Mártir hacia la costa y el Canal de Islas.

La distribución actual del matorral costero, ha sido considerada por Aschmann (1973b), Vogl (1976), Axelrod (1978) y Heusser (1978), como el resultado de la actividad antropogénica. Malanson (1984) y Kirkpatrick y Hutchinson (1980) sugirieron

que las pasadas quemadas combinadas con la oportunidad del establecimiento de las especies de matorral, pueden ser los responsables del actual patrón de distribución del matorral costero.

Bajo repetidos o severos disturbios dentro del chaparral, las especies del matorral costero son capaces de dominar (Westman, 1979b, 1981b, 1982b; Kirkpatrick y Hutchinson, 1977, 1980; Keeley y Keeley, 1984). Si la perturbación es frecuente dentro del matorral costero, este es reemplazado por especies de pastos anuales. Con la disminución de la perturbación, el matorral costero regresa a su estado y composición originales (Wells, 1962; Hanes y Jones, 1967; Westman, 1979b, 1982b; Keeley *et al.* 1981; Callaway y Davis, 1993; O'Leary, 1988, 1993; O'Leary *et al.* 1992 ; Minnich, 1994).

En áreas grandes el matorral costero es una vegetación estable y "autoreproducibile" (Bradbury, 1978; Westman, 1979a, 1981b; Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; Zedler *et al.* 1983).

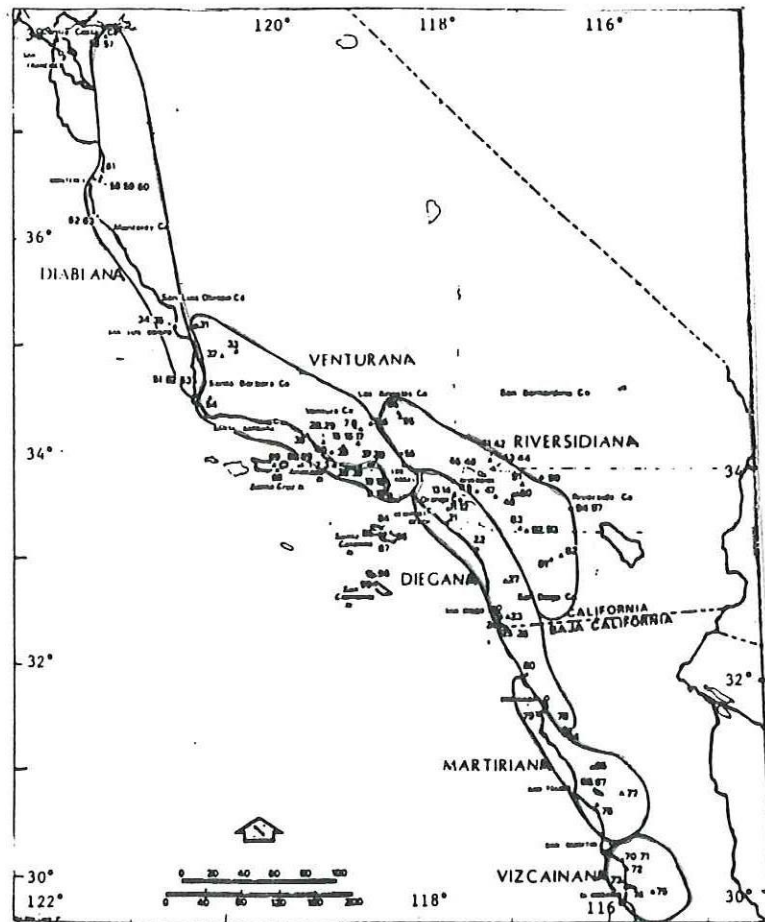
Los espacios entre los arbustos estan cubiertos por hierbas asociadas al chaparral, debido a que la luz es un factor que parece estimular el crecimiento de éstas (Harrison *et al.* 1971; Westman, 1981a,b, 1982a; Gray, 1983ab; Keeley y Keeley, 1984; Keeley *et al.* 1985; Borchert y Odion, 1995). Las hierbas durante el período de semilla a plántula despliegan habilidades competitivas que las hacen exitosas para colonizar terrenos recién abiertos, germinan rápido (semillas de la reserva del suelo o lluvia de semillas), se establecen y crecen aceleradamente (Harper, 1977; Epp y Aarssen, 1988). Halligan, (1972); Keeley, (1984); Westman, (1982b) y Minnich, (1994) hacen hincapié en que la cobertura de hierbas es sensible a los niveles de humedad y sombreado. Se presenta un marcado incremento en la cobertura herbácea en años con niveles de precipitación por arriba del promedio en invierno (Kirkpatrick y Hutchinson, 1977; Westman, 1981a; Westman, 1982a).

Se han reconocido algunas asociaciones del matorral costero con base en su composición florística a lo largo de su rango geográfico (Axelrod, 1978; Kirkpatrick, y Hutchinson, 1977). Westman (1983a) encontró, como resultado de una Clasificación Numérica y Ordenación de 99 muestras repartidas desde la región de San Francisco, California hasta El Rosario en Baja California, seis asociaciones florísticas (Fig. 2). Para California se definieron, de Norte a Sur, las asociaciones florísticas Diablana, Venturiana, Riversidiana y Diegana; y para Baja California las asociaciones Martiniana y Vizcainiana (Westman, 1981b, 1982a, 1983a,b; O'Leary, 1989). Eplin y Lewis (1942), mostraron que hay una gran diversidad en la asociación Diegana y que algunos de los taxa parecen haber sido derivados de la vegetación del Mioceno (3 a 25 millones de años) los cuales entraron al Suroeste de los Estados Unidos desde la meseta central de México. Sin embargo, al Norte en las costas de California, se incrementa el número de taxa en la vegetación de matorral costero que tiene afinidades con los bosques templados (Axelrod, 1978).

Delgadillo (1995) incluye a la región de la península de Baja California con clima tipo mediterráneo dentro de una gran provincia florística; la Martirensis, que se extiende del Sur de la bahía de San Diego a la porción Sur del río El Rosario. Esta provincia la subdivide en dos sectores el Juarezense y Martirensis. El primero incluye la porción Sur de la asociación Diegana y gran parte de la asociación Martiniana al Norte (Westman 1983a).

La asociación florística Diegana se considera como una "comunidad tipo" por la abundancia de suculentas (O'Leary, 1989). Se encuentra desde el Condado de Orange, en California, hasta el Sur de Ensenada, Baja California (Westman 1983a; Bowler, 1990). Está caracterizada por alrededor de 42 especies de arbustos y 75 especies de hierbas (Westman, 1983a) distribuidas originalmente en parcelas discontinuas. Este matorral de la región Diegana esta formado por subarbustos pequeños de 0,5 - 1.5 m. de alto, con un sistema radicular somero y abundante, que le permite hacer uso rápido de la poca lluvia (Hellmers *et al.* 1955; Harvey y Mooney, 1964; Gray, 1982a,b, 1983a,b; Gray y Schlesinger, 1981, 1983).

Fig. 2.- Asociaciones florísticas para California y Baja California.
Tomado de Westman (1983a).



Durante el invierno las tasas de transpiración y la asimilación de carbón son altas, por lo que el crecimiento, la floración y fructificación se presentan durante períodos de cinco a ocho meses. Posteriormente la sequía provoca un período corto de dos a cuatro meses de latencia (Harrison *et al.* 1971; Gray y Schlesinger, 1983; Westman, 1982b). Se ha calculado que entre 26 - 36% de las reservas de fósforo y nitrógeno, retorna anualmente al suelo. Estas altas tasas de reciclado de nutrientes y productividad implican

que puede haber un acoplamiento en la liberación y toma de nutrientes (descomposición y mineralización) por las plantas, por ejemplo; *Artemisia californica* y *Salvia sp.* (Gray, 1983a,b; Gray y Schlesinger, 1981, 1983; Callaway y Davis, 1993).

En otra escala, el matorral costero se encuentra en todas las direcciones y pendientes dentro de su rango, parece presentarse con más frecuencia en las pendientes con dirección Sur (Shreve, 1936). Desimone y Burk (1992), encontraron que la dirección de la pendiente determina la distribución de la vegetación a escala local (Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; O'Leary, 1988). Ya que influye en la recepción de la insolación, la cual consecuentemente interviene en la relación semilla - humedad que a su vez afecta la germinación y fenología tanto temporal como espacialmente. Ludwig *et al.* (1957) demostraron experimentalmente que cuando las diferencias en luz y humedad son reducidas o eliminadas, la dirección de la pendiente (a través del control en la temperatura del suelo) llega a ser el factor más importante en la germinación inicial y en el establecimiento del matorral.

No se conoce la presencia del matorral costero en suelos salinos o suelos mal drenados (Kirkpatrick y Hutchinson, 1980). También se presenta en sitios más secos (xéricos), que son resultado del efecto orográfico sobre la precipitación, en sitios costeros de poca elevación, o suelos someros en tierras altas (Harrison *et al.* 1971; Pase y Brown, 1982).

Actualmente está desapareciendo rápidamente como resultado del desarrollo urbano y también como resultado del pastoreo, contaminación del aire y cambios en la frecuencia del fuego (Westman, 1979a, 1985).

Los factores responsables de la declinación del matorral costero incluyen exclusión competitiva, pastoreo y fuego. Este último, está relacionado a la alta flamabilidad de las hierbas introducidas secas, que reúnen grandes cantidades de combustible (hojarasca) y desencadenan el fuego a intervalos cortos (Minnich, 1983, 1994). Este proceso es el que nos interesó estudiar en esta investigación.

II. 2. EL FUEGO COMO VARIABLE DETERMINANTE DEL MATORRAL COSTERO.

El fuego es una de las fuerzas naturales básicas que ha influenciado las comunidades de plantas sobre períodos de tiempo evolutivo. Ciertas comunidades de plantas requieren fuegos periódicos para mantener su posición en el ecosistema; su estructura es importante para influir sobre la disponibilidad de energía y la tasa de energía liberada. El fuego está tan estrechamente relacionado a muchas comunidades como otros factores del ambiente. Por mucho tiempo se ha discutido, si la vegetación propensa a quemar ha desarrollado características que incrementen la frecuencia o la intensidad del fuego. Por ejemplo en los bosques de coníferas el contenido de resinas de las estructuras de los conos con serotonina, incrementa la frecuencia e intensidad del fuego permitiendo la liberación de semillas (Mutch, 1970; Aber y Melillo, 1991).

Los ecosistemas varían ampliamente en la frecuencia con la que se queman: Los bosques de pino experimentan fuegos de corona cada 70- 100 años y las praderas de pastos altos se queman cada dos a cuatro años.

Similarmente la retención de grandes cantidades de hojarasca en sistemas de pradera, así como el alto contenido de compuestos químicos inflamables y volátiles de ciertas plantas de chaparral y matorral costero, pueden ser adaptaciones para incrementar la frecuencia del fuego (Muller, 1966; Muller *et al.* 1964, 1968; Halligan, 1972, 1975).

En contraste, los desiertos calientes y secos, los cuales podrían parecer tener la mejor combinación de condiciones climáticas para propiciar fuegos frecuentes, rara vez se queman. Las condiciones climáticas son tan severas que las acumulaciones de materia orgánica son también bajas para soportar quemaduras extensas (Minnich, 1994).

Malanson (1984), reporta que los fuegos en el matorral costero fueron, probablemente, menos frecuentes antes de los asentamientos Europeos, pero los fuegos periódicos han sido su peculiaridad. O'Leary, (1990) comenta que; "los fuegos naturales recurrentes, han ejercido una importante fuerza selectiva sobre la dinámica de recuperación y propiedades funcionales de las tierras arbustivas tipo mediterráneo". Los climas mediterráneos son climas propensos al fuego, en donde a menudo se presentan tormentas eléctricas con relámpagos que podrían comenzar el fuego (Byrne *et al.*, 1977; Mooney, 1977; Keeley y Keeley, 1984; Barbour *et al.* 1993).

Los fuegos naturales, que queman miles de acres de chaparral y matorral costero, se presentan cuando las ráfagas de vientos alcanzan de 30 a 80 millas/hora (50 a 130 km/h), una humedad relativa y humedad del combustible muerto de alrededor de 5% y la temperatura del aire es cercana a los 100°F (38°C).

En el chaparral y el matorral costero, los fuegos tienden a consumir todas las plantas, así como la hojarasca, ramas secas y arbustos secos, debido a que no hay discontinuidad entre la superficie del suelo y el dosel de las plantas. Sin embargo, la acumulación del material es lento y los fuegos se presentan en un ciclo de 20 a 40 años.

La intensidad del fuego claramente afecta la sobrevivencia de las coronas de las raíces y los subsecuentes patrones sucesionales de rebrotes de las especies de

arbustos y el patrón espacial de germinación de semillas de arbustos y hierbas (del banco de semillas suelo) (Keeley y Keeley, 1984; Keeley, 1984; Borchert y Odion, 1995; Zedler, 1995).

Westman *et al.* (1981) calcularon las intensidades del fuego en sitios de matorral costero usando un modelo FIREMOd de Albin, (1976), el cual está basado en: la carga del combustible, las condiciones de humedad del mismo y las condiciones del clima. El modelo calculó 170-200 Kcal/seg m² en la asociación Venturiana, 120-170 Kcal/seg m² en la asociación Riversidiana y 600 Kcal/seg m² en el chaparral.

Es probable que las diferencias intraespecíficas en la mortalidad por fuego - de semillas e individuos- sean adjudicables a variables fisiológicas, morfológicas y ambientales como son: profundidad de la raíz (o de la semilla), almacén de carbohidratos en las estructuras bajo el suelo, yemas adventicias, nivel de humedad del suelo, lapso de tiempo del fuego sobre la planta, intensidad del fuego, estación en la que se presenta el fuego y diferencias ecotípicas de las especies (Keeley y Zedler, 1978; Malanson y O'Leary, 1982; Keeley y Keeley, 1984; Malanson, 1985b; Zedler, 1995).

Muchas de las plantas del matorral costero sobreviven al fuego y han desarrollado variadas estrategias reproductivas en respuesta a éste; incluso parecen requerirlo para completar su ciclo de vida o para permanecer vigorosas (e.g.: *Encelia californica*). Algunas especies necesitan del fuego para que sus semillas germinen (e.g.: *Eriogonium fasciculatum*). Minnich (1994), comenta que el patrón de daño del fuego es específico para cada especie debido a las morfologías individuales. Por ejemplo, los subarbustos caducifolios a la sequía, como *E. fasciculatum*, se queman hasta el suelo debido a su pequeño tamaño, la proximidad de sus doseles con los combustibles del suelo,

la presencia de ramas finamente divididas y abundancia de hojas pequeñas (alta continuidad de combustible) que permiten al fuego consumirlos totalmente. Otras especies mantienen bajo tierra una corona de raíces, rizomas y bulbos que no son dañados, aún cuando son completamente consumidas por el fuego las partes aéreas, o poseen una arquitectura que dirige el fuego lejos del suelo, cuando se consume la hojarasca, hierbas y arbustos (Barkman, 1988; Barbour *et al.* 1993). Dirigir el fuego lejos del suelo es de vital importancia, puesto que la intensidad y el tiempo de quema (que depende de la calidad y cantidad de combustible) permite la sobrevivencia de las estructuras bajo el suelo (banco de renuevos) que posteriormente rebrotan y disminuye la mortalidad de las semillas (banco de semillas); que al arribar las condiciones de humedad y temperatura adecuadas, inician el proceso de germinación (Borchert y Odion, 1995; Zedler, 1995).

II. 2. 1. DINAMICA POSTFUEGO

Después del fuego, el suelo se cubre con hierbas anuales y perennes y plántulas de arbustos, que raramente aparecen en la vegetación madura. Las semillas de muchas de estas especies de hierbas yacen en latencia en el suelo debajo de los arbustos de un incendio a otro. El calentamiento directo del suelo, por el fuego, indudablemente tiene un efecto en las semillas residentes del suelo y en los factores ambientales que pueden afectar su germinación y crecimiento (Went *et al.* 1952; Christensen y Muller, 1975).

Hay dos teorías que explican los mecanismos que inician la germinación de semillas presentes con anterioridad al incendio, que pertenecen a especies que no se hallan

dentro del matorral costero maduro pero lo hacen en gran cantidad en áreas recientemente quemadas.

1) Las semillas son inhibidas químicamente bajo los follajes, ya sea por sustancias alelopáticas, que se lixivian de los arbustos o por toxinas microbiales producidas en la hojarasca, que se acumulan en el suelo con el tiempo y reducen el vigor de las plantas e inhiben la germinación y el crecimiento de las plántulas (Muller et al. 1964, 1968; Muller, 1966; Halligan, 1972, 1975; Malanson, 1984, Keeley *et al.* 1985; Westman, 1986b). Estas sustancias químicas elaboradas ya sea por microorganismos o arbustos, son eliminados efectiva y totalmente por el fuego.

2) Las semillas requieren del estímulo del fuego, calor o sustancias químicas que se liberan de la madera quemada.

De tal modo, en la primera estación de crecimiento (invierno-primavera) la colonización de los sitios quemados se realiza, principalmente, por semillas que han permanecido en el suelo esperando la remoción de los individuos y sustancias tóxicas. En años subsecuentes, un gran número de plantas de otras comunidades, cuyas semillas son dispersadas por el viento, llegan a establecerse dentro del área quemada. El crecimiento abundante observado se atribuye, en parte, a la muerte o desplazamiento de los herbívoros después del fuego (Mooney y Dunn, 1970).

Dentro del matorral costero, muchas especies muestran grandes incrementos en la producción de flores y semillas después de un incendio. Esto es porque florecer después del fuego puede ser una respuesta al incremento de recursos y que se crean áreas abiertas donde se facilita el establecimiento de plántulas (Westman, 1981a; Westman *et al.* 1981; O'Leary, 1990).

Callaway y Davis (1993), comentan que los fuegos pueden iniciar una dinámica de cambios en la vegetación estos pueden diferir con las variables físicas ambientales. La vegetación en estos mosaicos parece estar controlada, además, por interacciones complejas de las especies. Por ejemplo, se han reportado especies de chaparral que sacan de la competencia por luz a las especies del matorral costero (Hanes, 1971; Minnich, 1983; Gray, 1983b; Callaway y Davis, 1993). Los arbustos de chaparral y matorral costero suprimen las especies de pasto (Halligan, 1975; Callaway y Davis, 1993). Este tipo de interacciones biológicas actúan en concierto con los disturbios naturales y la variación en topografía y substrato y pueden producir complejos cambios transicionales entre la comunidad de mosaicos (Callaway y Davis, 1993).

La hipótesis de la historia del fuego sugiere que debido a la intensidad y/o la periodicidad, de un fuego en particular, se favorece solamente a un pequeño número de especies que muestran un rápido crecimiento postfuego, y éstas entonces, exitosamente evitan el establecimiento de especies de arbustos adicionales (Malanson y O'Leary, 1982; Malanson y Westman, 1985). Westman (1981a, 1982a) reportó que dos años después del fuego, se incrementó dos veces la cobertura foliar en los arbustos estacionalmente dimórficos en un sitio costero de la formación Venturiana. Es posible que el dimorfismo estacional provea una más eficiente estrategia de recuperación postfuego en los sitios denudados y secos después de quemados. Esto ayuda a explicar la presencia de especies del matorral costero en sitios secos y quemados de chaparral en los primeros años de la sucesión postfuego (Hanes, 1971).

Desimone y Burk (1992), analizaron los cambios en la dirección de la pendiente, que se han asociado con diferencias postfuego, en el patrón de diversidad y composición del matorral costero. La influencia de la dirección de la pendiente es

probablemente grande durante las primeras etapas de recuperación de la vegetación postfuego (Mooney *et al.* 1977; Kirkpatrick y Hutchinson, 1980). Las pendientes Norte, con baja pérdidas de agua por evaporación, tienen más agua disponible para el crecimiento, establecimiento y sobrevivencia de las especies, que las pendientes Sur (Keeley y Keeley, 1984; O'Leary, 1988, 1990). Tales condiciones favorecen a las especies que están menos adaptadas a la sequía (Barbour *et al.* 1993). Las especies mésicas, en las pendientes con cara al Norte en el matorral costero maduro, pueden entonces ser más resistentes a las diferencias de humedad del suelo en la estación seca que las especies de las pendientes con cara al Sur (Gray y Schlesinger, 1981; Westman, 1981b, 1982b).

Respecto al factor humano, Johnston (1970), menciona de que el hombre probablemente comenzó a usar y mantener el fuego hace más de 500,000 años, pero no ejerció su máxima influencia en la vegetación del mundo, hasta que aprendió a producir y usar el fuego hace más de 20,000 años. Utilizó el fuego para calentarse, cocinar sus alimentos, atraer la caza, hacer crecer pastura para los animales domésticos y silvestres, promover el crecimiento de frutos y semillas para alimento, evitar los peligros al viajar en pastizal, sabana o bosque, para cazar y resguardarse.

La respuesta humana al uso de fuego refleja su confusión entre los efectos positivos y negativos de ésta práctica, pero aún así, se ha usado el fuego en todo el mundo para reducir plagas, preparar la tierra para cultivar e incrementar el forraje disponible para sus animales. Durante los fuegos intensos, en horas y aún minutos, un bosque, una pradera o un matorral pueden reducirse a cenizas y la pérdida de plantas y animales puede ser de gran importancia económica y estética (Aber y Melillo, 1991). Con el fuego los nutrientes liberados pueden permanecer en el sistema y estar en forma disponible para las plantas, o

perderse con el humo y gases. La disponibilidad de luz y agua para las nuevas plántulas y retoños se incrementa por la eliminación de alguna o toda la vegetación previa.

El fuego impacta el suelo, vegetación, vida silvestre, construcciones y algunas veces vidas humanas (Green, 1982; Mayer y Wirtz II, 1995).

II. 2. 2. MODELOS DE CAMBIOS DE VEGETACIÓN

Mientras que se entiende por “sucesión una series de cambios dentro de las comunidades vegetales hacia la recuperación de la vegetación en un sitio determinado”, Zedler *et al.* (1983) puntualizan, que el concepto tradicional de sucesión no es completamente aplicable a la vegetación de zonas áridas (e.g. chaparral y matorral costero), debido a que están sujetas a cambios ambientales cíclicos drásticos y soportan fuegos periódicos naturales los cuales normalmente producen poco cambio en la composición de la vegetación.

Por su parte, Specht (1982) y Kruger (1983) ponen de manifiesto que los factores que afectan la productividad, son de gran importancia para determinar el resultado de la “sucesión”. Keeley (1986) hace énfasis en la historia de disturbio como un factor controlador. El éxito de las especies puede ser una adaptación tanto a los hábitats del sitio como a un régimen de disturbio, pero la importancia de estos factores no ha sido determinada aún (Malanson, 1984; Lamont *et al.* 1993). Por otro lado en regiones áridas, el reemplazo de especies a cualquier escala espacial, es más probable que sea causado por

eventos ambientales que por interacciones competitivas en un ambiente libre de disturbio (Zedler *et al.* 1983).

En la vegetación de matorral, propenso a fuegos periódicos, la “sucesión”, se entiende como ‘procesos cíclicos, en donde los cambios dentro del sistema aumentan - con el tiempo- la probabilidad del disturbio’ y dada la aparente dependencia de la vegetación al fuego la ausencia de éste puede ser considerado un factor muy importante (Odum, 1981; Christehensen, 1985; Burrows, 1990).

O’Leary (1989) hace hincapié en que la elasticidad del matorral costero a fuegos naturales periódicos no se entiende completamente todavía, pero parece que es producto de las estrategias reproductivas de las especies componentes y de la naturaleza de los regímenes del fuego (Malanson, 1985a,b; Grubb y Hopkins, 1986; Keeley, 1986; Westman, 1986b).

Godron *et al.* (1981) señalan que después de una perturbación (tala o fuego) la heterogeneidad espacial y temporal se combinan para desencadenar una serie de cambios en la vegetación como son; cambios en la riqueza florística, cobertura, biomasa aérea y en la estructura vertical.

Zedler (1995) y Borchert y Odion (1995) hacen hincapié en las grandes diferencias en la intensidad del fuego al momento de la quema. Lo que produce una distribución parchada en la germinación de semillas tanto de especies perennes como anuales (Angoa, 1996) y además, la recuperación de estructuras bajo el suelo refleja una gran heterogeneidad en los sitios.

El matorral costero parece intermedio entre el pastizal y el chaparral en su resistencia a la frecuencia del fuego (Westman, 1982a, 1986b; Keeley, 1986; Keeley y Keeley, 1987; O'Leary, 1989,1990).

Después del disturbio las especies invasoras agresivas disminuyen la elasticidad (resiliencia) de la comunidad, impactando los procesos sucesionales (Davis, 1994). Las plantas invasoras exitosas, como las hierbas anuales del mediterráneo Europeo y frecuentes en las comunidades de California, son tolerantes a un amplio rango de condiciones ambientales. Hay productores prolíficos de semillas que son efectivamente dispersadas por el viento y tienen sistemas generalizados de polinización por el viento o insectos. Además poseen altas tasas de crecimiento. Estas especies invasoras a menudo son las primeras en llegar a los sitios perturbados y entonces toman ventaja de los ambientes virtualmente libres de competidores (Groves, 1986; Minnich, 1994; Barbour *et al.* 1993). Las últimas en llegar deben competir por espacio y recursos reducidos (Zedler *et al.*, 1983; Begon *et al.* 1986).

Las especies invasoras más exitosas son las que tienen hábitats similares a los de sus hospederos. Davis, (1994) dice que "La invasión por especies no nativas puede afectar grandemente el funcionamiento del ecosistema alterando las tasas de abasto de recursos disponibles, la estructura trófica, y los regímenes de disturbio". Los cambios en la composición de especies influyen los patrones de regeneración y la periodicidad del fuego (Zedler *et al.*, 1983).

II. 3. APLICACIONES Y PERSPECTIVAS

El matorral costero es una comunidad totalmente diferente al chaparral, con patrones de sucesión distintos debido a que no son idénticos ni en estructura, ni en fisonomía, ni en el hábitat. Westman (1982a) propone que se deben buscar, para el

matorral costero, estrategias de manejo y conservación diferentes, de acuerdo a los requerimientos de las especies que en él se encuentran. Asimismo, deben de estar enfocadas en preservar la comunidad tipo, basadas en los rasgos propios del matorral costero (Desimone y Burk, 1992; Oberbauer y Evans, 1982; Keeley *et al.* 1995).

Aunque en México no se llevan a cabo quemas programadas por algún organismo gubernamental, se ha investigado acerca de estas (manejo del fuego) para evitar los incendios a gran escala, puesto que la intensidad del fuego puede eliminar a las especies que tienen la habilidad de rebrotar y dar ventaja a las especies herbáceas que necesitan de los espacios abiertos para poder establecer sus plántulas. Por otro lado, quemas frecuentes (poca hojarasca y baja intensidad) serían aprovechadas para que los arbustos rebrotaran con más vigor y poco a poco desaparecerán las semillas de herbáceas del reservorio del suelo (Westman, 1981a).

Para hacer un manejo adecuado de quemas se deben de tomar en cuenta, la estacionalidad, tiempo desde la última quema, la periodicidad del fuego en cada sitio (acumulación de hojarasca) y las actividades antropogénicas pre y postfuego. En México no se lleva un programa de supresión de fuegos por lo que periódicamente se queman, de manera natural o intencional, porciones de ésta vegetación a lo largo de la franja costera. Minnich (1983) refiere al matorral costero de Baja California como una vegetación donde no hay un registro de control de fuego. No fué sino hasta 1972 cuando se llevó a cabo un registro formal de los fuegos con el sistema de Satélites (Landsat Plataforma).

En California el matorral costero se ha declarado un tipo de vegetación en peligro y se llevan a cabo una serie de acciones para recuperarlo. En México, el matorral esta siendo **substituido** por campos agrícolas y zonas urbanas, sobretudo se “aprovecha” cambiar el uso del suelo, cuando éste se encuentra quemado. Realmente en Baja California especialmente en el corredor turístico Tijuana-Ensenada esta desapareciendo rápidamente por influencia del desarrollo turístico y urbano, la agricultura y quemas intencionales. Este trabajo presenta los primeros datos que hay sobre la dinámica del

fuego en el matorral costero suculento de Baja California y es material básico para elaborar un plan de manejo de fuego en matorrales similares. Asimismo, se presenta un aspecto poco estudiado de esta vegetación durante los primeros años de la sucesión, como es la recuperación de cactáceas, crasuláceas y agaváceas después de la quema, en una asociación *-Bergerocacto emoryi- Agavetum shawii-* reportada como endémica (Delgadillo, 1995).



Rhus integrifolia



Agave shawii

OBJETIVOS

III. OBJETIVOS

III. 1. OBJETIVO GENERAL

Analizar los cambios durante 15 meses en la vegetación de matorral costero, después de un incendio (noviembre de 1992).

III. 2. OBJETIVOS PARTICULARES

a) Registrar la especies vegetales que germinan y rebrotan, inmediatamente después del incendio.

b) Describir los patrones fenológicos de las (formas de vida) especies postfuego del matorral costero, durante 15 meses (diciembre de 1992 - junio de 1994).

c) Comparar la composición de especies en la zona de estudio (quemada) y el área circundante sin quemar.



Opuntia sp



*Simmondsia
chinensis*

DESCRIPCION DEL SITIO

IV. DESCRIPCION DEL SITIO

IV. 1. AREA DE ESTUDIO. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El área de estudio pertenece al Municipio de Ensenada, dentro del corredor turístico Tijuana-Ensenada, al Norte de la ciudad de Ensenada, Baja California, México.

Se localiza dentro de los $31^{\circ} 58' 29.2''$ y $31^{\circ} 55' 35.7''$ Latitud Norte, y dentro de los $116^{\circ} 46' 11.4''$ y $116^{\circ} 45' 13.3''$ Longitud Oeste (Fig. 3). La zona es llamada "Los Cantiles" y abarca los kilómetros 89-92 de la autopista panorámica Tijuana-Ensenada.

Los límites del sitio de muestreo son: al Norte el puente "Manantiales" (Km 89), en donde por debajo de él, en la bajada natural de agua, se presenta vegetación riparia. Al Este se encuentra el conjunto de promontorios que terminan abruptamente en un cantil de paredes casi verticales, que se extiende por alrededor de tres kilómetros paralelo a la costa. Al Sur (km. 92) está la zona de fallas geológicas y al Oeste la autopista panorámica Tijuana-Ensenada que, en este tramo, se encuentra frecuentemente en reparación debido a los deslizamientos de tierra.

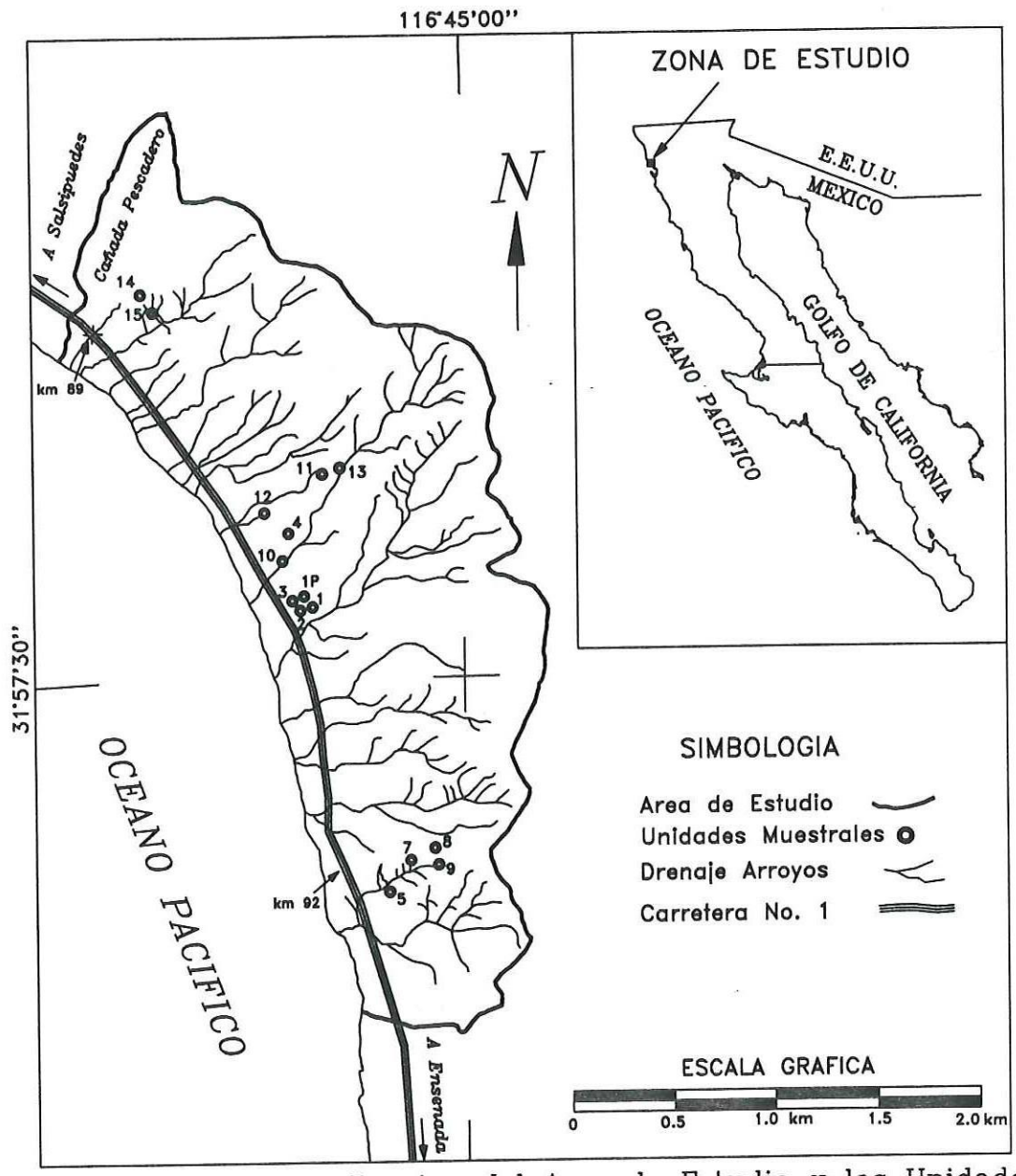


Fig. 3 Mapa de localizacion del Area de Estudio y las Unidades Muestrales en "Los Cantiles" Ensenada, B.C. Carta Topografica INEGI, 1975 Escala 1:50000.

IV. 2 . CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Clima tipo mediterráneo (templado, seco y extremo; único en México). Con lluvias predominantemente invernales con un promedio anual de 250 mm; la temperatura promedio anual es de 16°C (con una máxima de 35°C y mínima de 2°C) (UNESCO, 1963) (SAHOP, 1994) (Fig. 4).

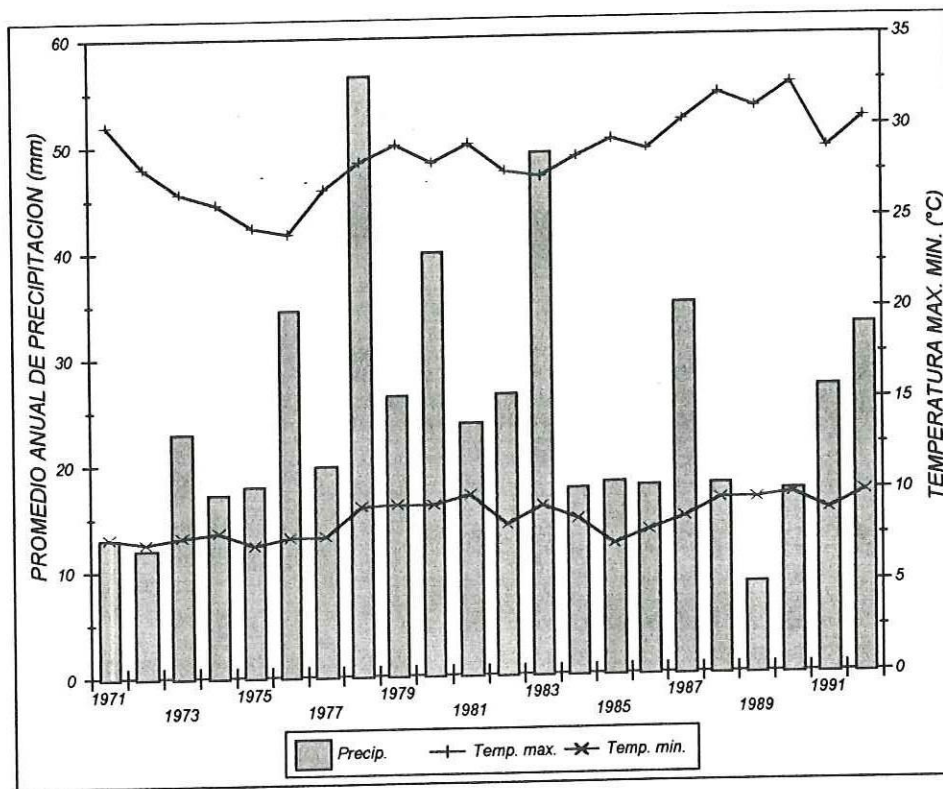


Figura 4.- Promedios anuales de precipitación, temperaturas máximas y mínimas en un período de 20 años (1972- 1992) (SARH División Ensenada, Estación 16).

El área de estudio está comprendida dentro de la formación Rosario (SAHOP, 1994), compuesta por rocas ígneas extrusivas andesíticas y basalto. Se presentan también suelos sedimentarios aluviales en una porción al centro del área de

estudio (kilómetros 91 y 92). A nivel regional predominan las rocas ígneas intrusivas del tipo tonalita, granodioritas, así como también rocas extrusivas como riolitas y traquitas.

Las mesetas y lomeríos de la zona tienen una caída pronunciada hacia el mar bajando 200 metros o más en una distancia de 700 metros aproximadamente hacia la línea de costa (escala 1:50,000)(INEGI, 1981).

Los suelos son *feozem* en una fase lítica, que regionalmente, representan el extremo sur de esta provincia edafológica que se extiende hasta El Sauzal de Rodríguez. Son suelos someros de alrededor de 48 cm de profundidad hasta la roca parental, con un tamaño de partícula fina e irregular; poseen textura media y se encuentran poco desarrollados. Tienen un epipedón mólico (con >1% de materia orgánica) lo que indica fertilidad moderada y son muy susceptibles a erosionarse.

El predominio a gran escala es de litosoles, aunque el matorral costero se encuentra en diferentes tipos de suelo como son los rigosoles, yermosoles, vertisoles y el mismo chernozen (INEGI, 1981).

La cuenca hidrológica del Río Tijuana- Arroyo de Maneadero, de acuerdo a SARH. Las corrientes estacionales y arroyos como el de la cañada "Pescadero", vierten sus aguas al Océano Pacífico, y debido a la escasa precipitación, los escurrimientos superficiales son casi nulos (SAHOP, 1994).

IV. 3. VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO

Casi en su totalidad, la zona posee predios privados, con escasa población (1980 habitantes), que se dedican a actividades pecuarias, de recreación y turismo

(INEGI, 1981; SAHOP, 1994). El matorral costero se presenta en pequeños parches rodeado de chaparral. El estado actual de la vegetación nativa es deplorable.

El efecto combinado del uso del suelo (urbanización, agricultura) y el fuego provoca la disminución y en algunos casos la desaparición local de las poblaciones de animales como; pequeños roedores (*Peromyscus sp*), reptiles (*Phrynosoma sp*), aves (*Polioptila californica*) e insectos (*Pogonomemymex californica*) que dependen del matorral costero para alimentación, casa y protección (Pase y Brown, 1982; Bowler, 1990).

Hay cría de ganado equino al Este y bovino al Norte. Precisamente en el área de muestreo no se presenta agricultura, resaltándose que la orografía es muy accidentada, con barrancos, cañadas y promontorios en profusión. Sin embargo, actualmente algunas áreas están siendo terraceadas, aplanadas y lotificadas para uso habitacional (INEGI, 1981; SAHOP, 1994).



METODOLOGIA

V. MÉTODOS

V. 1. MÉTODOS DE CAMPO

V.I.1. SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO Y TAMAÑO DE MUESTRA

Se seleccionaron 14 sitios de muestreo de 1 m², procurando que estuvieran a una misma altitud y representando cada una de las orientaciones (N, S, E y O) pues bibliográficamente este dato parecía importante (Kirkpatrick y Hutchinson, 1980; Gray y Schlesinger, 1981; Westman, 1981b, 1982b; Mooney, 1977; Keeley y Keeley, 1984; O'Leary, 1988, 1990; Desimone y Burk, 1992). Al mes de iniciado el muestreo se agregó una unidad muestral, para remplazar una de ellas que se perdió al deslizarse la tierra (Fig. 5).

Las quince muestras de 1 m² se ubicaron aproximadamente a una distancia del mar de ~300- 1,000 m y a una altura de ~100- 200 msnm.

Los lugares de muestreo se seleccionaron de tal forma que una o dos personas pudieran realizar el trabajo minucioso de contar individuos de plántulas a lo largo de los 15 meses de muestreo.

Su distribución espacial quedó como sigue (Fig. 5):

Kilómetro 89 (cañada Pescadero): es el extremo más norteño del área de muestreo y los sitios se encuentran a ~200 m de distancia de la vegetación de matorral costero sin quemar (se encuentra terraceda, para futura lotificación). En este kilómetro

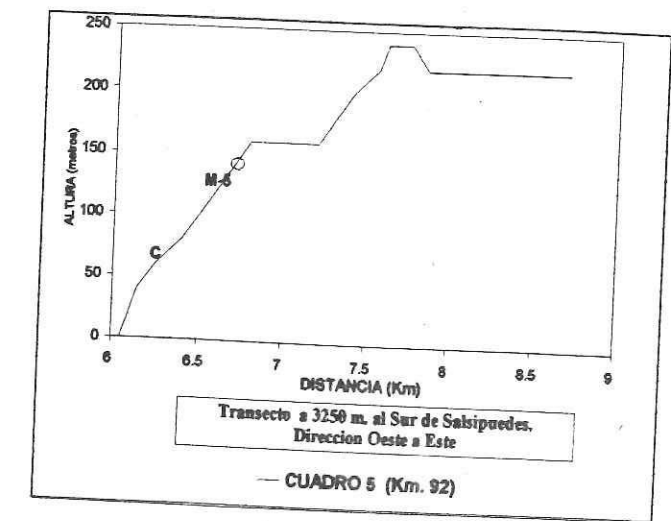
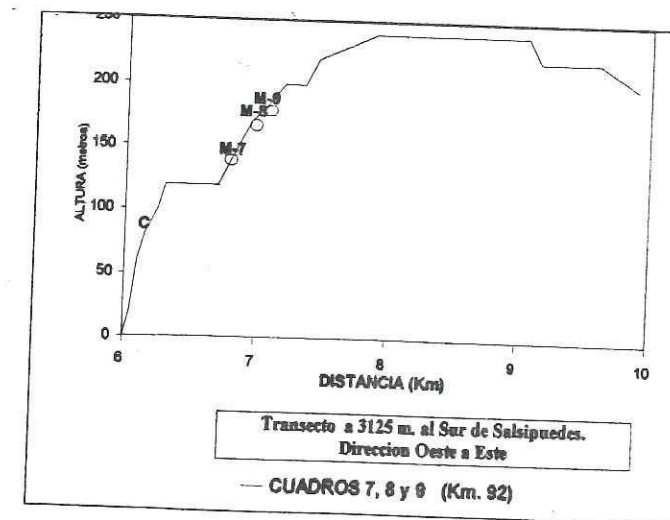
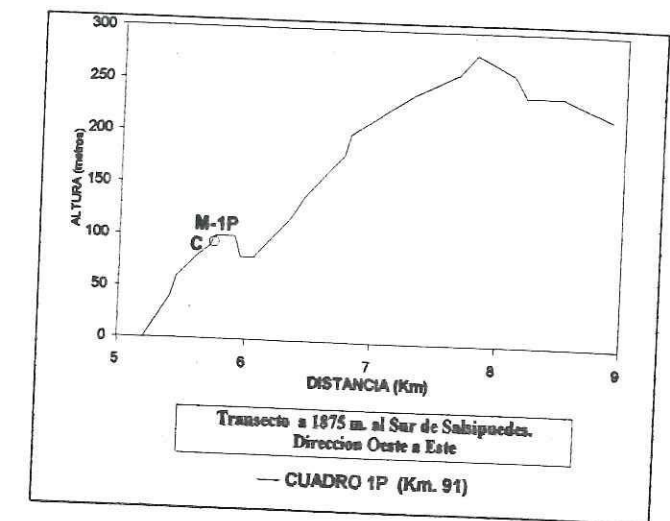
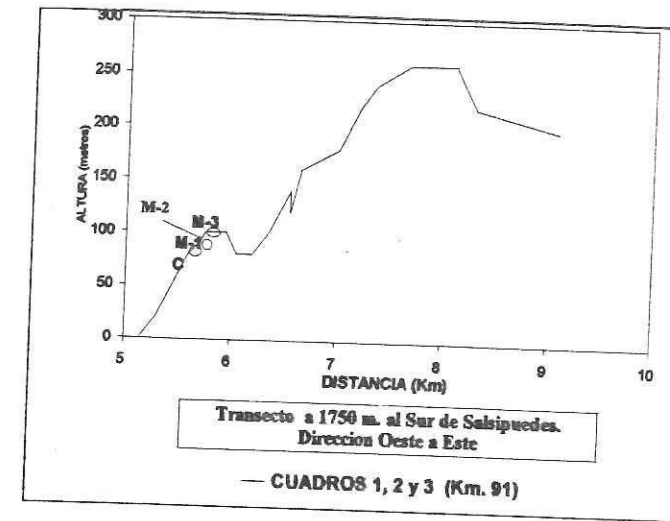
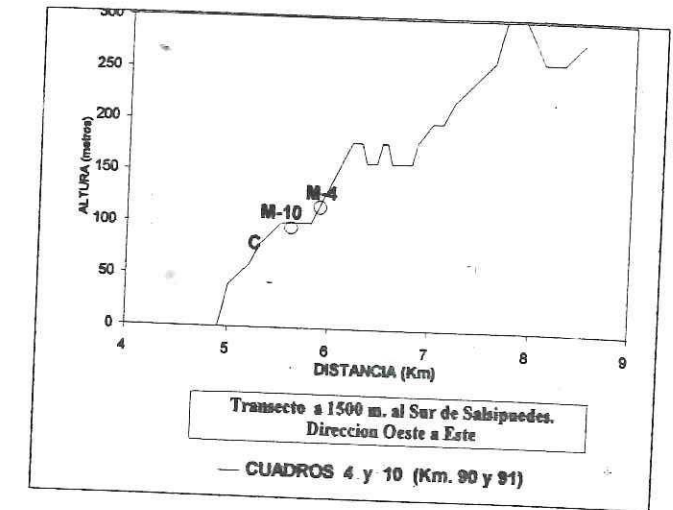
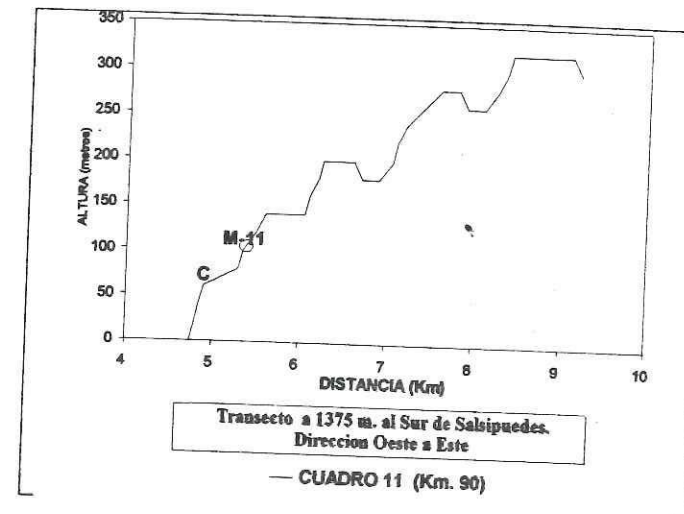
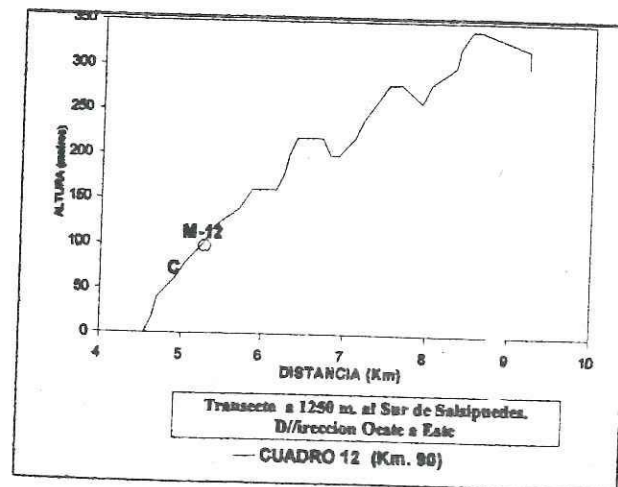
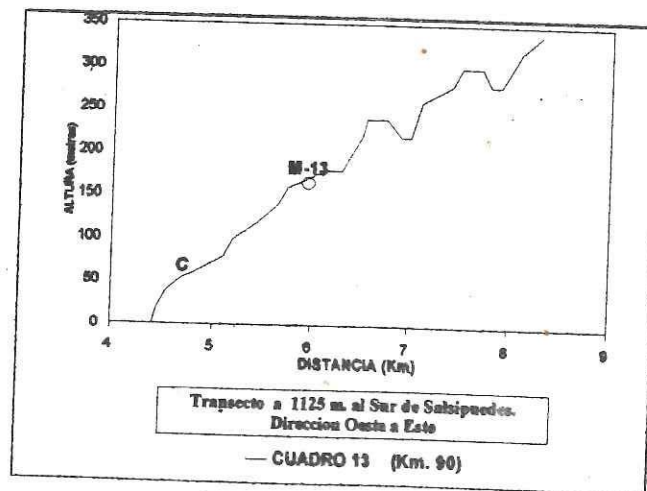
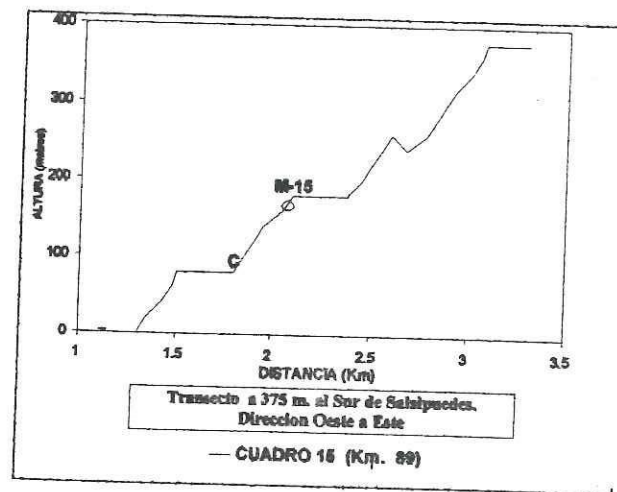
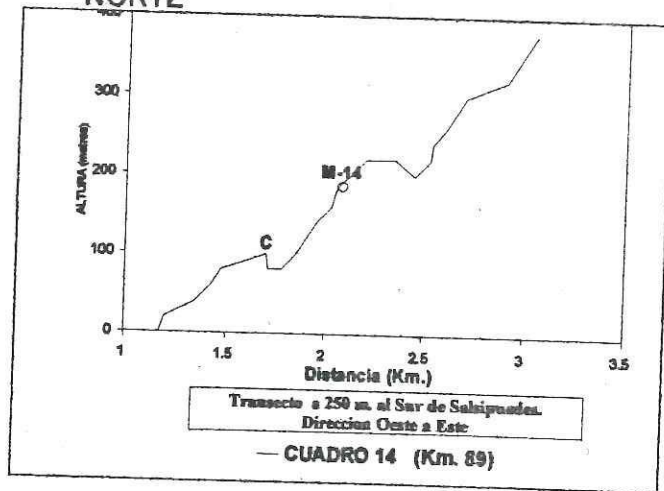
Figura 5.- Distribución temporal y espacial de las unidades muestrales del área "Los Cantiles", Ensenada, Baja California. Kilómetros 89-92, perfiles y número de las muestras de Norte a Sur.

No del cuadrante	Km 89		Km 90				Km 91				Km 92				
	15	14	11	13	12	10	4	1P	1	2	3	5	8	9	7
1993 FEBRERO	X	X	X	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X
MARZO	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X	X	X	X	X	X
ABRIL	X	X	*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MAYO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
JUNIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
JULIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	X	X	X
AGOSTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SEPTIEMBRE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OCTUBRE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NOVIEMBRE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DICIEMBRE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1994 ENERO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FEBRERO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ABRIL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
JUNIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*	*	*	*

Nota: (*) no se muestreo.

(x) Se trabajó la muestra.

NORTE



SUR

se colocaron dos muestras (14 y 15. La muestra 14 es la única con suelo de origen volcánico (basalto)).

Kilómetro 90: Se seleccionaron cuatro sitios (10, 11, 12 y 13). El suelo es similar en todas las muestras (textura media, con pocas rocas de ~3 cm de diámetro).

Kilómetro 91: Se tomaron cinco sitios de muestreo (1, 1P, 2, 3, y 4). Nota: La unidad muestral 1P se agregó por la pérdida de la unidad 1, sin embargo siguió muestreandose la 1P.

Kilómetro 92: Es el límite Sur del área de muestreo. Alrededor de 200 metros más al Sur comienza la vegetación sin quemar (en el siguiente cerro). Se tomaron originalmente cinco sitios de muestreo (5, 6, 7, 8 y 9; aunque la unidad seis se perdió luego del primer muestreo, probablemente porque el terreno se deslizó por la pendiente de la cañada).

El período de muestreo fué diseñado para un ciclo anual a partir de febrero de 1993 y hasta enero de 1994. Sin embargo pareció interesante no solo contemplar una estación de crecimiento (primavera - verano), por lo que al término del período se decidió seguir muestreando el área cuando menos durante otra estación de crecimiento, aunque ya no tan intensivamente. Por tal se agregaron los muestreos de febrero, abril y junio de 1994.

El área muestreada hace un total de 15 m² (Fig. 5).

V. 1.2 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Luego de un reconocimiento visual se ubicaron las unidades muestrales sistemáticamente, tres por ladera. Se marcaron los extremos con estacas de madera de 30

cm. y piedras marcadas con pintura roja, para evitar pisar la muestra. Y se colocaron banderas cerca y lejos de cada sitio, para hacer más fácil la ubicación a distancia.

Se construyó un marco de madera de 1 metro cuadrado, unido con tornillos de mariposa para hacerlo manejable. El marco interior de cada lado se dividió en 10 partes de 10 cm cada una, marcado con tinta indeleble y numerado del 1 al 10.

En cada ladera se colocó el cuadrante de madera, marcando y fijandolo con estacas para que en cada visita se colocara el marco en la misma posición.

En una tabla de campo se fijó una hoja milimétrica con los puntos (20 X 20 cm) como límites del cuadrante y las divisiones del 1 al 10 (2 cm en el papel milimétrico equivalen a una división de 10 cm en el cuadrante de madera). Sobre el papel milimétrico se colocó una hoja de acetato, donde se anotaron los puntos límites, la fecha del muestreo, número de la muestra y kilómetro (Anexo V).

El proceso de muestreo consistió en:

- 1) localizar dentro del cuadrante de madera cada una de las especies y
- 2) trazar las dimensiones aproximadas de sus coberturas, tomando como referencia las divisiones del papel milimétrico (Anexo V).

Se elaboró una clave asignándole un número a cada especie y con él se identificó la respectiva cobertura en la hoja de acetato. La identificación de las plántulas fue problemática, por lo que con el número y un nombre provisional se trabajó en los primeros meses de muestreo, hasta que florecieron y se hizo la colecta para su determinación botánica.

Para determinar si los individuos comenzaron de plántula o rebrote, se verificó fuera de los cuadrantes, el arreglo radicular (plántulas) o la presencia de

estructuras endógeas (rebrotos). Para éstas últimas, toda el área de rebrote se tomó como un individuo.

Además, en cada visita a los 15 cuadros se tomaron datos cualitativos de: presencia de flores, frutos y semillas de la flora de los alrededores. Se colectaron además ejemplares para la identificación de las especies del área de muestreo. [Nota: La identificación de las especies dentro y fuera de los sitios de muestreo se hizo en el CIBNOR, Baja California Sur].

Además se muestreó una porción del corredor turístico Tijuana-Ensenada (Bajamar- Sanmandino), dentro de la zona que no fué afectada por el incendio de noviembre de 1992. Se trabajaron (en 1993) 10 relevés de 100 m² en los kilometro 89 a 94. Esto fué realizado con el objeto de poder comparar la composición de especies del área dentro y fuera de la zona quemada.

V. 2 METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE DATOS

Se calculó la cobertura de cada una de las especies usando los acetatos y tomando en cuenta el área dentro de las siluetas trazadas en el papel milimétrico (cada 0.25 cm² de papel milimétrico corresponde a 6.2 cm² de suelo). Los datos se vaciaron en tablas donde se siguió cada especie y unidad de muestreo en el tiempo (Anexo II).

Se elaboró una lista de ejemplares colectados de la zona quemada (Anexo I) y se registraron las estrategias (observaciones *in situ*) de recuperación de las especies. Se compararon las especies de la zona quemada con especies referidas en 10 muestras (relevés de 100 m² cada uno) del área aledaña sin quemar (Anexo I).

De las especies dentro y fuera de los cuadrantes se obtuvieron porcentajes de floración y fructificación para compararlas como grupos (arbustos, hierbas perennes y anuales).

V. 3. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS DATOS

V. 3.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO

Caras de Chernoff

En este tipo de análisis se estructura una matriz con las coberturas de cada especie (columnas) y unidades muestrales (renglones). Esta matriz se trabaja en el paquete "Complete Statistical System, ver. 3.1" (CSS, 1990), obteniéndose el diagrama de las caras de Chernoff, correspondiendo cada cara a una unidad muestral (Anexo III-1.). El programa maneja solamente 20 variables o especies.

Análisis de Correspondencia

La información que se necesita para el análisis de correspondencia es la misma que para las caras de Chernoff y el programa ((Multi Variate statistics package) MVSP. Plus, ver. 2.1. 1993) requiere también de una matriz de datos de cobertura donde los renglones son las especies y las columnas las unidades muestrales (Anexo III-2.).

Análisis de Conglomerados

Para este análisis la información que se utiliza es la presencia y ausencia de las especies; se elabora una matriz de datos con las especies como columnas y unidades muestrales como renglones. A partir de ésta, el programa (MVSP. Plus, ver. 2.1. 1993) elabora una matriz cuadrada de similitud (Coeficiente de Czekanowski), que sirve de base a su vez para el agrupamiento de las muestras utilizando porcentajes de similitud como distancia no métrica, como puede ser el método del vecino más cercano por ejemplo. El programa elabora un diagrama de árbol de agrupamiento de unidades muestrales (Anexo III-3.).

Número de Unidades Muestrales (mínimo)

La determinación del tamaño mínimo de muestra se obtiene apoyándose en el Teorema del Límite Central (Infante y Zárate, 1990) de la distribución de medias muestrales (Anexo IV).



*Malacothamnus
fasciculatum*

RESULTADOS Y DISCUSION

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VI. 1. OBSERVACIONES INMEDIATAMENTE DESPUES DEL INCENDIO

VI. 1.1 ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO:

Dos años (1991 y 1992) consecutivos de precipitaciones invernales por arriba de los 350 mm y temperaturas máximas promedio de verano por arriba de los 29°C (Fig. 7) (SARH, División Ensenada), aunado a la presencia de vientos (calientes y secos) de "santana", dieron inicio probablemente al incendio a principios del mes de noviembre de 1992. El fuego, arrasó con todo lo que se encontraba sobre el suelo, dejando únicamente restos de arbustos quemados hasta su base.

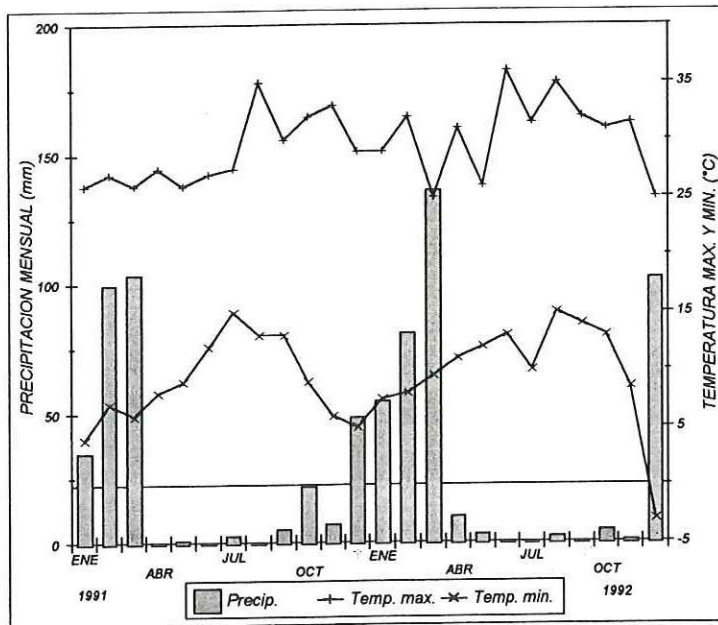


Fig. 6.- Promedios mensuales de precipitación (mm) y temperaturas máxima y mínima mensual (°C).

Nota: Vientos predominantes del Suroeste (SW).

El fuego duró dos días (4 y 5 de noviembre); las ráfagas de viento propiciaron que rápidamente avanzara y consumiera toda la vegetación. Sólo quedaron en pie algunos troncos gruesos totalmente quemados de *Rhus sp* y los "restos" de *Bergerocactus sp*.

La primera visita al sitio quemado se realizó en el siguiente mes (diciembre 21 de 1992), para seguir la evolución de la vegetación postfuego. Se observó que después del fuego y con las lluvias de invierno, grandes porciones de las capas superiores del suelo, con pendientes pronunciadas, se deslizaban ladera abajo y en zonas de suelo más estable ya comenzaban a rebrotar los arbustos de *Rhus integrifolia* y la hierba perenne *Dichelostomma pulchella*. Además ya habían germinado las plántulas de *Malacothamnus fasciculatum*. La suculenta colonial *Bergerocactus emoyii* aún no se observaba, pero a 5 cm de profundidad sus raíces y tallos subterráneos se mantenían verdes y turgentes (como se pudo observar al excavar por debajo de sus restos). Benson (1969) menciona ésta característica (tallos y raíces subterráneos) en otro género relacionado como *Opuntia*, que les permite protegerse de eventos de perturbación como el fuego, evitando la desecación de los tejidos meristemáticos.

En otras observaciones exploratorias de enero 21 de 1993 (tres meses después del incendio) había rebrotado la cactácea, *Bergerocactus emoryii*, el arbusto nativo y endémico que es muy abundante, *Viguiera laciniata* (Compositae) y las trepadoras caducifolias, que tienen preferencia por hábitats abiertos, *Marah macrocarpa* y *Calistegia macrostegia*, así como las plantas no vasculares, *Polypodium sp.*, *Selaginella sp.* y algunos musgos. Estas últimas no son pirófilas aunque se explica su germinación exitosa porque se piensa que el incendio no fue tan intenso (en ése microhábitat) y el almacén de propágulos no se quemó, permitiendo que con las primeras lluvias germinaran las esporas.

En esa fecha ya se encontraban cambiando rápidamente la fisonomía del lugar las plántulas de las leguminosas *Lotus strigosus* y *Astragalus sp.* (pirófilas o anuales

postfuego), la hierba secundaria de laderas quemadas (*Calandrinia breweri*), y dos más de las típicas pirófilas (*Antirrhinum cyathiferum* y *Pholistoma sp*)

VI. 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS EXPLORATORIO

Se utilizaron las técnicas multivariadas de análisis exploratorio, que incluyeron las caras de Chernoff, el análisis de correspondencia y el análisis de conglomerados, buscando factores o variables determinantes para el comportamiento de un conjunto de datos, o características alrededor de las cuales agrupar la información.

En una revisión bibliográfica de los artículos que tratan el fuego en la vegetación, no se encontró ninguno en donde se aplique alguna de las técnicas anteriores. Prácticamente lo que hacen es **describir** la recuperación postfuego en regresiones simples de composición de especies, biomasa y cobertura, tomando en cuenta la dirección de la pendiente, el tipo de suelo, nutrientes y factores ambientales. La razón de aplicar los modelos multivariados es que existe una gran cantidad de variables en estos ecosistemas, que definen pero que también obscurecen o enmascaran el efecto de una variable determinada que se quiera identificar. Por ejemplo, en un cuadro el factor más importante que define la presencia o la cobertura de una especie puede ser la composición del suelo, mientras que en otro, quizá a unos metros solamente, el factor importante puede ser la pendiente o la humedad, o la temperatura, o la presencia de una planta que libera sustancias alelopáticas. Esta interacción de factores crea una gran dispersión en los datos, por lo que los métodos multivariados son de gran ayuda en la interpretación de resultados. En el caso específico de este trabajo, el número de unidades muestrales fue 15. Sin embargo no había posibilidad de saber cual era el tamaño mínimo de la muestra ya que en el terreno "desnudo" no había forma de saber que plántulas o rebrotes aparecerían como componentes de la unidad muestral.

Se hicieron muchas pruebas explorando, con regresiones múltiples, las posibles relaciones entre la presencia y la cobertura de las especies que iban apareciendo, con la orientación de las laderas y con la vegetación circundante. Sin embargo no hubo agrupación posible. Cada unidad de muestreo, es decir cada cuadro, se comportaba de manera autónoma. La composición y estructura de la vegetación en los primeros 15 meses era diferente en los 15 cuadros.

Esto puede ser porque la muestra era pequeña. Por esta razón, se hizo el análisis de área mínima y tamaño de muestra, para estudios posteriores. El resultado es que 38 unidades muestrales son el mínimo y en este estudio se muestreo menos de la mitad de este número y área resultante.

a) Caras de Chernoff

Esta técnica de análisis exploratorio se utiliza para buscar las diferencias y similitudes de las unidades muestrales y/o de las especies. Para ilustrar su aplicación se seleccionó el mes de junio de 1993, cuando quedaban únicamente las especies perennes, al inicio de la sequía. Cada una de las especies está representada por un rasgo facial, por ejemplo una corresponde a la pupila del ojo derecho y otra al izquierdo; la boca es una tercera especie, la forma de la cara representa otra especie, etc. (Chernoff, 1973). En el Anexo III-1 se presenta el análisis detallado del mes de junio. No hay un conjunto de rasgos característicos en las caras, que las haga similares o que muestre un patrón de agrupamiento.

b) Análisis de Correspondencia

En este análisis exploratorio, se agrupan las muestras y se deduce el arreglo complejo de las especies (buscando semejanzas). Tomando nuevamente el mes de junio de 1993, se trabajó la matriz de coberturas de especies y muestras, se eligió el análisis de

correspondencia, por ser una técnica de clasificación de dos vías, en la cual simultáneamente se analizan variables (especies) y muestras. En el Anexo III-2 se presenta el análisis de correspondencia del mes de junio. Las representaciones gráficas no muestran agrupamientos o tendencias.

c) Análisis de Conglomerados

En este tipo de análisis se elabora una matriz de porcentajes de similitud con los datos de cobertura de las especies para cada muestra, se reordenan las unidades muestrales que compartan mayor número de especies con coberturas semejantes (mayor porcentaje de similitud) y finalmente se realiza un análisis de conglomerados. En el Anexo III-3 se presenta el análisis de conglomerados para el mes de junio, en el cual se observó que únicamente el 36% de las unidades muestrales comparten un porcentaje de similitud por arriba del 72%.

Aunque con estos tres métodos multivariados no se encontraron agrupaciones definidas por una o un conjunto de variables ambientales, fueron muy útiles para poder describir el proceso organizadamente y entender el comportamiento fenológico del matorral costero después de un incendio.

Aunque posterior al adicionar los cuadrantes y obtener el número de especies acumulativo, se observa que en los 15 m² no hay estabilización de la curva de área mínima (Fig. 7). Por otro lado, aplicando la estadística para tamaño de muestra y considerando que la finalidad del trabajo fuera encontrar el número de especies que se presentan en las unidades muestrales, se obtiene;

$n = 38$ unidades muestrales (calculado tomando junio 1993)
como mínimo (Anexo IV).

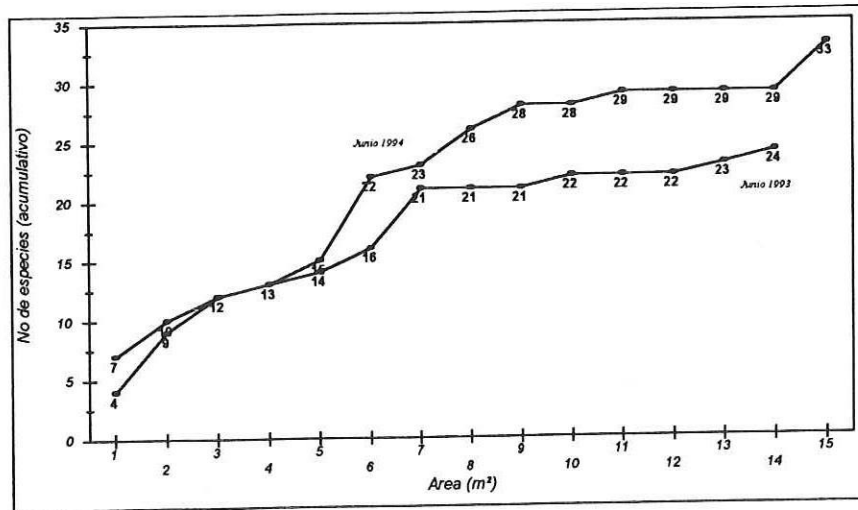


Fig. 7.- Curva acumulativa de número de especies contra área de muestreo (área mínima) para Junio de 1993-1994.

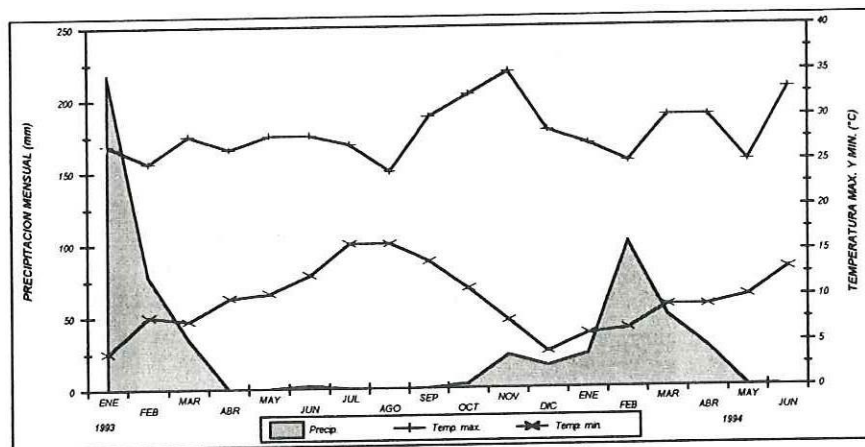


Figura 8.- Datos mensuales de precipitación y temperatura para los dos años de muestreo (1993- 1994).

VI. 3. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA VEGETAL

VI. 3.1. RIQUEZA

VI. 3.1.1. FAMILIAS

Durante el muestreo, de febrero de 1993 a junio de 1994, que incluyó dos períodos de lluvias (Fig. 8), se observó que germinaron y rebrotaron 62 especies en total

repartidas en 58 géneros que representan a 28 Familias. El 39% de las especies correspondieron a tres familias: Compositae (21%), Hydrophyllaceae (8.1%) y Leguminosae (10%) (Tabla 1 y Fig. 9).

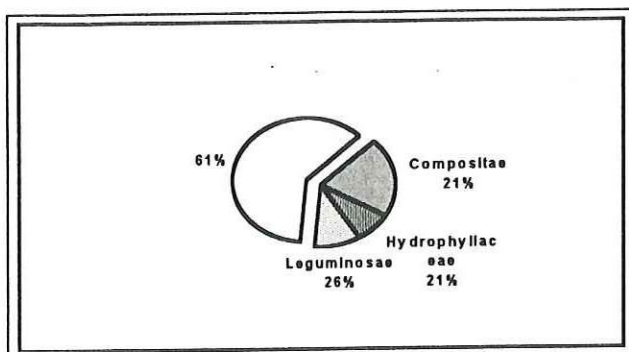
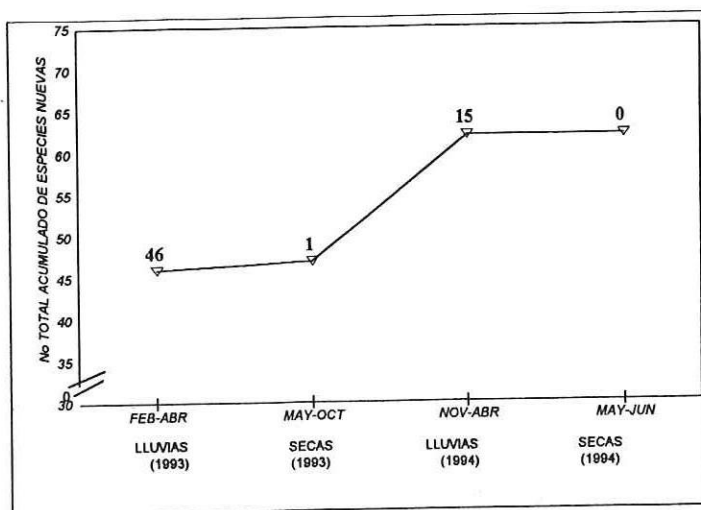


Fig. 9.- Familias con mayor porcentaje de especies

Respecto a la abundancia relativa de las hidrofiláceas, Keeley *et al.* (1985) encontraron algo similar para el chaparral californiano. Mulroy *et al.* (1979) registraron esta familia entre las 10 más abundantes en Punta Banda, Baja California, con ocho especies en total, todas nativas. Además menciona al género *Phacelia* como un género importante ya que tiene cinco especies y en el área de estudio, dentro de las unidades muestrales, se encontraron tres especies de *Phacelia*.

VI. 3.1.2. ESPECIES

De las 62 especies registradas en el período de muestreo, la mayor parte (74.2%) ya habían aparecido al final de la primera estación de lluvias (de febrero a abril de



1993). Sólo una más apareció en la época de sequía (de mayo a octubre) del mismo año. Durante el segundo período de lluvias (de noviembre a abril de 1994) se observaron 15 nuevas especies (el 24%) y ninguna en el segundo verano (Fig. 10).

Fig. 10.-Total de especies nuevas registradas por estación del año.

Este comportamiento de las especies se atribuye principalmente a que en los ambientes postfuego se incrementa la cantidad de luz y nutrientes (ceniza). Además la humedad y las temperaturas ambientales (más cálidas) ya son las adecuadas para disparar la germinación de la mayoría de las semillas que han permanecido en el suelo -a veces por años- en espera de las condiciones favorables; y las especies que rebrotan hacen uso inmediato del almacén de reservas en sus estructuras subterráneas (Westman, 1979b; Christiansen y Muller, 1975; Hanes, 1981; Keeley, 1984; Keeley *et al.* 1985; O'Leary, 1988, 1989). Sweeney (1956) y Hanes (1981), refieren que la dispersión de semillas de especies presentes en áreas cercanas sin quemar, no contribuyen significativamente a la cobertura herbácea de la zonas recién quemadas.

Tabla No 1.- Lista de especies y estrategias de establecimiento (atributos vitales) postfuego de las especies encontradas en los cuadrantes de muestreo ("Los Cantiles"), durante 15 meses. (**) No fué totalmente quemado. (*) Sin éxito, se secaron. (+) Presencia.

CLAVE	FAMILIA, GENERO Y ESPECIE	ATRIBUTOS VITALES	
		PLANTULA	REBROTA
	AGAVACEAE:		
Ash	<i>Agave shawii</i> Engelm**		+
	AMARYLLIDACEAE:		
Agl	<i>Allium glandulosum</i>		+
Dpu	<i>Dichelostoma pulchellum</i> (Salisb.) Heller.		+
	ANACARDIACEAE:		
Rin	<i>Rhus integrifolia</i> (Nutt) Benth & Hook		+
	APIACEAE:		
Aan	<i>Apiastrum angustifolium</i> Nutt. ex Torr. & Gray	+	
Api	<i>Apium</i> sp	+	
	BRASSICACEAE:		
Bsp	<i>Brassica</i> sp	+	
	BRYOPHYTA:		
Mus	Musgos		+
	BUXACEAE:		
Sch	<i>Simmondsia chinensis</i> (Link) Schneider		+
	CACTACEAE:		
Bem	<i>Bergerocactus emoryi</i> (Engelman) Brit & Rose.		+
Msp	<i>Mammillaria</i> sp*		+
	CARYOPHYLLACEAE:		
Sga	<i>Silene gallica</i> L.	+	
	CHENOPODIACEAE:		
Lex	<i>Atriplex</i> sp	+	
Ska	<i>Salsola kali</i> L.	+	
	COMPOSITAE:		
Apu	<i>Amblyopappus pusillus</i> Hook & Am.	+	
Aca	<i>Artemisia californica</i> Less	+	
xsp	Compuesta sp1	+	
Zsp	Compuesta sp2	+	
Csp	<i>Coreopsis</i> sp	+	
Eca	<i>Encelia californica</i> Nutt.		+
Eam	<i>Eriophyllum ambiguum</i> A. Gray	+	
Fca	<i>Filago californica</i> Nutt	+	
Hpa	<i>Hemizonia paniculata</i> A. Gray	+	
Pgr	<i>Porophyllum gracile</i> Benth	+	
Ssp	<i>Senecio</i> sp	+	
Ste	<i>Stephanomeria</i> sp	+	
Vla	<i>Viguiera laciniata</i> A. Gray.		+
	CONVOLVULACEAE:		
Cma	<i>Calistegia macrostegia</i> R. Br.		+
Cor	Convolvulacea sp3		+
	CRASSULACEAE:		
Dla	<i>Dudleya lanceolata</i> (Nutt) Britt & Rose*		+
	CUCURBITACEAE:		
Mma	<i>Marah macrocarpa</i> (Greene) Greene		+

Tabla No 1.- (Continuación...) Lista de especies y estrategias de establecimiento (atributos vitales) postfuego de las especies encontradas en los cuadrantes de muestreo ("Los Cantiles"), durante 15 meses.

CLAVE	FAMILIA, GENERO Y ESPECIE	ATRIBUTOS VITALES	
		PLANTULA	REBROTA
	EUPHORBIACEAE:		
Euf	Euforbiacea sp4	+	
Emi	<i>Euphorbia micromera</i> Baiss.	+	
	HYDROPHYLLACEAE:		
Epe	<i>Emmenanthe penduliflora</i> Benth	+	
Pci	<i>Phacelia cicutaria</i> var. <i>Greene</i>	+	
Pcr	<i>Phacelia cryptantha</i> <i>Greene</i>	+	
Ppa	<i>Phacelia parryi</i> (Torr.)	+	
Pho	<i>Pholistoma</i> sp	+	
	LABIATAE:		
Smu	<i>Salvia munzii</i> <i>Epling</i>	+	
Sri	<i>Stachys rigida</i> <i>Nutt.</i>	+	
	LEGUMINOSAE:		
Asp	<i>Astragalus</i> sp	+	
Lsc	<i>Lotus scoparius</i> (L)	+	
Lst	<i>Lotus strigosus</i> <i>Greene</i> / <i>Lotus argophyllus</i> <i>Greene</i>	+	
Lsp	<i>Lupinus</i> sp	+	
Min	<i>Mellilotus indica</i> (L.) <i>All.</i>	+	
	LILIACEAE:		
Cbe	<i>Colocharthus bellum</i>		+
	MALVACEAE:		
Eci	<i>Erodium cicutarium</i> (L) <i>L'Hér</i>	+	
Mfa	<i>Malacothamus fasciculatum</i> (Nutt) <i>Greene.</i>	+	
	POACEAE:		
Bro	<i>Bromus rubens</i> L.	+	
Stm	<i>Stipa pulchra</i> <i>Hitchc./Melica imperfecta</i> <i>Trin.</i>		+
	POLYGONACEAE:		
Efa	<i>Eriogonium fasciculatum</i> <i>Benth.</i>	+	
Esp	<i>Eriogonium</i> sp		+
	POLYPODIACEAE:		
Psp	<i>Polypodium</i> sp		+
	PORTULACACEAE:		
Cbr	<i>Calandrinia breweri</i> <i>Wats</i>	+	
Mpe	<i>Montia perfoliata</i> (Donn) <i>Howell</i>	+	
	RESEDACEAE:		
Oli	<i>Oligomeris linearis</i> (Vahl) <i>J.F. Macbr</i>	+	
	RUBIACEAE:		
Gmo	<i>Galium morani</i> subsp. <i>aculiatum</i> <i>Dempster</i>		+
	SCROPHULARIACEAE:		
Acy	<i>Antirrhinum cyathiferum</i> <i>Benth.</i>	+	
Cry	<i>Cryptantha maritima</i> (<i>Greene</i>) <i>G.</i>	+	
Lca	<i>Linaria canadensis</i> (L) <i>Dum</i>	+	
	SELAGINELLACEAE:		
Sel	<i>Sellaginella</i> sp		+
	SOLANACEAE:		
Sxa	<i>Solanum xantii</i> <i>A. Gray</i>	+	
	TOTAL	62	32.3 (%)

Tabla No. 2.- Atributos vitales y cobertura de dos años de muestreo en 15 m², de las especies encontradas en las 15 unidades muestrales.

(+) Presencia. (*) Los propágulos son esporas. (**) Se secaron.

ESPECIES ESPECIES PERENNES	ATRIBUTO VITAL		FRUCTIFIC.		COBERTURA MAX.	
	REBROTE	PLANTULA	LLUVIAS	ABRIL (15 m ²)	1993	1994
	1993	1993 1994	1993 1994			
SUCULENTAS:						
<i>Agave shawii</i> Engelm	+				0.418	0.163
<i>Bergerocactus emoryi</i> (Engelman) Brit & Rose.	+				0.059	0.084
<i>Mammillaria</i> sp	+				**	**
<i>Dudleya lanceolata</i> (Nutt) Britt & Rose	+				0.016	**
	100%				0.493	0.246
ARBUSTOS:						
<i>Rhus integrifolia</i> (Nutt) Benth & Hook	+			+	0.230	0.200
<i>Simmondsia chinensis</i> (Link) Schneider	+			+	0.088	0.426
<i>Artemisia californica</i> Less		+		+	0.041	0.122
<i>Encelia californica</i> Nutt.	+		+	+	0.041	0.188
<i>Viguiera laciniata</i> A. Gray.	+		+	+	0.058	0.102
<i>Salvia munzii</i> Epling		+		+	0.003	0.018
<i>Lotus scoparius</i> (L)		+	+	+	0.062	0.231
<i>Malacothamus fasciculatum</i> (Nutt) Greene.		+	+	+	0.668	1.227
<i>Eriogonium fasciculatum</i> Benth.		+		+	0.028	0.129
<i>Eriogonium</i> sp	+			+		0.020
<i>Galium morani</i> subsp. <i>aculiatum</i> Dempster	+			+	0.194	0.338
	55%	46%	36%	55%	91%	1.412
3.000						
HIERBAS PERENNES:						
<i>Allium glandulosum</i>	+			+	0.001	
<i>Dichelostoma pulchellum</i> (Salisb.) Heller.	+			+	0.279	0.141
<i>Porophyllum gracile</i> Benth		+	+	+	0.185	0.206
<i>Calistegia macrostegia</i> R. Br.	+			+	1.882	2.259
<i>Convolvulaceae</i> sp3	+				0.537	0.013
<i>Marah macrocarpa</i> (Greene) Greene	+			+		
<i>Astragalus</i> sp		+		+	0.254	0.767
<i>Colocharthus bellum</i>	+			+	0.053	0.048
<i>Stipa pulchra</i> Hitchc./ <i>Melica imperfecta</i> Trin.	+			+	0.913	0.603
<i>Solanum xanthii</i> A. Gray		+		+	0.031	0.204
	70%	30%	10%	90%	70%	4.135
4.242						
PLANTAS SIN FLOR:						
<i>Musgos*</i>	+					0.012
<i>Polypodium</i> sp*	+				0.003	0.003
<i>Sellaginella</i> sp*	+					0.080
	100%				0.003	0.094

Tabla No. 2.- (Continuación...) Atributos vitales y cobertura de dos años de muestreo en 15 m², de las especies encontradas en las 15 unidades muestrales.

(**) Especies introducidas.

ESPECIES ANUALES	ATRIBUTO VITAL			FRUCTIFIC. LLUVIAS		COBERTURA MAX. ABRIL (15 m ²)	
	REBROTE	PLANTULA		1993	1994	1993	1994
	1993	1993	1994	1993	1994	1993	1994
HIERBAS ANUALES:							
<i>Apiastrum angustifolium</i> Nutt. ex Torr. & Gray		+	+	+	+	0.006	0.008
<i>Apium</i> sp **		+	+	+		0.036	0.123
<i>Brassica</i> sp **			+		+		0.022
<i>Silene gallica</i> L. **		+		+			
<i>Atriplex</i> sp **			+				0.004
<i>Salsola kali</i> **			+				0.012
<i>Amblyopappus pusillus</i> Hook & Am.			+				0.039
<i>Compositae</i> sp1 **			+		+		0.065
<i>Compositae</i> sp2 **			+		+		0.006
<i>Coreopsis</i> sp			+				
<i>Eriophyllum ambiguum</i> A. Gray			+				
<i>Filago californica</i> Nutt		+		+		0.038	
<i>Hemizonia paniculata</i> A. Gray		+	+	+	+	0.177	0.066
<i>Senecio</i> sp **		+	+			0.262	0.004
<i>Stephanomeria</i> sp		+		+			
<i>Euforbiaceae</i> sp4			+		+		
<i>Euphorbia micromera</i> Baiss.			+		+		0.018
<i>Emmenanthe penduliflora</i> Benth		+	+	+	+	0.494	0.105
<i>Phacelia cicutaria</i> var. Greene		+	+	+	+	0.136	0.023
<i>Phacelia cryptantha</i> Greene		+		+			
<i>Phacelia parryi</i> (Torr.)			+		+		0.087
<i>Pholistoma</i> sp		+	+	+	+	0.855	0.021
<i>Stachys rigida</i> subsp. Nutt.		+	+	+	+	0.029	0.013
<i>Lotus strigosus</i> Greene/ <i>Lotus argophyllus</i> Greene.		+	+	+	+	3.874	0.026
<i>Lupinus</i> sp			+				0.001
<i>Melilotus indica</i> (L.) All. **		+	+	+	+	0.321	0.212
<i>Erodium cicutarium</i> (L) L'Hér **			+		+		0.001
<i>Bromus</i> sp **			+		+		0.117
<i>Calandrinia breweri</i> Wats		+	+	+	+		0.019
<i>Montia perfoliata</i> (Donn) Howell		+		+		0.049	
<i>Oligomeris linearis</i> (Vahl) J.F. Macbr		+		+		0.039	
<i>Antirrhinum cyathiferum</i> Benth.		+	+	+	+	1.199	0.092
<i>Cryptantha maritima</i> (Greene) G.			+		+		0.147
<i>Linaria canadensis</i> (L) Dum		+		+		0.024	
		56%	74%	53%	56%	7.538	1.231

O'Leary (1988), reportó después de 6 meses del incendio, en un área de 50 m² de matorral costero y chaparral del Sur de California, la aparición de un promedio de 37 especies vasculares en el mes de abril de 1979. De manera similar, aunque en una área acumulada mucho menor (15 m²), en "Los Cantiles", Ensenada, y a cinco meses del incendio (abril de 1993), en el presente estudio se encontraron 38 especies vasculares (Tabla 2). Esta riqueza se puede deber, en parte, a que el Noroeste de Baja California forma parte de la zona transicional entre las comunidades de matorral costero y chaparral de montaña de California (al Norte) y las comunidades de desierto (al Sur) (Shreve, 1936; Epling y Lewis, 1942; Mulroy *et al.* 1979; O'Leary y Westman, 1988 y Delgadillo, 1995). Además, esta zona se encuentra en un sitio donde confluyen dos asociaciones florísticas denominadas Diegana y Martiriana por Westman (1981a,b, 1983) y su característica de zona de ecotono podría explicar la riqueza encontrada (Kirkpatrick y Hutchinson, 1977 y Axelrod, 1978).

VI. 3.1.3. PERÍODOS ESTACIONALES

El mayor número de especies se presentó en abril de ambos años, al final de la estación de lluvias (Fig. 11). Lo mismo ha sido documentado por O'Leary y Westman (1988) para el Sur de California.

El número de especies registrado en la estación de crecimiento en el segundo año, fue mayor que en los mismos meses del primer año respectivamente. Esto se puede explicar no por la cantidad de agua, la cual favorece la geminación, sino por la llegada de semillas de especies que germinan rápidamente como son las oportunistas exóticas citadas en la Tabla 2.

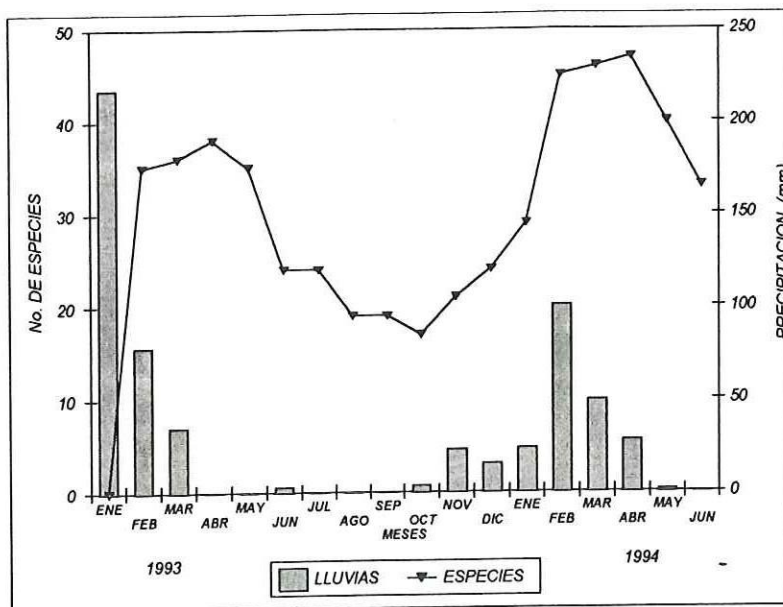


Fig. 11.- Num. de especies mensuales y precipitación.

Se encontró (Tabla 3) que el mayor número de especies introducidas aparece en los muestreos orientados al Sur y al Oeste, que es de donde proceden los vientos predominantes (División Hidrométrica, Estación # 16).

O'Leary (1989) encontró, en muestras de un metro cuadrado dentro de la asociación florística Venturiana, entre 7 y 10 especies. En la zona de muestreo de este estudio el promedio de especies por metro cuadrado encontrado fue de 9 (Abril de 1993) y 11.5 (Abril de 1994). En el primer caso, la riqueza de especies más alta se observa en los primeros dos años después de la quema (O'Leary, 1989, 1990) y al parecer lo mismo sucede en Baja California, pues en observaciones posteriores al muestreo descrito aquí, no se registró un aumento muy grande en número de especies.

Tabla 3.- Especies introducidas

Sitios de Muestreo	
Norte y Este	Sur y Oeste
Compuesta sp1	Compuesta sp1
<i>Apium sp</i>	<i>Apium sp</i>
<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Erodium cicutarium</i>
	<i>Melilotus indica</i>
	<i>Senecio sp</i>
	<i>Silene gallica</i>
	Compuesta sp2
	<i>Salsola kali</i>
	<i>Brassica sp</i>
	<i>Bromus rubens</i>
	<i>Atripelx sp</i>

VI. 3.2. DENSIDAD DE INDIVIDUOS AL INICIO DEL MUESTREO

En febrero de 1993 se encontraron de 26 a 304 individuos (con una densidad de 112.2 ± 77.3) por 1 m^2 . Al mes siguiente la densidad se redujo a un rango de 27 a 222 individuos (con un promedio de 73 ± 57.3 individuos por metro cuadrado). Como se ve, la variación es muy grande. Esto podría explicarse a que el banco de semillas se distribuye de manera parchada y que en el mosaico de vegetación hay "nucleos" con concentración de semillas. En otro sitio al Sur de este, se econtró algo similar (Angoa, 1996).

En California, Keeley y Keeley (1984) reportan una densidad menor que en Baja California, 48.9 individuos por m^2 , donde 47 son plántulas de hierbas, 1.2 rebrotes y .07 plántulas de arbustos durante todos los meses que incluyen la primera estación de crecimiento postfuego.

VI. 3. 3 COBERTURA

Al comparar la cobertura de las especies en ambas estaciones de crecimiento con los picos de lluvia, se observa que entre febrero y mayo de 1993 el porcentaje máximo de cobertura está desfasado respecto a la precipitación (Fig. 12). En el primer año (1993), el defasamiento es de 4 meses, mientras que en el segundo (1994) el defasamiento fue de 2 meses. Esto se debe probablemente a que las especies rebrotaron o germinaron en un suelo desnudo en el primer año, mientras que en el segundo se parte de una cobertura vegetal previa.

En los meses de junio a noviembre de 1993 (época seca) la cobertura bajó debido a que la gran parte de las especies son herbáceas, que terminaron su ciclo de vida y las especies perennes son caducifolias en su mayoría.

En la segunda estación de crecimiento (noviembre a abril de 1994), la cobertura fue inferior a la primera debido probablemente a que las especies anuales del primer año germinan en espacios abiertos como lo indican (Halligan, 1972; Keeley, 1984; Westman, 1982b; Minnich, 1994) y como las condiciones que se presentan después de la quema, en el segundo año, ya no se cumplen porque la cobertura de los arbustos que rebrotan están ocupando el espacio y los recursos, así como también lo hacen otras oportunistas.

El aumento en cobertura descrito, coincide con la tendencia general que se ha observado en los ambientes postfuego de otros sitios como los descritos en Westman (1981a, 1982a, 1986b), Westman *et al.* (1981), Malanson y O'Leary (1982), Malanson (1984, 1985b), Malanson y Westman (1985), O'Leary (1988, 1989, 1990, 1992), Keeley y Zedler (1978), Keeley *et al.* (1981), Keeley y Keeley (1984) y Borchert y Odion (1995).

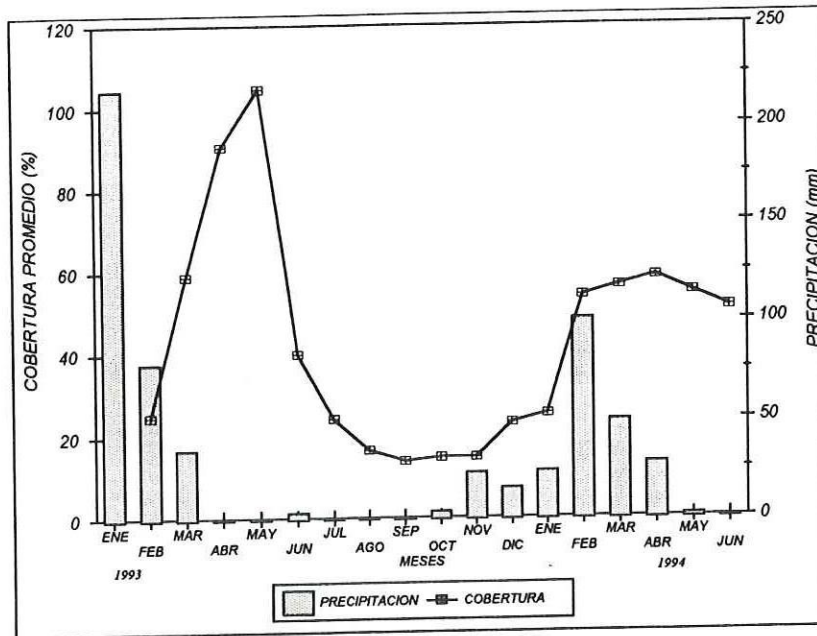


Fig. 12.- Porcentaje de cobertura promedio mensual (m²) y precipitación durante el período de muestreo.

VI. 3.4. ESTRATEGIAS DE REGENERACIÓN:

Son dos las estrategias que se observaron en la recolonización del terreno después de la quema: especies que comenzaron su ciclo de vida con la germinación de sus semillas (68% del total) y especies que presentaron la característica de regenerar a partir de tejidos meristemáticos subterráneos o de tallos leñosos que soportan altas temperaturas sin secarse (32%) (Tablas 1 y 2).

El 71% de las especies que comenzaron de plántula germinaron en los meses de lluvias (febrero, marzo y abril), sobre todo durante el primer año (1993) de muestreo (Tabla 2). El 29% restante corresponde a las especies que rebrotaron, las cuales se presentaron poco después de la quema y no aumentaron en la segunda estación de crecimiento (Fig. 13).

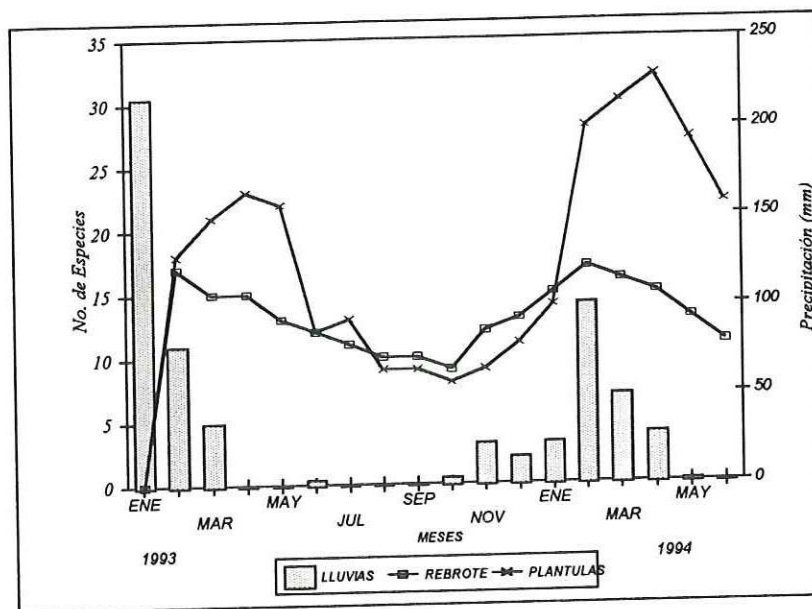


Fig. 13.- Evolución del número de especies de acuerdo a sus atributos vitales.

Las especies que comenzaron de plántula duplicaron su promedio de cobertura durante la primera estación de lluvias (1993), mientras que las que rebrotaron mantuvieron su cobertura (Figura 14). En el segundo año postfuego (1994) esto no sucedió. De hecho, las plántulas redujeron su promedio de cobertura a la mitad del año anterior, mientras que las que rebrotaron tuvieron coberturas ligeramente más altas. Esto posiblemente sea una respuesta a la escasa precipitación del segundo período. Sin embargo, O'Leary y Westman, (1988) y Keeley *et al.* (1985) relacionan este hecho a la germinación de algunas herbáceas (por ejemplo;

Hidrofiláceas) que no siguen el patrón de lluvias, siendo sus semillas estimuladas por otros factores, como son los nutrientes liberados de la vegetación previa al ser quemada.

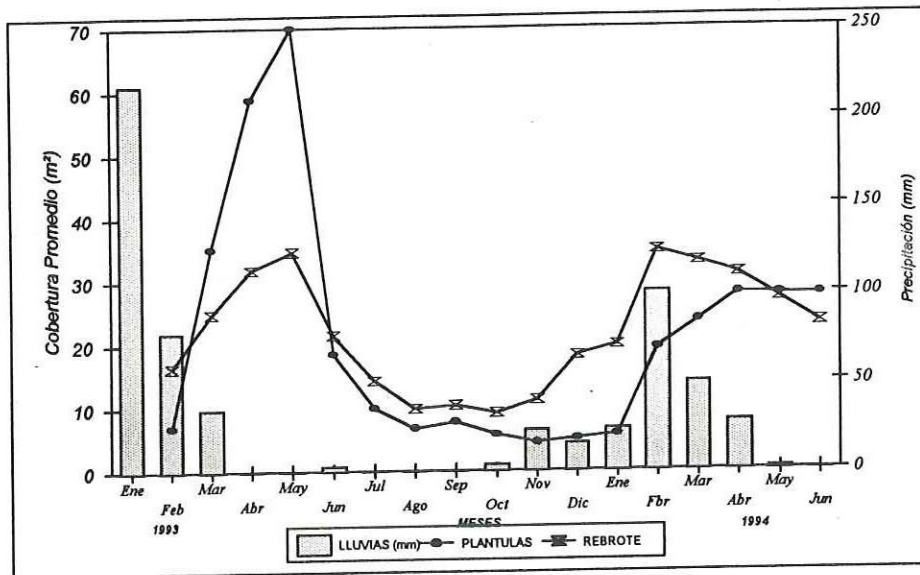


Fig. 14.- Cobertura promedio mensual de especies de acuerdo a sus atributos vitales.

VI. 3. 5. FORMAS DE VIDA



Las formas de vida representan la adaptación morfológica de las plantas a su medio ambiente (Burrows, 1990). Al tratar de agrupar las especies de plantas con características similares, se encuentra la dificultad de que las especies difieren en general en forma y tamaño, actividad estacional, tasas de crecimiento, patrón reproductivo, fisiología y otros atributos. De tal manera que las especies son únicas y diferentes de

cualquier otra, ya que cada una puede responder de manera particular al medio ambiente donde se presenta. Sería difícil resumir todas las variables aun para las especies en la flora de una región. Se han hecho intentos para describir la diversidad de plantas de manera generalizada, siendo el más popular el relativamente simple sistema funcional-ecomorfológico de Raunkiaer (1934), con sus principales formas de vida: Fanerófitas, Caméfitas, Hemicriptófitas, Criptófitas y Terófitas.

En el presente trabajo se han separado las formas de vida en hierbas, arbustos, suculentas y plantas sin flor para su discusión, haciendo una equivalencia con la clasificación de Raunkiaer.

La distribución de especies según sus formas de vida se presenta en la Tabla 2. Las hierbas perennes y anuales (10 y 34 especies respectivamente)

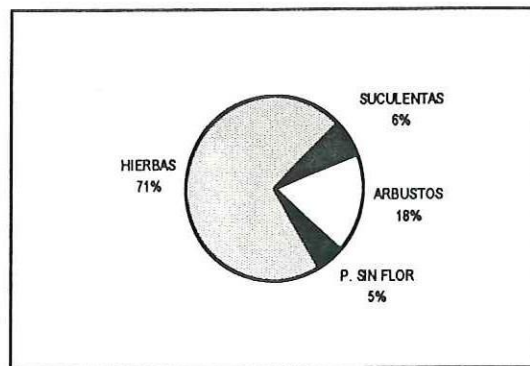


Fig. 15.- Distribución de especies (%) según sus formas de vida.

representan el grupo dominante (71%, Fig. 15), seguidas por los arbustos (11 especies), las suculentas (4 especies) y las plantas sin flor (3 especies). La presencia de gran cantidad de especies herbáceas durante la primer estación de crecimiento concuerda con lo encontrado por Keeley y Keeley (1984) y O'Leary (1988, 1990), en donde las especies herbáceas son la forma de vida que predomina en los primeros años en las zonas denudadas por un fuego.

Las especies se pueden agrupar según su ciclo de vida en anuales y perennes. En contraste con estas últimas, las anuales son aquellas que cumplen todo su ciclo de vida en un año y su abundancia coincide por lo general con el patrón de lluvias. En lugares recién perturbados, el porcentaje de anuales es mayor que el de las perennes.

En el área de estudio, 28 especies (45.2%) fueron perennes (hierbas, arbustos, suculentas y plantas inferiores) y las 34 (54.8%) restantes fueron hierbas anuales (Tabla 2). Aún en la sequía las anuales contribuyeron con el mayor número de especies de la flora total registrada (Fig. 16).

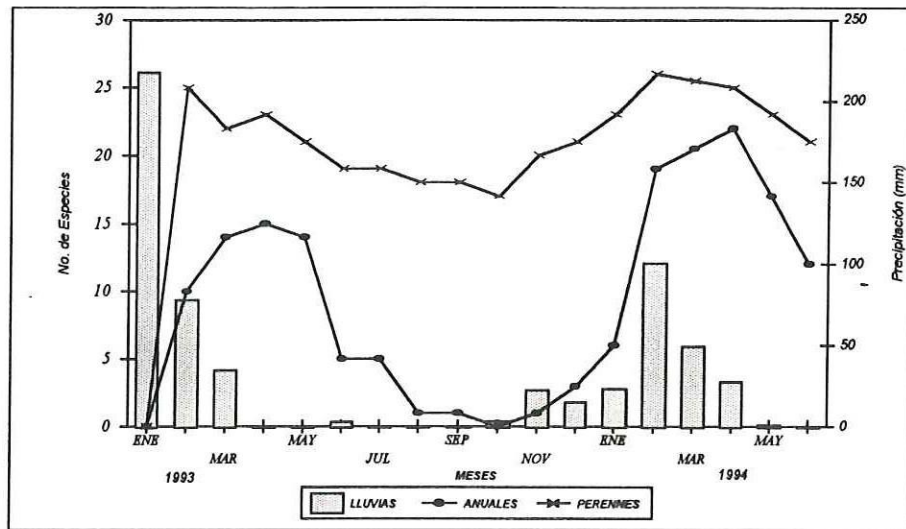


Fig. 16.- Número de especies anuales y perennes (mensual) durante el período de muestreo

El promedio de cobertura de anuales es mayor en la primera estación de lluvias (1993) que el de perennes; pero en el segundo período (1994) descendió abruptamente representando un promedio mensual máximo menor al 10% de cobertura (Fig. 17). Por otro lado, la cobertura de las perennes descendió durante la sequía, pero estas se recuperaron rápidamente al comienzo del segundo período de lluvias (1994) con un ligero repunte. Esto se explica porque la mayoría son especies caducifolias.

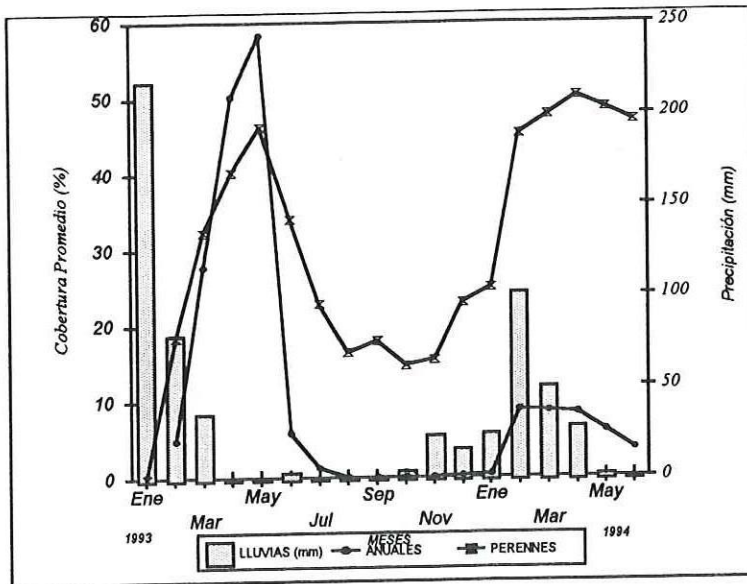
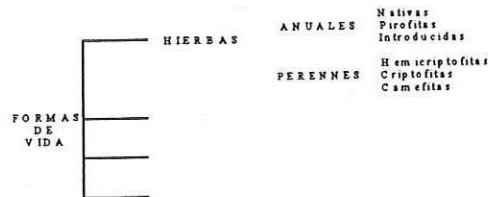


Fig. 17.- Porcentaje de la cobertura promedio mensual de especies anuales y perennes.

VI. 3.5.1. HIERBAS

VI. 3.5.1.1. RIQUEZA



Como ya se mencionó anteriormente, las hierbas representan la mayor contribución en cuanto a número de especies se refiere. Haciendo un análisis temporal de su comportamiento, se observa (Fig. 18) que su número fluctúa a lo largo del año, presentando máximos en los períodos de lluvias y mínimos en la estación de secas, debido a la predominancia de anuales. Es interesante notar que de las 34 especies de hierbas anuales, son nativas 22 (65%) y 12 introducidas (35%) y que la presencia de *Bromus rubens*, un pasto exótico oportunista y altamente invasor, se registró hasta la segunda estación de lluvias (Tabla 2).

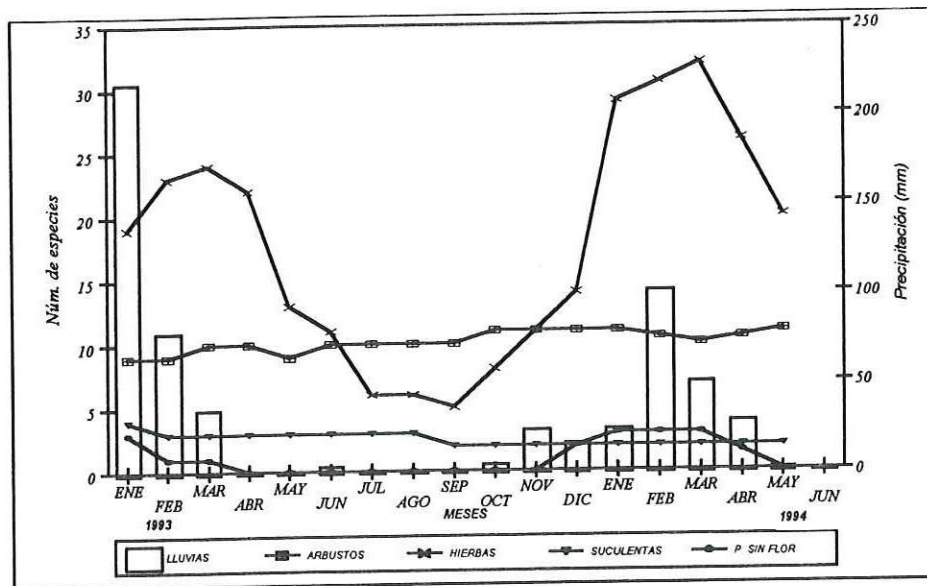


Fig. 18.- Formas de vida y su evolución mensual con número de especies.

O'Leary y Westman (1988) encontraron al Sur de California, mayor riqueza de hierbas (76 especies en el primer año postfuego), aunque la proporción es

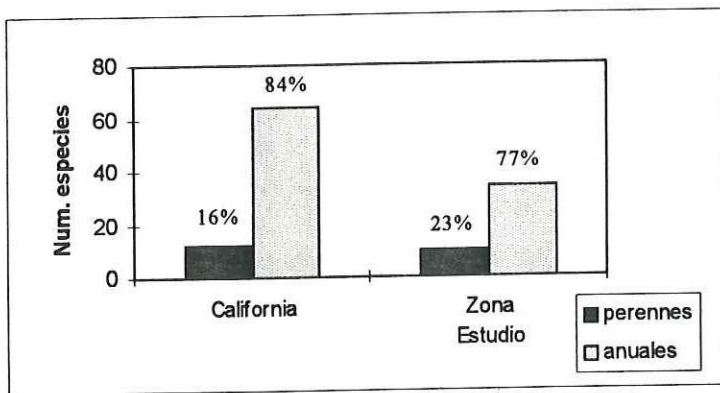


Fig. 19.- Comparación de especies perennes y anuales de la zona de estudio y California.

similar a la de la zona de estudio (Fig. 19): 16% de especies perennes y 84% de hierbas anuales para California mientras que para Baja California son 23% de hierbas perennes y 77% de hierbas anuales.

Keeley, *et al.* (1985), dividieron en cuatro grupos las especies de hierbas en el matorral costero, con base en su diversidad de historias de vida y del comportamiento en la germinación de semillas: herbáceas perennes, sufrutescentes, anuales oportunistas y anuales pirófilas. Es interesante notar que las hierbas se encuentran en mayor proporción

en las zonas recién quemadas (por lo menos durante los primeros cuatro años) y posteriormente se les encuentra en pequeñas cantidades en los espacios libres de los parches entre los arbustos (Westman, 1981a, 1982a; Keeley y Keeley, 1984; Keeley *et al.* 1985; O'Leary y Westman, 1988; O'Leary, 1989, 1990; Zedler, 1977, 1995).

a) Cobertura de Formas de Vida

La cobertura herbácea cambia a lo largo del tiempo según se trate de anuales o perennes. Christensen y Muller (1975), Westman (1979b, 1981a, 1982a), Keeley *et al.* (1981), Malanson y O'Leary (1982), Malanson y Westman (1985), O'Leary y Westman (1988), Keeley y Keeley (1984, 1987), O'Leary (1988, 1990) y Zedler (1995) reportan que en los primeros cuatro años la cobertura de herbáceas es mayor y posteriormente se va limitando a los escasos espacios abiertos.

En cuanto al área de estudio, la cobertura promedio mensual de herbáceas presenta su máximo en la época de lluvias (febrero a mayo) y se hace prácticamente cero en la sequía (junio a octubre) (Fig. 20).

Hablando específicamente de las anuales, O'Leary y Westman (1988) encontraron en la zona costera del sur de California un máximo de cobertura del 40% durante el primer periodo de lluvias postfuego. En la zona de estudio este valor fue del 64% (Fig. 17), lo que indica una importancia relativa mayor de las anuales.

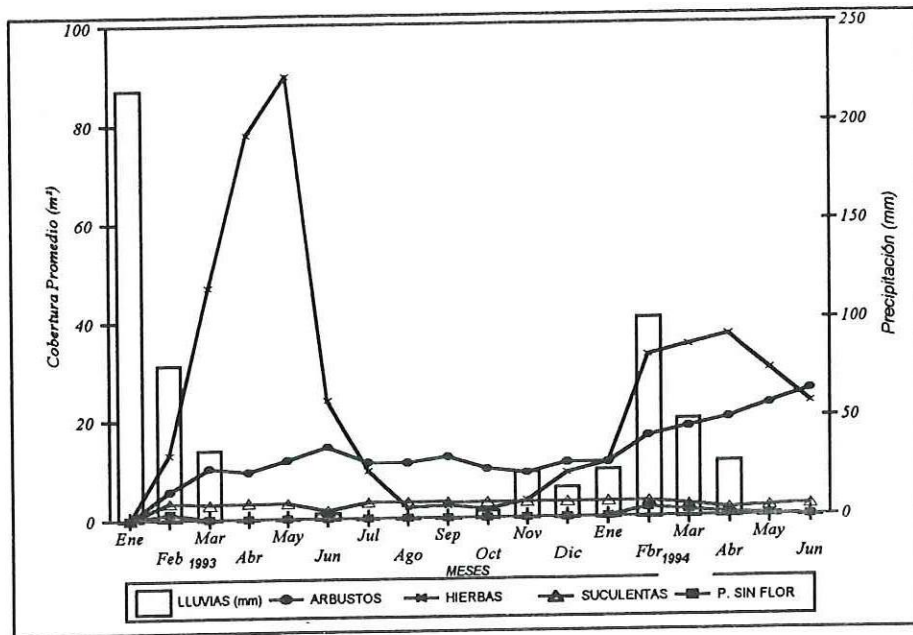
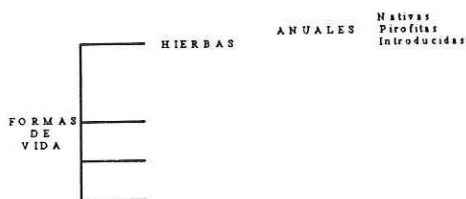


Fig. 20.- Evolución de la cobertura promedio mensual (%) de las formas de crecimiento.

VI. 3.5.1.2.

HIERBAS ANUALES



En el grupo de hierbas anuales se pueden distinguir dos tipos, las nativas y las introducidas. Dentro de las nativas se puede encontrar a su vez un subgrupo de especies pirófilas (que necesitan de las condiciones que se presentan postfuego).

Con la finalidad de comparar las dos estaciones de crecimiento, se elaboró la Tabla 4, que contiene información del mes de abril de 1993 y 1994.

El número de especies anuales aumentó considerablemente de 1993 a 1994, en un 42% (de 19 a 27 especies) como se puede observar en la Tabla 4, para alcanzar un total de 37 especies durante el período de muestreo.

Relativo a la cobertura, ésta varió ampliamente de un año a otro, disminuyendo drásticamente. De cubrir la mitad del área muestreada 7.5 m² (en los 15 m²), terminó quedando cubierto 1.2 m².

Tabla 4.- Número de especies, cobertura (m²) y atributos vitales de las formas de vida de las especies, para el mes de abril de 1993 y 1994.

(PL) Plántula (RE) Rebrote (*) Nativa (PIR) Pirófila

		ABRIL 1993		ABRIL 1994		TOTAL ESPECIES
		NUMERO	COBERTURA	NUMERO	COBERTURA	
SUCULENTAS	RE	3	0.50	2	0.20	4
	PL	5	0.80	7	1.72	7
ARBUSTOS	RE	5	0.61	6	1.27	6
	TOT	10	1.40	11	3.00	11
	PL	3	0.50	3	1.20	3
H. PERENNES	RE	6	3.66	5	3.06	7
	TOT	9	4.10	8	4.20	10
	NATIVAS (*)	9	0.40	10	0.30	15
HIERBAS ANUALES	Pir.	6	6.60	7	0.40	8
	Introd.	4	0.60	10	0.60	11
	TOT.	19	7.50	27	1.20	34
	P. INF. RE	1	.003		.094	3

VI. 3.5.1.3. HIERBAS NATIVAS

Después de un incendio, las hierbas anuales nativas van desapareciendo gradualmente en los años subsecuentes y -en años con abundantes lluvias- se les encuentra en espacios libres entre los parches de arbustos (Went *et al.* 1952; Biswell, 1974; Christensen y Muller, 1975; Zedler *et al.* 1983; Westman, 1981a, 1982a; Keeley *et al.* 1985; O'Leary 1988; O'Leary y Westman, 1988; Zedler, 1995; Borchert y Odion, 1995). La gran mayoría son especies que, se cree, forman parte de la reserva de semillas en latencia en el suelo, cuya germinación requiere de estimulación con calor, madera

quemada y luz en combinaciones variadas (Christensen y Muller, 1975; Malanson y O'Leary, 1982; Keeley, 1984; Keeley *et al.* 1985; O'Leary, 1988).

Las hierbas nativas (sin considerar a las pirófilas, Secc. 3.5.1.4), se mantuvieron estables tanto en número como en cobertura (Tabla 4), llegando a registrarse en el período de muestreo 15 especies, que representan el 44% del total de hierbas anuales. Sobresalieron *Hemizonia paniculata*, *Montia perfoliata* y *Oligomeris linearis*. (Tabla 2)

VI. 3.5.1.4. ANUALES PIRÓFILAS

Las hierbas pirófilas son especies que se presentan solamente en áreas recientemente quemadas de matorral costero y chaparral (Wicklow, 1977; Keeley *et al.* 1985; Keeley y Keeley, 1987; Keeley, 1984, 1991).

Hanes (1971, 1981), Malanson y O'Leary (1982), Keeley *et al.* (1985), Keeley y Keeley (1984, 1987), O'Leary (1988, 1989, 1990) y Zedler (1977, 1995) mencionan que a medida que la cantidad de luz se reduce cerca del suelo, la presencia de pirófilas se va haciendo cada vez más rara y es muy probable que cinco años después del incendio, sólo se encuentren depositadas en el banco de semillas y expresen su potencial reproductivo hasta el siguiente incendio.

Las hierbas pirófilas que se observaron en el invierno y primavera del primer año postfuego en el área de muestreo, se originaron de semillas que necesitan temperaturas altas para germinar. Entre las más importantes se registraron *Lotus strigosus*, *Antirrhinum cyathiferum*, *Pholistoma sp.* *Ermenanthe penduliflora* y *Phacelia cicutaria*. Estas casi desaparecieron después del primer año y han sido denominadas "pirófilas endémicas" por Christensen y Muller, (1975), Zedler (1977), Hanes (1971), Westman (1979b), Keeley y Keeley (1984), Keeley *et al.* (1985) y O'Leary (1989).

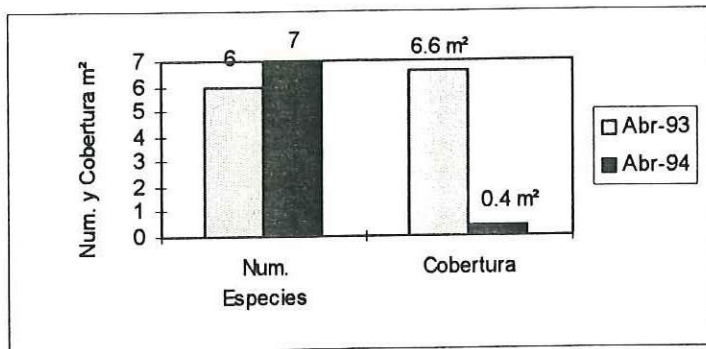


Fig. 21.- Comparación de número de especies y cobertura de anuales pirófilas

La cobertura de estas especies fue alta en 1993, llegando a 6.6 m² en abril de 1993 (Tabla 4) y para abril de 1994 únicamente alcanzó 0.4 m² (Fig. 21).

En lo que respecta a su ocurrencia, *Antirrhinum cyathiferum*, por ejemplo, se presentó en el 93% de las unidades muestrales, *Lotus strigosus* en el 87%, *Pholistoma sp.* y *Enmenanthe penduliflora* en el 67% (Anexo II). Del total de especies anuales, (23.5%) fueron pirófilas. Las pirófilas cubrieron, para el mes de abril de 1993, casi la mitad del área muestreada (44%), señalando así su importancia en esa primera etapa.

Hay otras especies, como *Phacelia parryi*, que fueron observadas frecuentemente en las zonas alrededor del área muestreada. No son exactamente pirófilas como indica Keeley *et al.* (1985) pero son frecuentes en áreas recién quemadas. O'Leary (1988) las identifica como indicadores ambientales de niveles altos de nitrógeno y sugiere que, específicamente ésta especie (*P. parryi*) debe su acelerado desarrollo y su éxito en los sitios recién incendiados, a las altas cantidades de nitratos que se depositan con el material quemado (Thanos y Rundel, 1995). Sin embargo, si las semillas de *E. penduliflora* y *P. parryi*, estuvieran hidratadas al momento del incendio, reducirían en gran medida su tolerancia al calor y por lo tanto serían más sensibles a la intensidad y tiempo del fuego. Por este motivo, la intensidad, duración de la quema y la temporada (estacionalidad), son factores importantes, que determinan la muerte, germinación de semillas y distribución espacial de plántulas de muchas especies nativas (Borchert y Odion, 1995).

VI. 3.5.1.5. ANUALES INTRODUCIDAS

Se encontraron 11 especies de hierbas introducidas en el sitio de muestreo de "Los Cantiles", Baja California. Aunque su riqueza no es alta (17.7% del total de especies), Christensen y Muller (1975) Zedler *et al.* (1983) Groves (1986) O'Leary y Westman (1988), O'Leary (1988, 1992), y Minnich (1994) mencionan que éstas llegan a ser dominantes después del segundo año postfuego. En su mayoría son transportadas por el viento de zonas perturbadas cercanas y van desapareciendo conforme la cobertura de los arbustos nativos se recupera. Si persiste una condición de disturbio, las introducidas seguirán siendo las más abundantes, como se documentó en un sitio de matorral costero similar cercano a Los Cantiles (Leyva, 1995).

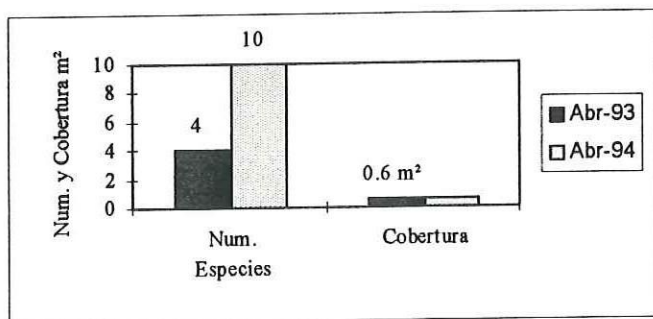


Fig. 22.- Comparación del número de especies y cobertura de anuales introducidas.

introducidas, aunque la cobertura se mantiene prácticamente igual (Fig. 22). El aumento en número de especies corrobora lo dicho anteriormente por O'Leary y Westman (1988), O'Leary (1988, 1990) y Minnich (1994).

En todo el período de muestreo, las introducidas representaron el 32.3% del total de hierbas anuales.

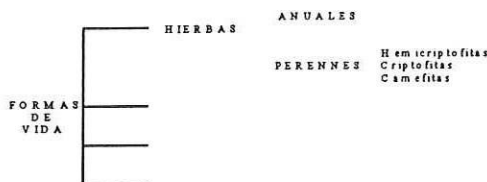
Haciendo una comparación para los meses de abril de 1993 y 1994 (Tabla 4), se observa que hay un aumento significativo de especies

La leguminosa, *Melilotus indica* fue la introducida más importante en lo que respecta a su cobertura máxima en la primera estación postfuego (0.32 m²) y disminuyó un poco para la segunda estación (0.21 m²) (Tabla 2).

Bromus rubens fue el único pasto anual; se presentó en dos muestras durante la segunda estación de lluvias (1994) y contó con 9.5% de la cobertura de las hierbas anuales (Tabla 2). Las semillas de *B. rubens* germinaron rápidamente con las primeras lluvias. Se espera que en años sucesivos este pasto llegue a ser una especie importante dentro del área quemada por la similaridad de hábitat de donde procede (mediterráneo) (Zedler *et al.* 1983; Keeley y Keeley, 1984; Groves, 1986; O'Leary *et al.* 1992; Minnich, 1983, 1994).

O'Leary y Westman (1988), encontraron en un sitio de la costa que las especies anuales introducidas llegaron a representar de un 15 a 55% y después del fuego se incrementaron.

VI. 3.5.2.
HIERBAS PERENNES



En el primer año después de un fuego, la mayoría de herbáceas perennes se presentan como rebrotes de las partes que estaban bajo el suelo y sobrevivieron al fuego, floreciendo vigorosamente.

No se ha observado establecimiento de plántulas en el primer año postfuego y probablemente se deba a que no acumulan semillas en estado de latencia, y/o

que las semillas sean más sensibles a altas temperaturas que las de otras hierbas, por lo que sobreviven menos al fuego. Con el tiempo, sus plántulas pueden establecerse bajo el follaje de los arbustos (baja irradianza), debido a que sus semillas son mucho más grandes que las de las especies anuales. Florecen vigorosamente en el primer año, pero se desconoce la temporada del reclutamiento de sus plántulas (Westman, 1982b).

En el área de muestreo se presentaron diez hierbas perennes; siete de ellas rebrotaron de bulbos o rizomas bajo el suelo y tres especies más iniciaron de plántulas (Tabla 2).

Considerando todo el período de muestreo, las perennes representaron un 23% del total de 44 especies herbáceas (Tabla 4).

Comparando las perennes para abril de 1993 y 1994, se observó (Fig. 23) que prácticamente no varió ni su número ni su cobertura. O'Leary y Westman, (1988)

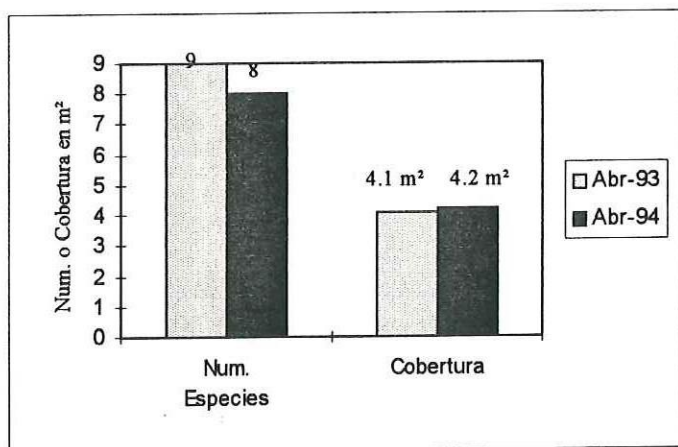


Fig. 23.- Comparación del número de especies y cobertura de hierbas perennes.

encontraron 66 especies de hierbas en el área de muestreo y el 16% eran perennes que se encontraban antes del fuego. Las 7 hierbas perennes que rebrotaron en "Los Cantiles", Baja California, represen-

tan el 16% del total de la flora herbácea, cifra que coincide con lo reportado por los autores arriba mencionados.

VI. 3.5.2.1. CRIPTÓFITAS

Este tipo de herbáceas mantiene bajo el suelo los meristemas de crecimiento durante los períodos ambientales desfavorables. Sobresalieron dentro de este grupo dos hierbas monocotiledóneas caducifolias que rebrotaron: *Dichelostomma pulchellum* y *Colocharthus bellum*. Estas aparecieron en ocho y cinco unidades muestrales respectivamente (Anexo II). La cobertura de las especies monocotiledóneas (tres especies, incluida *Allium glandulosum* que se presentó con escasa cobertura solamente en una unidad muestral) fué muy baja en general y no se observaron plántulas (Tabla 2). En la época de sequía desaparecieron completamente del suelo para rebrotar rápidamente con las primeras lluvias. Hacen mención de estas especies, Zedler *et al.* (1983), Keeley *et al.* (1985), O'Leary (1990) y O'Leary *et al.* (1992) indicando que se les puede encontrar dentro de la vegetación madura en poca cantidad y tienen la facultad de permanecer en latencia cuando las condiciones climáticas no les favorecen. Después del fuego rebrotan con prontitud puesto que sufren poco daño los tubérculos bajo el suelo y con las primeras lluvias florecen en profusión, aunque se desconoce cuando se establecen sus plántulas (Christensen y Muller, 1975; Keeley *et al.* 1985).

VI. 3.5.2.2. HEMICRIPTÓFITAS Y CAMÉFITAS

Las especies hemicriptófitas son las que protegen sus meristemas de crecimiento al ras del suelo. Por su cuenta las caméfitas protegen sus meristemas de crecimiento por encima y a corta distancia del suelo.

En el área de estudio únicamente se presentaron dos especies de viñas nativas que rebrotaron de estructuras protegidas bajo el suelo (Fig. 24). Una de ellas, la

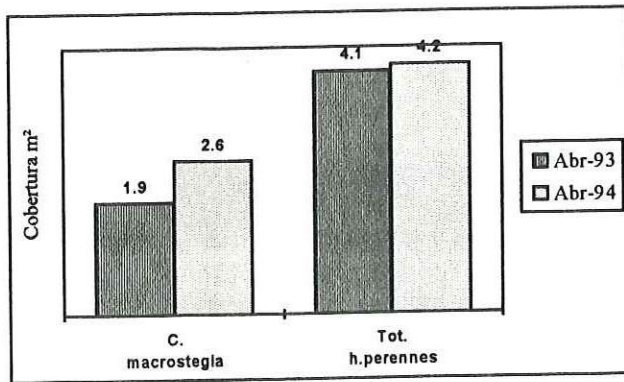


Fig. 24.- Cobertura de *C. macrostegia* con la cobertura total de hierbas perennes.

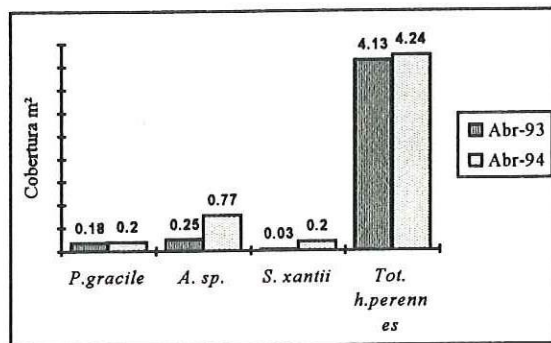
convolvulácea (caméfita) *Calystegia macrostegia* fue la más importante en cobertura, alcanzando el 45.5% y 53.2% del total de las hierbas perennes para los dos años de muestreo. Se presentó en el 40% de las muestras y no se observaron plántulas.

La hemicriptófito *Marah macrocarpa*, se presentó sólo en 1993, inmediatamente después de la quema en el 13% de las muestras y con muy bajas coberturas (Tabla 2). En los meses de sequía, sus guías y frutos se secaron completamente y pasaron a formar parte de la hojarasca del suelo.

Keeley y Keeley (1984) hacen la observación de que estas dos especies no establecen plántulas inmediatamente después del fuego, debido a que sus semillas no son resistentes a las altas temperaturas generadas por el fuego y mueren fácilmente. Las semillas que germinan rápidamente no necesitan ningún estímulo, aunque es raro observar las plántulas. Sus coberturas máximas se observan en el primer y segundo años postfuego respectivamente y es probable que *C. macrostegia* establezca plántulas a partir de los rebrotes que florecieron inmediatamente después de la quema. En el tercer año postfuego, esta enredadera reduce notablemente su cobertura aún con una temporada de lluvias alta, por lo que se deduce que sus poblaciones no están controladas por el abasto de humedad del suelo (Westman, 1981a,b; O'Leary y Westman, 1988; O'Leary, 1990; Keeley 1991). O'Leary (1988) menciona que las dos especies de enredaderas (*C. macrostegia* y *M. macrocarpa*), con su habilidad de acumular reservas alimenticias y crecer rápidamente de tubérculos subterráneos, son excelentes competidoras para sus vecinos.

Como pasto nativo y caducifolio, se registró durante el período de muestreo a *Stipa pulchra* (Hemicriptofita); que fue totalmente consumido por el fuego y rápidamente rebrotó de estructuras protegidas sobre el suelo.

S. pulchra se presentó con diversos grados de importancia en el 73% de las muestras y contribuyó con el 22.1% y 14.2% de la cobertura de hierbas perennes para abril de 1993 y 1994 respectivamente (Tabla 2). En la época de sequía prácticamente desapareció de la superficie del suelo (dejando gran cantidad de hojarasca) y en los periodos de lluvias, rápidamente rebrotó de las raíces bajo el suelo (Anexo II). No se observaron plántulas. Citan algunos autores como; O'Leary y Westman (1988), O'Leary (1988, 1990), O'Leary *et al.* (1992), Groves (1986) y Minnich (1994) que el rebrote de los pastos perennes como *Stipa sp* y *M. imperfecta*, constituyen la mayoría de la cobertura en los cinco primeros años postfuego.



Tres especies se presentaron desde plántulas y contribuyeron con el 11.4% y 27.7% de la cobertura de las hierbas perennes para 1993 y 1994 respectivamente (Tabla 2. Fig. 25). Sobresalieron la compuesta

Fig. 25.- Comparación de la cobertura de Hierbas perennes que se presentaron desde plántula y el total de H. perennes.

(olorosa) *Porophyllum gracile* que se presentó en dos cuadrantes, la leguminosa *Astragalus sp* en cuatro cuadrantes) y *Solanum xantii* (en tres cuadrantes), cuyo follaje fué casi totalmente comido por insectos (sólo permanecieron durante los meses de sequía los pequeños tallos verdes).

Algo parecido mencionan Christensen y Muller (1975) al reportar muchos renuevos perdidos por efecto de herbivoría.

VI. 3.5.3. ARBUSTOS



La rápida recuperación de la vegetación de matorral costero en los primeros años postfuego se debe, en gran parte, a la estrategia de rebrotar de los arbustos y subarbustos y a la germinación de gran cantidad de semillas producidas el primer año (Went *et al.* 1952; Wells, 1962; Hanes, 1971; Westman, 1981a,b, 1982a; Malanson y O'Leary, 1982; Malanson y Westman, 1985; Keeley y Keeley, 1984; O' Leary y Westman, 1988; O'Leary, 1989, 1990).

Los arbustos del matorral costero poseen diversos atributos de historias de vida, que dan como resultado diferentes maneras de asegurar su permanencia después del fuego (Zedler *et al.*, 1983; Keeley, 1986; Westman, 1986; Westman y O'Leary, 1986). Hay especies que son productoras obligadas de semillas que sufren completa mortalidad y por lo tanto son dependientes de las reservas de semillas del suelo para recuperarse después del fuego. Otras se restablecen por rebrote y pueden o no tener reservas significativas de semillas.

En cuanto a los especies rebrotadoras, Westman *et al.* (1981) y Keeley *et al.* (1985) comentan que éstas han desarrollado tres tipos de adaptaciones postfuego: (a) especies con escasa habilidad para rebrotar y el rebrote es muy sensible a la intensidad del fuego. (b) gran producción de semillas que no requieren la estimulación del fuego para

germinar y (c) producción de partes vegetativas bajo el suelo como protección (Wells, 1962; Hanes, 1971).

En el área de estudio se presentaron en total 11 especies de arbustos y subarbustos nativos (Tabla 2, Fig. 26). Entre ellos rebrotaron dos arbustos siempre-

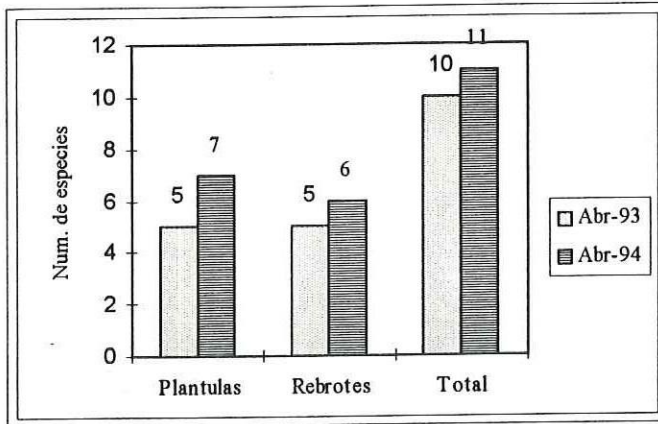


Fig. 26.- Comparación del número de especies de arbustos que comenzaron de plántula o rebrote.

-verdes y cuatro subarbustos caducifolios. Se establecieron por plántulas cinco subarbustos caducifolios y para 1994 se registraron plántulas de dos arbustos que habían rebrotado la estación anterior. Juntos arbustos y subarbustos, permanecieron casi con el mismo número de especies en las dos estaciones de lluvias (Fig. 18).

Para Abril de 1993 y 1994 la proporción de plántulas respecto al total de especies arbustivas fué de 45.4% y 63.6% respectivamente. Por su cuenta los rebrotos de arbustos tuvieron una proporción del 50% y 54% respectivamente (Tabla 4).

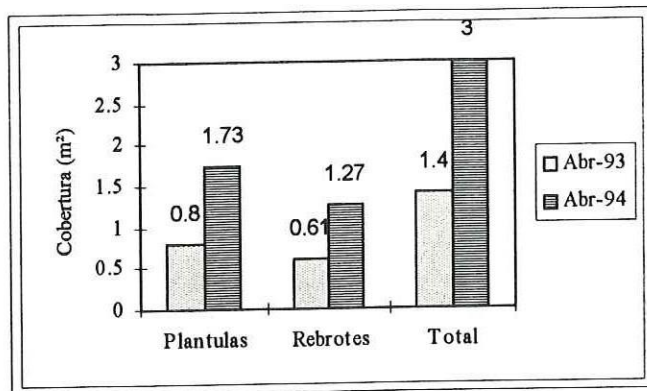


Fig. 27.- Comparación de la cobertura de especies de arbustos que comenzaron de plántula o rebrote.

Para Abril de 1993 y 1994 las plántulas y los rebrotos tuvieron un incremento de cobertura, siendo las plántulas las que presentaron mayor incremento (Fig. 27).

La cobertura de arbustos se mantuvo durante el primer año postfuego y se incrementó durante el segundo año (Fig. 20).

VI. 3.5.3.1. ARBUSTOS FANERÓFITOS

Los únicos arbustos grandes que se encontraron en las unidades muestrales fueron *Rhus integrifolia* y *Simmondsia chinensis*. Estos arbustos rebrotadores tienen una distribución muy dispersa y aunque son los primeros que aparecen y ocupan el suelo disponible, lo hacen formando parches. Los siempreverdes *R. integrifolia* y *S. chinensis* (se presentaron en una y cuatro unidades muestrales respectivamente) contribuyeron con 22.5% y 20.8% de la cobertura de arbustos para los meses de abril de 1993 y 1994 respectivamente (Tabla 2). No se observaron plántulas durante el período de muestreo.

R. integrifolia y *S. chinensis* de acuerdo a Hanes (1971), Zedler (1977), Westman (1982a) y Zedler *et al.* (1983) están incluidas como *rebrotadoras obligadas*, es decir que no producen semillas inmediatamente y se recuperan del incendio por el crecimiento acelerado de sus renuevos y pueden o no tener una reserva importante de semillas en el suelo antes de la quema. Además Borchert y Odion (1995) encontraron que

Rhus spp tiene alta sobrevivencia (del 70 á 100%) después de un incendio, aún en fuegos intensos.

En ningún trabajo de California se menciona la presencia de *Malacothamnus fasciculatum* como especie importante, aunque Westman (1982a) la menciona como una especie que recupera su cobertura con más eficiencia por rebrote que como plántula. En el sitio de muestreo, las semillas de esta especie que germinaron en el primer mes de estudio (febrero de 1993) fueron muy abundantes, hasta 188 plántulas en un metro cuadrado. No se observó ningún individuo que rebrotara. Se presentó en la mayoría de las unidades muestrales (12) y alcanzó 47.3% y 41% de la cobertura de arbustos para abril de 1993 y 1994 respectivamente (Tabla 2).

Keeley (1991) reporta, en un trabajo experimental con semillas, que *M. fasciculatum* es una especie de arbusto caducifolio cuyas semillas requieren del fuego para germinar (calor intenso). Se supone entonces, que sus semillas no sufren gran mortandad por efecto del calentamiento y por ser de rápido crecimiento, aprovechan el amplio espacio disponible producto del incendio. Conforme avanza el tiempo disminuye su cobertura y va acumulando propágulos en el banco de semillas que esperan para germinar hasta un nuevo incendio. *M. fasciculatum* se encuentra en el grupo de especies *productoras de semillas* que sufren una completa mortalidad como adulto con el fuego y por lo tanto dependen de las reservas de semillas en el suelo para recuperarse (Zedler, 1977, Zedler *et al.* 1983).

Westman (1982b) reporta para el matorral costero, 25 especies de arbustos dominantes y de amplia distribución, que mostraron capacidad para rebrotar inmediatamente después de una quema. Malanson y O'Leary (1982) describen la rápida recuperación por medio del rebrote de 17 especies de arbustos. Por su parte, Zedler, *et al.* (1983) encontraron correlación entre el estrés a la sequía y el vigor del rebrote. Encontraron, que las especies rebrotadoras eran menos exitosas y las productoras obligadas de semillas más abundantes con el incremento de la aridez. El bajo número de

rebrotadores en los sitios secos, puede deberse a lo reducido de las reservas de carbohidratos. Y por otro lado, la baja humedad en sitios secos, pueden dar como resultado fuegos calientes, los cuales reducen a los rebrotadores por la muerte de la mayoría del tejido meristemático de la corona de raíces (Christhensen y Muller, 1975; Keeley y Zedler, 1978).

VI. 3.5.3.2. CAMEFITAS (SUBARBUSTOS)

Se observaron ocho especies de subarbustos caducifolios, de los cuales 50% rebrotaron y 50% se iniciaron desde plántulas (Tabla 2).

Las especies rebrotadoras dominantes dentro del matorral costero encontradas en la zona de muestreo son: la rubiacea endémica *Galium morani subsp. aculiatum* que se presentó en dos unidades muestrales únicamente, en abril de 1993 y 1994 tenía una cobertura de 13.7% y 11.3% del total de arbustos respectivamente (Tabla 2). No se observaron plántulas en la segunda estación de crecimiento.

Las compuestas *Viguiera laciniata* y *Encelia californica* juntas, aportaron el 7% y 9.6% de la cobertura de arbustos para abril de 1993 y 1994 (Tabla 2). Estas especies rebrotaron vigorosamente en la primera estación de lluvias y establecieron gran cantidad de plántulas en la segunda estación. Westman (1981a, 1982a) Zedler (1977) Zedler *et al.* (1983), O'Leary (1989, 1990) colocan a las especies de subarbustos nativos, como *Viguiera laciniata* y *Encelia californica*, como especies rebrotadoras y productoras obligadas de semillas, cuyas partes aéreas son consumidas totalmente por el fuego. Rebrotan vigorosamente el primer año después de la quema y producen una gran cantidad de semillas que no necesitan del calor del fuego para germinar, estableciéndose como plántulas al segundo año postfuego. Con esto se comprueba una estrategia de

sobrevivencia del matorral costero, que es el tener arbustos de diferentes edades (Westman, 1982a; Malanson y O'Leary, 1982; Keeley y Keeley, 1984).

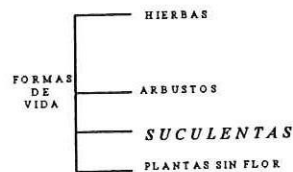
Cuatro especies iniciaron el proceso de recuperación como plántulas: *Eriogonum fasciculatum* que se presentó en el 60% de las unidades muestrales, *Artemisia californica* en el 40% y *Salvia munzii* en el 13%. Los porcentajes de cobertura de las tres especies fueron bajos, debido probablemente a que empezaron desde plántulas y su crecimiento inicial fue lento (Anexo I y Tabla 2). Zedler (1977) y Zedler *et al.* (1983) las clasifican como *productoras obligadas de semillas* que fructifican hasta el segundo año. *E. fasciculatum* y *A. californica* son especies que no rebrotaron, aunque Zedler *et al.* (1983) y Keeley y Keeley (1984) encontraron algunos individuos de *A. californica* que rebrotaron y Westman (1982a) reporta, a esta última, como especie rebrotadora. En las unidades muestrales se registró a *Eriogonum sp.*, iniciando como rebrote.

La leguminosa sufrutescente *Lotus scoparius* se presentó como plántula en el 73% de las muestras, con un 4.4% y 7% del total de la cobertura de arbustos en abril de 1993 y 1994 respectivamente (Tabla 2). En California, *L. scoparius* es una especie importante (con una vida promedio de 20 años), domina en el matorral costero después del fuego hasta el segundo año y crea una reserva de semillas persistente en el suelo (Specht *et al.* 1988). Declina a medida que se recupera la cobertura de los arbustos (Christensen y Muller, 1975; Westman, 1982a; Zedler *et al.* 1983; Keeley *et al.* 1985; Zedler, 1995). Keeley y Keeley (1984) mencionan en su área de estudio, se presentaron plántulas de *L. scoparius* hasta la segunda estación postfuego con una densidad aproximada de ~ 0.5 plántulas por m². En las muestras del presente estudio, se presentaron al comienzo del muestreo con un promedio de 0.23 plántulas/ m².

Tres subarbustos están reportados con algún grado de endemismo: *Eriogonum fasciculatum*, *Galium morani* y *Salvia munzii*.

Wiggins (1980), y Beauchamp (1986) no consideran a *Eriogonium fasciculatum* como endémico pero, Oberbauer (1991) si lo hace. *Galium morani* está citada como endémica por Wiggins (1980) y *Salvia munzii* por Mulroy *et al.* (1979).

En general los subarbustos dominantes del matorral costero son excelentes colonizadores postfuego y postdisturbio (Zedler *et al.* 1983; Westman, 1979b).



VI.

3.5.4.

SUCULENTAS

Estas son plantas que acumulan reservas de agua en tallos u hojas carnosas como respuesta a la escasez de agua en su medio ambiente. Son características de regiones áridas y semiáridas. Se presentan en el matorral costero con mas abundancia en la zona de transición de clima Mediterraneo a desértico.

En el área de estudio se registraron cuatro especies suculentas para el primer año, y sobrevivieron dos para el segundo (Fig. 18). La cobertura de los individuos que sobrevivieron se mantuvo estable durante los dos años de muestreo (Fig. 20).

De la cobertura total de suculentas, *Agave shawii* (que se presentó en 2 (13.3%) de las unidades muestrales), contribuyó con el mayor porcentaje, 85% para abril de 1993 (Tabla 2). Debido a su gruesa cutícula no sufrió una quema total de sus tejidos, como sucedió con *Bergerocactus emoryi* (que se presentó tambien en 2 unidades muestrales), que empezó a crecer lentamente de raíces bajo el suelo y sus colonias alcanzaron una cobertura de 12% y 34%, con respecto a la cobertura de las especies de suculentas para abril de 1993 y 1994 respectivamente (Tabla 2).

Mammillaria sp y *Dudleya sp*, no fueron totalmente consumidas por el fuego, aunque no resistieron la desecación de sus tejidos y la falta de agua en el suelo, secándose conforme avanzó la estación de sequía (1993). Fuera de los cuadros en el área quemada, se observaron individuos de *Mammillaria* y *Dudleya* que se recuperaron del incendio. Westman *et al.* (1981) reportó de sus observaciones de campo que después de siete años de la quema, la cobertura de las especies suculentas se incrementa. Minnich (1994) menciona este hecho y comenta que la recuperación de las especies suculentas depende de la magnitud del daño sufrido y la cantidad de agua que pierden sus tejidos (Borchert y Odion, 1995).

VI. 3.5.5. PLANTAS SIN

FLOR

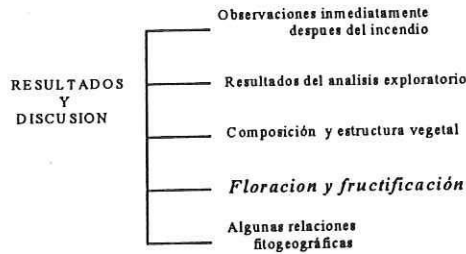


Este tipo de plantas pertenece a las criptógamas, que se caracterizan por no producir semillas, siendo sus propágulos de dispersión las esporas.

Las plantas nativas sin flor *Polypodium sp*, *Selaginella sp* y musgos, se presentaron únicamente en cuatro unidades muestrales (27%) durante los primeros meses de lluvias (enero, febrero y marzo de ambos años, Fig. 18) en manchones, en lo que se supuso eran sitios donde se encontraban arbustos antes de la quema. La cobertura máxima se presenta en febrero para ambos años, 1993 y 1994. (Fig. 20 y Anexo II). *Polypodium sp* se desarrolló de estructuras vegetativas (rizomas) que persistieron bajo el suelo y rápidamente respondieron a la presencia de humedad en el suelo (en una unidad muestral). *Selaginella sp* se reestableció de estructuras bajo el suelo que no fueron totalmente consumidas (se presentó en 2 unidades muestrales). Los musgos se presentaron en tres unidades muestrales.

VI. 4. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Los datos sobre floración, fructificación y producción de semillas, que a continuación se presentan, fueron obteni-



dos de observaciones generales antes y después del muestreo así como dentro y fuera de las unidades muestrales. Se ha encontrado muy poca información bibliográfica para las especies registradas y estas observaciones motivan investigaciones más profundas para que se realicen en el futuro. Los autores Wiggins (1980) y Beauchamp (1986), que son la principal fuente para la comparación de los periodos florales y de fructificación, proporcionan información para condiciones normales y no para condiciones alteradas como son las que hay después de un incendio.

El comportamiento de las especies en el área de estudio es similar al reportado para zonas climáticamente equivalentes (en áreas con clima tipo mediterráneo), en donde se ha observado que la floración de algunas de las hierbas perennes y anuales está limitada a periodos postquemadura debido a que el calor o la remoción del follaje estimulan el proceso de floración (Booyesen y Taiton, 1984; Christensen, 1985; Carreira *et al.* 1992). Tal vez el inicio de la floración se da en respuesta al aumento de nutrientes, luz y agua, así como a temperaturas moderadas. En general, estas especies responden a las condiciones invierno-primavera para la producción de frutos y semillas, de tal manera que el conjunto de ellas se encuentra maduro antes del periodo de sequía (verano-otoño) (Groves, 1986; Begon *et al.*, 1986, Barbour *et al.*, 1993).

Varios autores han observado que entre la vegetación madura, no quemada, de chaparral y matorral costero, rara vez germinan las semillas de arbustos y hierbas perennes y su floración esta condicionada a la presencia de condiciones climáticas

extraordinarias como lo sería una precipitación abundante. Mencionan también, que después del fuego aparece una gran cantidad de plántulas de arbustos y de hierbas perennes, las cuales florecen en abundancia. Sin embargo no indican en que momento sucede la floración (Christensen y Muller, 1975; Keeley *et al.* 1985; Keeley, 1991; O'Leary, 1988, 1989; O'Leary *et al.* 1992; Westman, 1981a,b, 1982a).

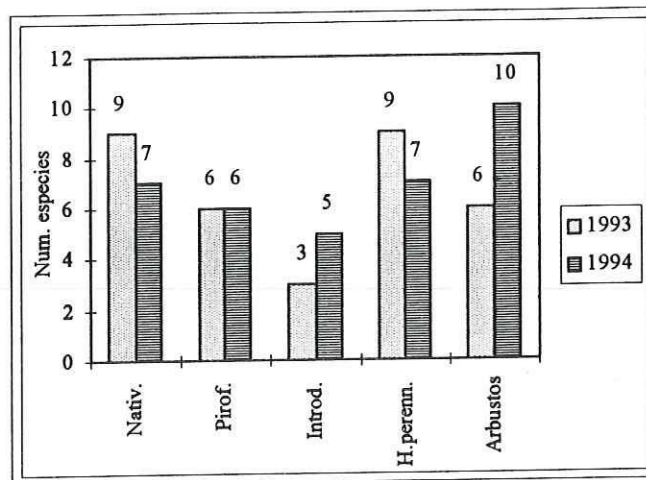


Fig. 28.- Floración de las formas de vida registradas en dos años de muestreo.

VI. 4.1. ANUALES Y PERENNES

Florecieron el 78% de las especies que se registraron en la primera estación de lluvias, de las cuales 55% fueron anuales y 45% perennes. En 1994, el porcentaje se mantuvo prácticamente igual (76%), con 51% de anuales y 49% de perennes. Esto se debe principalmente al incremento en la floración de los arbustos, subarbustos e introducidas (Tabla 4 y Fig. 28).

Tabla 5.- Floración de las formas de vida registradas durante dos años de muestreo.

		1993	1994
Hierbas anuales	Nativas	9	7
	Pirófilas	6	6
	Introducidas	3	5
H. perennes		9	7
Arbustos		6	10
Totales		42	46
Floración		33 (78%)	35 (76%)
Nota: fueron 62 especies en total			

En la figura 29 se puede observar que el pico de floración fue en abril de ambos años (florecieron 24 y 28 especies respectivamente). El pico de fructificación fue en mayo de los dos años (fructificaron 24 y 21 especies respectivamente). Algunas especies, como por ejemplo *Coreopsis sp.*, *Amblyopappus pusillus*, *Eriophyllum ambiguum* y *Lupinus sp.* florecieron y fructificaron después de mayo. El pico de producción de semillas fue en junio de ambos años (17 especies).

Hay excepciones interesantes de especies que florecieron a finales del verano, fructificaron y produjeron semillas en otoño. Entre otras causas esto puede explicarse como mayor tolerancia al estrés hídrico. Por ejemplo *Eriogonum sp.* es un arbusto que rebrotó durante la época de secas y probablemente sus raíces pudieron disponer del agua subterránea.

No se registró floración ni fructificación en invierno (noviembre, diciembre y enero), cuando a pesar de la humedad abundante las temperaturas no son favorables.

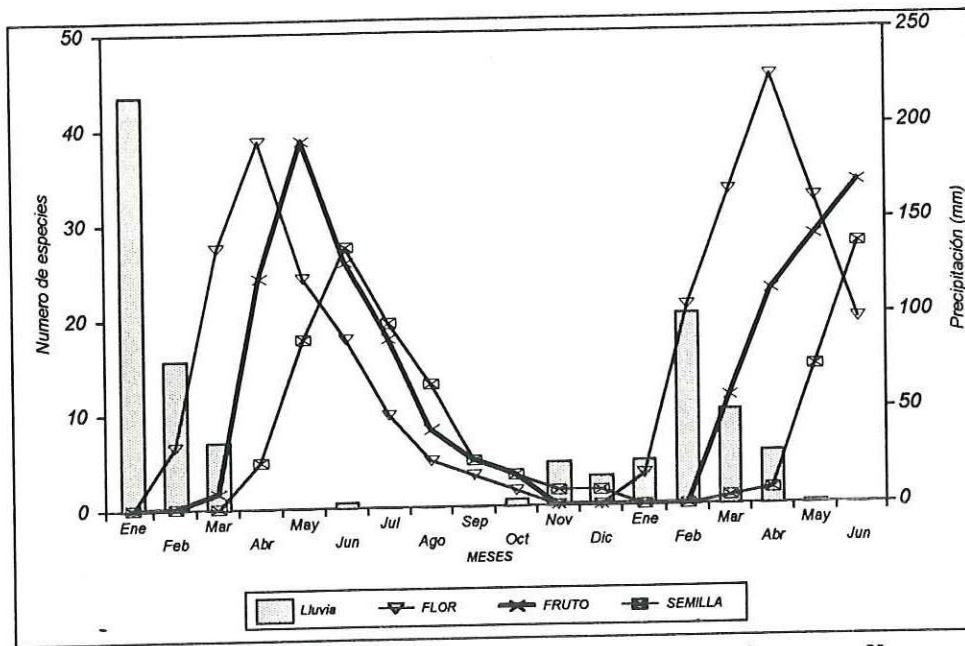


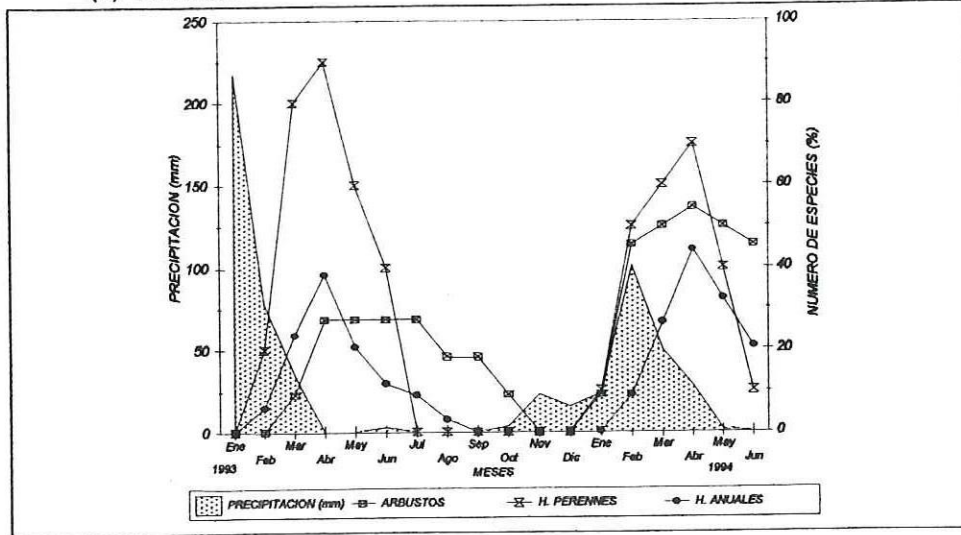
Fig. 29.- Porcentaje del número de especies con flor que fructificaron durante el periodo de muestreo.

En julio, al iniciar la sequía, terminó la floración de las herbáceas. No se observó ninguna otra florecer en los tres primeros meses de la siguiente estación de lluvias. Los arbustos iniciaron la floración en enero, cuando se registraron las temperaturas más bajas y la mayor precipitación y continuaron floreciendo hasta julio, cuando empezó de nuevo la sequía.

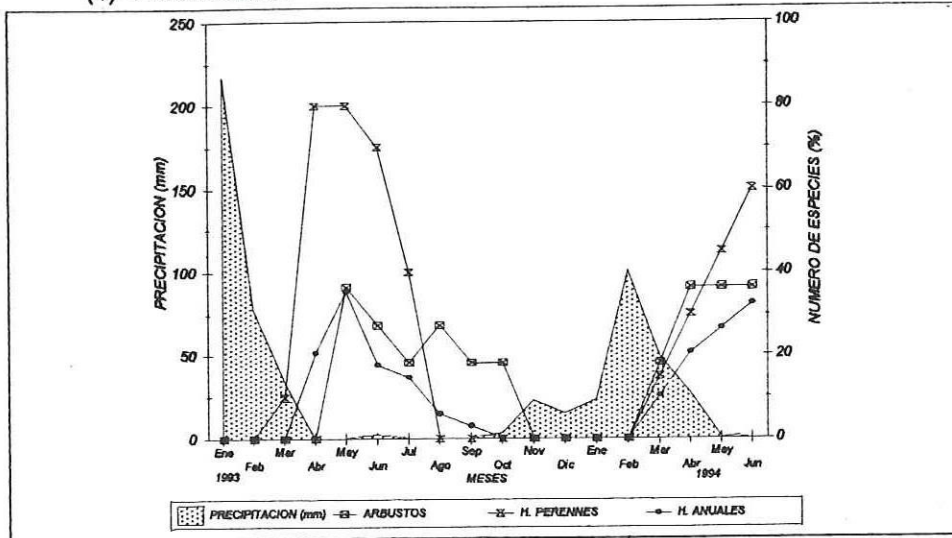
En la figura 30 se muestra por separado la dinámica de la floración, fructificación y producción de semillas de hierbas anuales, perennes y arbustos. Aunque su comportamiento en general es parecido al total mostrado en la figura 29, cabe resaltar que las hierbas perennes mantienen su ciclo fenológico limitado a la primavera en ambos años y los arbustos tienen un período de floración más largo que el resto (Fig. 30 (a)). La fructificación y la producción de semillas (Figs. 30 (b) y (c)) es igual al total (Fig. 29).

Figura 30.- Porcentaje de fructificación del número de especies (55) agrupadas por formas de vida durante el período de muestreo.

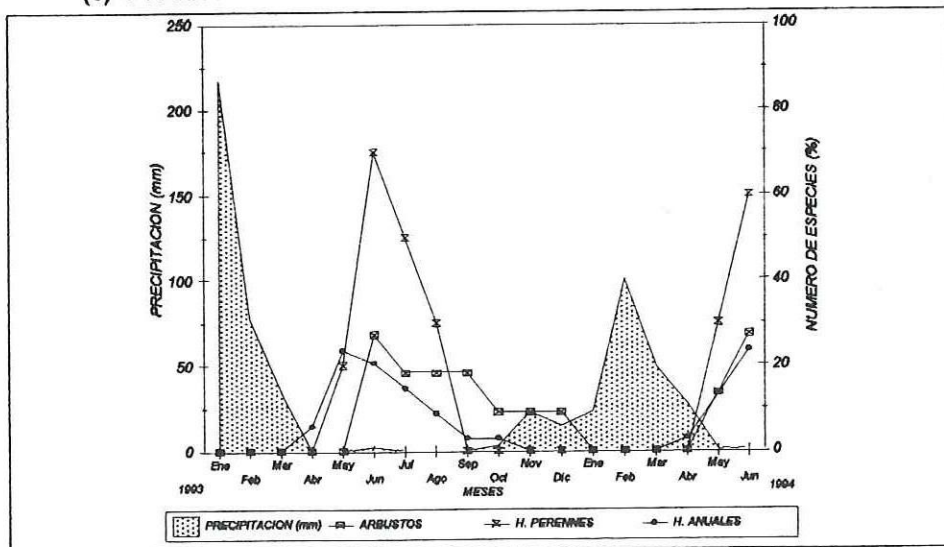
(a) Floración



(b) Fructificación



(c) Producción de semillas



El 95% de las especies anuales que se presentaron en 1993 floreció ese mismo año (fueron 18 de 19 especies), y el porcentaje disminuyó a un 67% para el siguiente año (florecieron 18 de 27 especies). En cambio las hierbas perennes se mantuvieron en 90% y 88% para 1993 y 1994 respectivamente. Los arbustos aumentan su porcentaje de floración de 60% el primer año al 91% el siguiente.

Dieciocho especies anuales florecieron y fructificaron en 1993 y 1994. En el primer año, 83% fueron nativas (incluidas las pirófilas) y el resto fueron especies introducidas (17%), mientras que en el segundo año aumentaron las introducidas (28%) y disminuyeron las nativas (72%).

Como ejemplos de las estrategias de floración postfuego en el sitio de muestreo se mencionan las hierbas perennes *Marah macrocarpa*, *Dichelostoma pulchellum* y *Colocharthus bellum* que fueron las primeras especies en presentar flores a finales de enero de 1993. Para Beauchamp (1986) y Wiggins (1980), la época de floración de *M. macrocarpa* se presenta de febrero a abril; la de *D. pulchellum* de marzo a mayo y la de *C. bellum* de mayo a junio en la vegetación madura (Fig. 31).

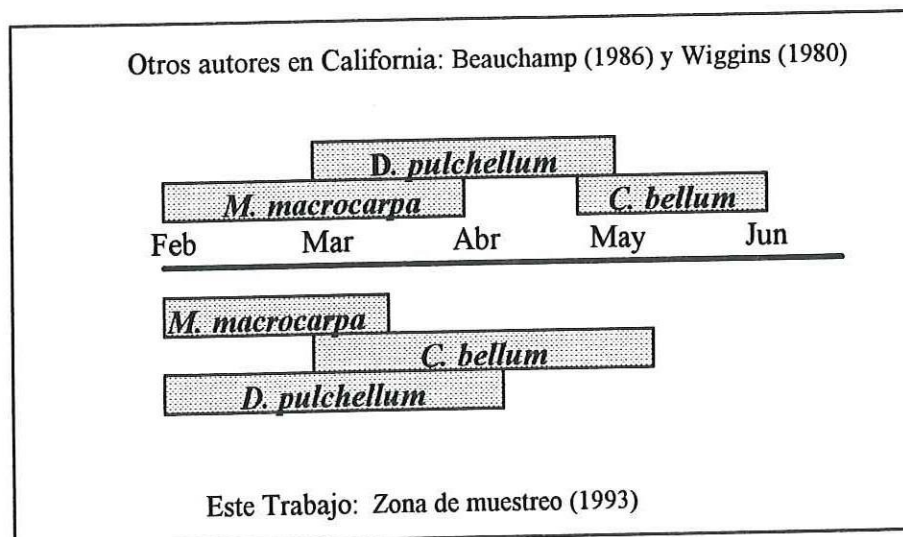


Fig. 31.- Períodos de floración de tres herbáceas perennes.

Estas tres especies rápidamente desarrollan yemas florales, debido a que su reserva de carbohidratos en la corona de raíces y bulbos les permite rebrotar y florecer sin esperar condiciones más favorables (Westman *et al.* 1981; Westman, 1981a; Keeley, 1984; O'Leary y Westman, 1988; O'Leary, 1988, 1990).

Las estrategias que utilizan los arbustos para comenzar su ciclo reproductivo son interesantes: de seis especies de arbustos que florecieron durante el primer año postfuego, cuatro subarbustos rebrotaron y están catalogados según Zedler (1977), Keeley y Zedler (1978), Westman *et al.* (1981), Westman (1981a, 1982a), Westman y O'Leary (1986) y O'Leary (1989, 1990), como rebrotadores facultativos productores de semillas. Es decir, que fructifican el primer año y en el siguiente periodo de lluvias postfuego, se registran plántulas de la producción de semillas del año anterior. Tres especies típicas del matorral costero como *Salvia munzii*, *Artemisia californica* y *Eriogonum fasciculatum* no rebrotaron ya que probablemente fueron destruidas por el fuego (son productoras obligadas de semillas) y sus semillas germinaron de la reserva del suelo por lo que su ciclo reproductivo comenzó en el segundo año postfuego. También en este segundo año florecieron los rebrotadores obligados -especies siempreverdes como *Simmondsia chinensis* y *Rhus integrifolia*- que iniciaron su crecimiento foliar desde el primer año pero no desarrollaron procesos florales.

Las cuatro especies suculentas no florecieron aunque en algunos individuos se observó propagación vegetativa. Al parecer las suculentas no toleran los incendios como las otras especies que se han mencionado (Minnich, 1994). Sin embargo, Keeler-Wolf (1995) menciona que muchas especies de *Dudleya* son capaces de rebrotar cuando son quemadas.

VI. 4.2 . COMPARACIÓN DENTRO Y FUERA DE LAS UNIDADES MUESTRALES

Durante los muestreos se recopiló también información del área quemada, aunque no estuviera dentro de las unidades muestrales, para así poder comparar y evaluar el proceso de recuperación. En la tabla 6 se resume la información concerniente a los porcentajes de formas de vida según la clasificación de Raunkauier: color de las flores, tipo de fruto y estrategia de dispersión de las semillas.

Tabla 6.- Comparación de las formas de vida registradas en el área quemada (km 89 -92) y las unidades muestrales

Clasificación	Unidades Muestrales (m ²) en (%)			Area Quemada (%)		
	Nativas	Introd.	Total	Nativas	Introd.	Total
Rankauer (1934)						
Terófitas	37	18	55	47	14	61
Geófitas	13		13	13		13
Hemicriptófitas	8		8	5	1	6
Caméfitas	13		13	11		11
Fanerófitas	5		5	4		4
Suculentas	6		6	5		5
Color de las flores:						
Blanca	13	2	15	23	3	26
Crema	18	7	25	11	5	16
Amarilla	13	10	23	17	5	22
Rosa	15	3	18	12	2	14
Lila/Azul	13		13	15	1	16
Fruto:						
Aqueno	20	5	25	19	3	22
Cápsula	31	3	34	30	3	33
Vaina	7	1	8	7	1	8
Dispersión de la semilla:						
Viento	49	11	60	51	11	62
Animales	26	6	32	28	4	32
No. de especies	51	11	62	109	20	129

El monitoreo de una comunidad tan solo tomando en cuenta las formas de vida, permite explicar los efectos del disturbio con base en la composición de especies (McIntyre *et al.* 1995). Estos autores indican que las Fanerófitas, Geófitas y

Hemicriptófitas son sensibles al disturbio, mientras que las Terófitas son las que dominan en un ambiente recién perturbado.

En el área de estudio se observó que las Terófitas dominaron el ambiente postfuego dentro y fuera de las muestras (Fig. 32). Además, los grupos restantes se mantuvieron en menor porcentaje. Merece la pena mencionar, que los porcentajes dentro y fuera de las muestras en el área quemada presentan bastante concordancia, indicando que

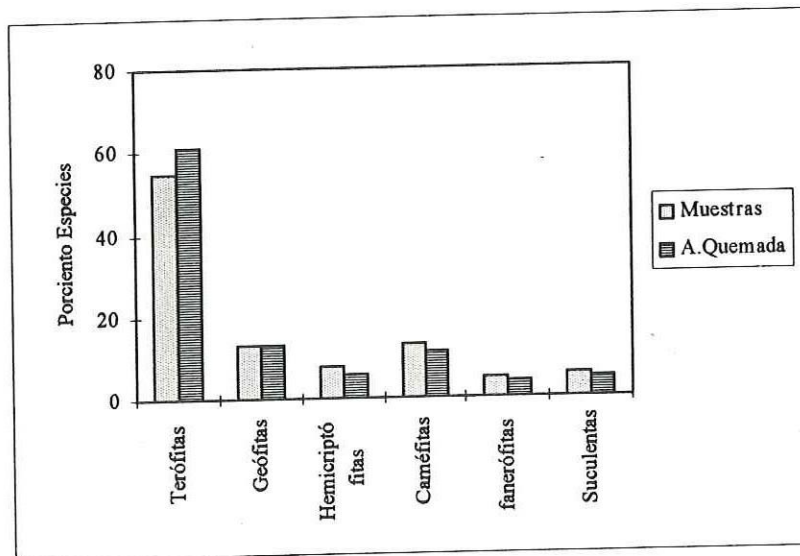


Fig. 32.- Comparación de las formas de vida dentro y fuera de las unidades muestrales en el área quemada

a pesar de ser pocas las unidades muestrales (15 m² en total), los datos durante el período de muestreo son suficientes como para caracterizar el área en cuanto a formas de vida se refiere.

En cuanto al color de las flores (Fig. 33), Cronquist (1973) menciona que generalmente las flores blancas y amarillo brillantes atraen a insectos (abejas, avispas y mariposas) para efectuar la polinización y asegurar la fecundación, mientras que el viento es el principal polinizador de las flores color crema.

Las flores blancas y amarillas juntas representaron un 38% dentro de las muestras

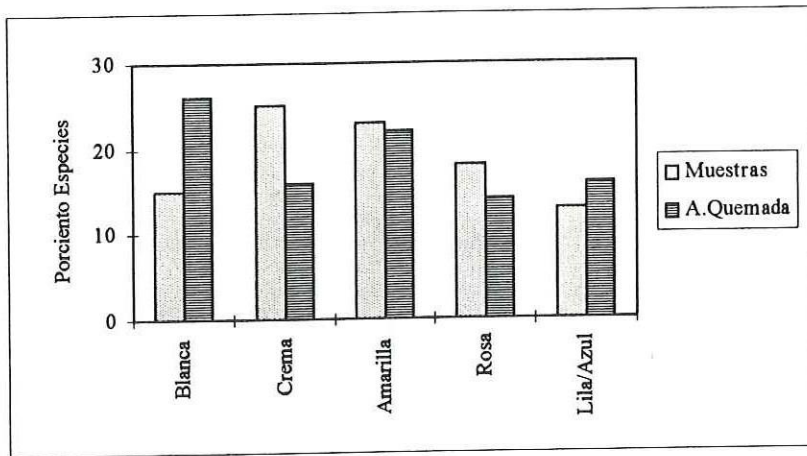


Fig. 33.- Color de las flores para las especies dentro y fuera de las unidades muestrales.

(48% en el área quemada) y las flores crema representaron el 25% (14% en el área quemada) lo que indica que la polinización se lleva a cabo principalmente por insectos. El viento es el segundo

factor más importante en esta fase de recuperación de la comunidad.

En cuanto a los tipos de frutos (Fig. 34), los principales encontrados en el

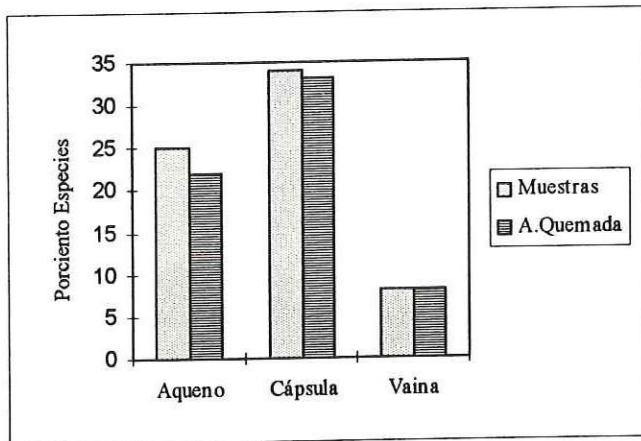


Fig. 34.- Tipos de frutos (%) dentro y fuera de las unidades muestrales.

área fueron aquenio, cápsula y vaina, que juntos sumaron 67% para las muestras y 63% para el área de muestreo. Los tres son frutos secos que facilitan la dispersión de semillas por el viento y animales (Niembro, 1988).

La dispersión de semillas por el viento fue la más importante dentro y fuera de las unidades muestrales; 60% y 62% respectivamente (Fig 35 y Tabla 6). Estos resultados concuerdan con lo propuesto por McIntyre *et al.* (1995); los tipos de dispersión

anemócora y zoocora, son típicos de ambientes perturbados. Sigue en orden de importancia la dispersión de semillas por los animales.

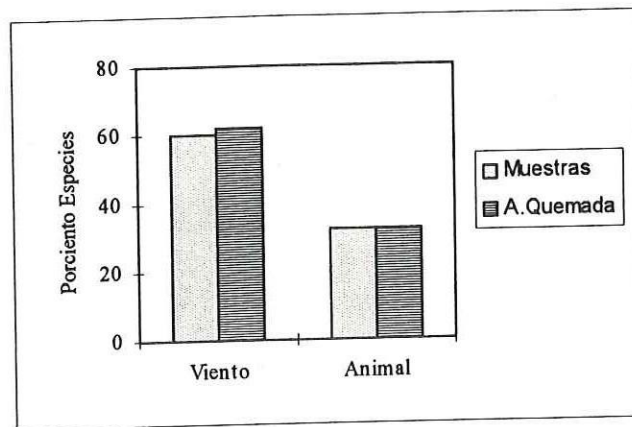


Fig. 35.- Dispersión de las semillas (%) dentro y fuera de las unidades muestrales.

VI. 5. ALGUNAS RELACIONES FITOGEOGRÁFI- CAS

RESULTADOS
Y
DISCUSION

- Observaciones inmediatamente después del incendio
- Resultados del analisis exploratorio
- Composición y estructura vegetal
- Floracion y fructificación
- Algunas relaciones fitogeográficas

Es interesante observar que el 82% de las 62 especies encontradas en las unidades muestrales (Tabla 7) son endémicas y nativas de la provincia Californiana. Cinco son endémicas del matorral costero californiano (tres arbustos, una suculenta y *Selaginella*). Las especies nativas son 23 hierbas anuales, 10 hierbas perennes, 11 arbustos, tres suculentas, un helecho y un musgo. Todas las introducidas fueron hierbas anuales. La proporcion mencionada para los 15 m² muestreados es muy similar a la

encontrada en el área quemada fuera de las muestras, donde se encontraron 129 especies (Anexo I), siendo 104 nativas (81%), 20 introducidas (15%) y 5 endémicas (4%) (Tabla 6).

Tabla 7.- Procedencia (%) de las especies registradas dentro de las muestras y en el área quemada, agrupadas por formas de vida.

	MUESTRAS (15 M ²)			AREA QUEMADA (Km. 89-92)		
	NATIVAS	ENDEMICAS	INTROD.	NATIVAS	ENDEMICAS	INTROD.
H. ANUALES	68		32	75	3	23
H. PERENNES	100			90		10
ARBUSTOS	73	27		90	10	
SUCULENTAS	75	25		86	14	
P. SIN FLOR	67	33		100		
TOTAL	74	8	18	81	4	15

VI. 5.1. COMPARACIÓN DE SITIOS DE MATORRAL COSTERO

Con la finalidad de entender mejor y caracterizar las especies del área de estudio, se realizó una comparación de la zona quemada: dentro y fuera de las unidades muestrales (Tabla 7, Fig. 36), así como del área contigua sin quemar y la caracterización de asociaciones florísticas de Westman (1983a) (Fig. 37)

Respecto al área quemada dentro (15 m²) y fuera de las muestras (Km. 89-92), los porcentajes de formas de crecimiento, procedencia y formas de vida de las especies son muy parecidos (Tabla 7), a pesar de que el número de especies fuera del área de las muestras es el doble del que se presentó dentro de éstas. Esto significa que la abundancia relativa (%) de los atributos de las especies es prácticamente la misma. Esto indica también, que si bien es cierto que el número de muestras y su tamaño es muy

pequeño como para discutir aspectos de cobertura de manera más contundente, el tamaño es suficiente para caracterizar a las especies según sus formas de vida.

Por otro lado, comparando el área quemada con el área circundante sin quemar (Tabla 8 y Fig 36), en el área quemada las especies anuales son las dominantes; mientras que en área no quemada las perennes dominan (por mucho), como ya se hizo hincapié anteriormente.

Respecto a la procedencia de las especies, no se observa una marcada diferencia en las dos áreas, dominando las nativas, probablemente debido a que el matorral costero es una comunidad tolerante al estrés constante y por lo tanto resistente a fenómenos de sequía y fuego. Rápidamente se recupera de estos eventos.

En cuanto a las formas de vida, las herbáceas son más abundantes en ambas áreas, pero dominaron más en el área quemada debido, a que son las primeras en establecerse.

Tabla 8.- Comparación (%) con las formas de vida y atributos vitales de las especies registradas en presente trabajo y Westman, (1983a).

	Area Quemada		Area sin Quemar			
	Km. 89-92	15 muestras	Km 89-94	Westman (1983a)		
				Diegana	Martiniana	Vizcainiana
Anuales	60	55	20	30	52	46
Perennes	40	45	80	69	47	54
Nativas	84	82	89	88	93	86
Introducidas	16	18	11	11	7	14
Herbáceas	76	71	45	61	71	61
Arbustos	15	18	37	31	20	19
Suculentas	5	6	18	7	7	20
Num. Especies	129	62	44	26	44	33

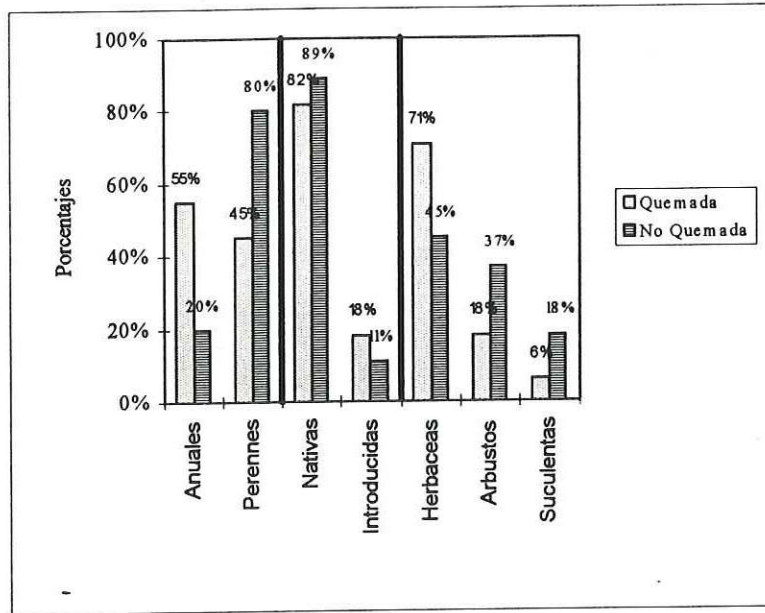


Fig. 36.- Comparación de las formas de vida dentro y fuera del área quemada.

Por último, comparando el área no quemada con las asociaciones florísticas en que Westman (1983a) ha separado al matorral costero para Baja California, se observa (Fig. 37) que el área no quemada es muy similar a la asociación Diegana, que a las otras asociaciones. Esto es así para todas las formas de vida, excepto para las suculentas. El área pertenece (según Westman, 1983a) precisamente a la asociación florística Diegana.

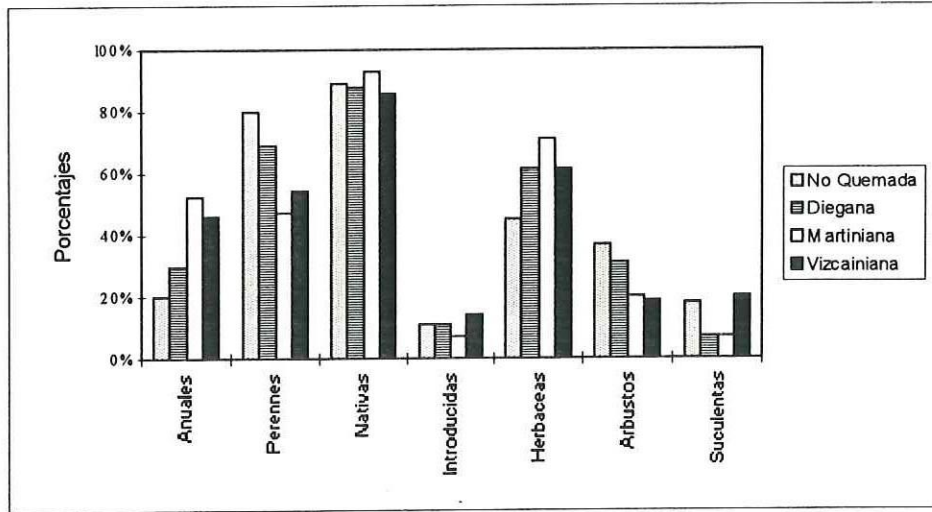


Fig. 37.- Comparación de las formas de vida y procedencia de las especies en el área de muestreo respecto a las asociaciones florísticas de Westman, (1983a).



Ferocactus sp

CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES

Este trabajo permitió interpretar la primera fase de la dinámica vegetal postfuego, una característica natural del matorral costero de Baja California. Se aportaron datos originales sobre especies y lugares que nunca antes habían sido muestreados inmediatamente después de un incendio. Aunque en los matorrales equivalentes del sur de California se ha registrado bastante información sobre algunas especies compartidas y algunos microambientes similares, no se contaba con trabajos que aportaran datos de especies endémicas del matorral suculento del norte de Baja California.

Esta información básica es útil para el diseño de programas de manejo, cuyos objetivos esten orientados hacia la restauración artificial de sitios quemados, la restauración y conservación de sitios que ya hayan perdido su cobertura y sobre todo para el seguimiento de la recuperación natural del matorral costero.

Al parecer, la intensidad del fuego no fue tan alta en la zona de estudio ya que el matorral se recuperó bastante bien, al menos en esta primera etapa. Esto se demuestra sobretodo por la similitud en la florística del muestreo del área quemada con los relevés realizados en las mismas fechas en los kilómetros 89- 94 de la carretera Tijuana - Ensenada y los muestreos realizados por Delgadillo (1995) también del matorral costero sin quemar (Salsipuedes, San Miguel y el cerro El Vigía (km 88- 106)).

Las primeras especies que forman el matorral costero de "Los Cantiles", B.C. después de un incendio son: *Marah macrocarpa*, *Dichelostoma pulchellum*, *Colocharthus bellum*, *Bergerocactus emoryi* y *Rhus integrifolia*, especies nativas que rápidamente alcanzan la cobertura que tenían antes del incendio, protegiendo así el suelo.

Malacothammus fasciculatum, arbusto que llegó a establecer en promedio 24 plántulas/m² (crece rápidamente), podría llegar a ser una especie útil para resiembra

postfuego que ayudara en la retención del suelo y prevenir los deslizamientos por ausencia de vegetación.

Las especies que forman al matorral en esta primera etapa de recuperación pueden aparecer vía el banco de semillas, el rebrote o la lluvia de semillas. Las primeras son : *Artemisia californica*, *Eriogonium fasciculatum*, *Salvia munzii*, subarbustos que le dan nombre y fisonomía propia al matorral costero. Los arbustos comunes y bien conocidos, *Rhus integrifolia* y *Simmondsia chinensis* se recuperaron por rebrotes rápidamente.

Las especies del área quemada que no se presentaron en las unidades muestrales, pero que se recuperaron rápidamente, fueron los subarbustos *Adolphia californica*, *Mirabilis laevis*, *Acalypha californica*, *Rhamnus crocea*, *Salvia apiana*; las hierbas perennes *Sisyrinchium bellum*, *Zygademus fremontii*, *Jepsonia parryi* y las suculentas *Ferocactus sp*, *Opuntia sp*, *Dudleya lanceolata* y *D. attenuata* (Anexo I), todas especies nativas propias del matorral costero suculento del Norte de Baja California, y ayudaron en la estabilización del suelo durante las primeras estación de lluvias.

La dinámica empieza con una dominancia de herbáceas, a las que el fuego les proporciona las condiciones óptimas para completar otro ciclo fenológico en el que almacenan nuevamente sus semillas en el reservorio del suelo para permanecer allí en espera de otro incendio (en alrededor de 20 a 40 años). Se les encuentra en gran cantidad los primeros dos años postfuego, por lo que algunas especies como; *Lotus strigosus*, *L argophyllus* y *Antirrhinum cyathiferum* que requieren áreas abiertas, podrían utilizarse para la resiembra de zonas desnudas hasta que se recupere la cobertura de arbustos (cuya vida media va de 25 a 50 años).

La mayoría de las especies son nativas o endémicas, aunque las introducidas empiezan a ser más abundantes por efectos de perturbación, como es la carretera cercana, las zonas urbanas y ganaderas. Las Brassicáceas como *Brassica sp* y

Raphannus sp, las compuestas arrosetadas como *Taraxacum sp*, fueron las especies introducidas con mayor éxito en los dos primeros años postfuego.

Alrededor del 85% de las especies presentes en el área (antes de la quema) rebrotaron y el 65% no son comunes sin previa quema. Ninguna de las especies suculentas con diferente vigor de rebrote, fructificó durante los dos períodos de muestreo dentro de las unidades de muestreo, aunque se observó floración de suculentas dentro del área quemada (fuera de las muestras).

La transformación de las áreas de vegetación con clima mediterráneo en Baja California, principalmente las de matorral costero, en predios urbanos o agrícolas y centros turísticos (Oberbauer, 1991; Leyva, 1996), ha dado como resultado la desaparición de esta vegetación sobre todo al Noroeste del estado.

Oberbauer (1991) puntualizó que en Baja California aún quedan porciones grandes de matorral costero sin perturbar (prístinas) que se pueden mantener para propósitos de conservación, estudio y recreación y que pueden servir de almacén de especies.

Finalmente, es necesario llevar a cabo muestreos más extensos e intensos; un programa de investigación que tome en cuenta casos de pre y postquema y que abarque los diferentes niveles del conocimiento ecológico de ésta área, para llegar a entender mejor el comportamiento del matorral costero suculento durante las fases de recuperación postfuego y su permanencia como vegetación madura.



Bergerocactus emoryi

BIBLIOGRAFIA

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aber, J. D. and J. M. Melillo.* 1991. The role of fire in carbon and nutrient balances. In: *Terrestrial Ecosystems*. Saunders College Publishing. Chicago, USA. Chap, 17. 257-278.
- Acosta, B. L.* 1985. Estudio de los principales recursos naturales terrestres y perspectivas de su aprovechamiento en el Ejido Nativos del Valle de Mexicali, Municipio Ensenada, B. C. Informe Memoria Curso de Titulación. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California. México. 66.
- Albini, F. A.* 1976. Estimating wildfire behavior and effects. USDA. Forest Service General Technical Report INT-30; iv + 92.
- Angoa, S. M.* 1991. Colecta de germoplasma de especies endémicas y útiles de la región costera de Baja California, México. Memoria de Servicio Social. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California. México. 67.
- Angoa, S. M.* 1996. La latencia de semillas y el banco de semillas de matorral costero en Punta Banda, Baja California. Tesis M.C. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California. México. 64.
- Arellano, G. J.* 1987. Plantas vasculares del Ejido Nativos del Valle de Mexicali, B.C. Informe Memoria Curso de Titulación. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California. México. 69.
- Aschmann, H. H.* 1973a. Distribution and peculiarity of Mediterranean ecosystems. In: F. Di Castri and H. A. Mooney (eds.) *Mediterranean Type Ecosystems. Origin and Structure*. Springer-Verlag. New York. 11-19.
- Aschmann, H. H.* 1973b. Man's impact on the several regions with mediterranean climates. In: F. Di Castri and H. A. Mooney (eds.) *Mediterranean Type Ecosystems. Origin and Structure*. Springer-Verlag. New York. 363-371.
- Axelrod, D.I.* 1978. The origin of coastal sage vegetation, Alta and Baja California. *American Journal Botany*. 65(10): 1117- 1131.
- Barbour, G. M. and Minnich, A. R.* 1990. The myth of chaparral convergence. *Israel Journal of Botany*. 39: 453-463.
- Barbour, G. M., B. Pavlik., F. Drysdale. and S. Lindstrom.* 1993. California's changing landscapes. Diversity and conservation of California vegetation. California Native Plant Society. California. 244.

- Barkman, J. J.* 1988. Some reflections on plant architecture and its ecological implications. In: Werger, A. J. M., P. J. M. van der Aar., H. J. During and J. T. A. Verhoeven. Plant form and vegetation structure. SPB. Academic Publishing . The Hague, Netherlands. 1- 7.
- Beauchamp, M. R.* 1986. A flora of San Diego County, California. Sweetwater River Press. National City, California.USA. 241.
- Begon, M., J. Harper and C. Townsend.* 1986. Ecology: Individuals, Populations, and Communities. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA. 876.
- Biswell, H. H.* 1974. Effects of fire on chaparral. Chap. 10. In: T.T. Kozlowski and C. E. Ahlgren (eds.) Fire and Ecosystems. Academic press. New York. USA. 321-364.
- Bradbury, D. E.* 1978. The evolution and persistence of a local sage/chamise community pattern in Southern California. Yearbook of the Association of Pacific Coast Geographers. 40: 39-56.
- Borchert, M. and D. Odion.* 1995. Fire intensity and vegetation recovery in chaparral: A review. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). Brushfires in California wildlands: Ecology and resource management. International Association of wildland fire. Fairfield, WA. 91-100.
- Bowler, P.A.* 1990. Coastal sage scrub Restoration-I: The challenge of mitigation. Restoration and management. 8:2. 78- 82.
- Bowler, P.A.* 1995. Impact of postfire hydroseeding on sensitive plant communities in Laguna Canyon, California. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). Brushfires in California wildlands: Ecology and resource management. International Association of wildland fire. Fairfield, WA. 193 - 194.
- Burrows, C. J.* 1990. Processes of vegetation change. Unwing Hyman, Ltd. London. 551.
- Byrne, R., J. Michaelsen. and A. Soutar.* 1977. Fossil charcoal as a measure of wildfire frequency in Southern California: A preliminary analysis. In: H.A. Mooney and C. E. Conrad (eds.) Proceedings of the symposium on environmental consequences on fire and fuel management Mediterranean Ecosystems. U.S.A. Forest Service General Tech. Report WO-3. 361-367.
- Booyesen, V. de P. and N. M. Tainton.* (eds.). 1984. Ecological effects of fire in South African Ecosystems. Springer-verlag. Berlin. 110-114.

- Callaway, M. R. and F. W. Davis.* 1993. Vegetation dynamics fire, and the physical environment in coastal Central California. *Ecology*. 74:5. 1567- 1578.
- Carreira, A. J. , F. Sanchez-Vazquez and F. X. Niell.* 1992. Shorth-term and small-scale patterns of post-fire regeneration in a semi-arid dolomitic basin of Southern Spain. *Acta ecologica*. 13: 3. 241-253.
- Chernoff, H.* 1973. The use of faces to represent points in K- dimensional space graphically. *Journal of American statistical association*. 68:342. 361-368.
- Christhensen, N. L. and C. H. Muller.* 1975. Effects of fire on factors controlling plant growth in *Adenostoma* chaparral. *Ecological Monographs*. 45: 29 - 55.
- Christhensen, N. L.* 1985. Shrubland fire regimes and their evolutionary consequences. In: S.T.A. Pickett and P.S. White (eds.), *The ecology of natural disturbance*. Academic Press, New York. USA. 85 - 100.
- Comstock, J., L. Donovan and J. Ehleringer.* 1987 . The role of photoperiod in determining seasonal patterns of vegetative activity in the chaparral. *Photoperiod an photosynthesis*. 91- 96.
- Cronquist, A.* 1973. *Botánica básica*. CECSA. México. 587.
- Cruz, I. M.* 1987. Formas biológicas del matorral costero de Ejido Nativos del Valle de Mexicali, Baja California. Informe Memoria Curso de Titulación. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California, México. 63.
- Cruz, A. Y.* 1993. Base de datos de la bibliografía sobre matorral costero, de California y Baja California. Tesis Licenciatura. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California. México. 64.
- CSS.* 1990. Complete statistical system. ver. 3.1.
- Davis, C.* 1994. Successional changes in California shrub communities after mechanical anthropogenic disturbance. M. S. thesis, San Diego State University, San Diego, California. 74.
- Debano, F. L. and C. Conrad.* 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. *Ecology*. 59:3. 489- 497.
- Delgadillo, R. J.* 1992. Florística y ecología del Norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. UABC, México. 339.

- Delgadillo, R. J.* 1995. Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos y México). Tesis Doctorado. Universidad de Alcalá de Henares. España. 566.
- Desimone, A. S. and J. H. Burk.* 1992. Local variation in floristics and distributional factors in Californian coastal sage scrub. *Madroño*. 39:3. 170- 188.
- Di Castri, F. and H. A. Mooney (eds.)*. 1973. Mediterranean Type Ecosystems. Origin and Structure. Springer-Verlag. New York. 7.
- Di Castri, F.* 1981. Mediterranean type shrublands of the world. In: Di Castri, D. W. Goodall and R. C. Specht (eds.) Mediterranean-type shrublands; ecosystems of the world. 11: 1-52.
- Emery, D. E.* 1988. Seed propagation of native California plants. Santa Barbara Botanic Garden. 115.
- Epp, A. G. and L. W. Aarssen.* 1988. Attributes of competitive ability in herbaceous plants. In: Werger, A. J. M., P. J. M. van der Aar., H. J. During and J. T. A. Verhoeven. Plant form and vegetation structure. SPB. Academic Publishing . The Hague, Netherlands. 71- 76.
- Epling, C. and H. Lewis.* 1942. The centers of distribution of the chaparral and coastal sage associations. *The American Midland Naturalist*. 27: 445-462.
- Espejel, C. I.* 1991. Flora y vegetación. Informe Técnico Final para Proyecto de Ordenamiento Territorial de la Microregión Punta Banda-La Bufadora, Ensenada, B.C. OEA-SEDUE.
- Espejel, C. I.* 1992. Vegetación de la costa de tipo mediterráneo. Informe Final. SEP-CONACyT. (ECOMED).
- Espejel, C. I.* 1993. Conservation and management of the coastal vegetation. In: Coastlines of México. O. Magoon, J. L. Ferman, L. Gomez-Morin and O. Fisher (eds.). American Society of Civil Engineers. New York. USA.
- Godron, M., J. L. Guillerm, J. Poissonet, M. Thiault and L. Trabaud.* 1981. Dynamics and management of vegetation. In: DiCastri, F. D. W. Goodall and R.C. Specht (eds.) Mediterranean-type Shrublands Ecosystems of the World. Vol 11. Elsevier, Amsterdam. Chap. 9. 317- 343.
- Gray, J. T. and W. H. Schelesinger.* 1981. Biomass, production, and litterfall in the coastal sage scrub of California. *American Journal Botany*. 68:1. 24-33.

- Gray, J. T. 1982a. Comparative nutrient relations in adjacent stands of chaparral and coastal sage scrub. In: Proceedings Symposium Dynamics and management of Mediterranean Type Ecosystems. USDA. Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-58 Berkeley, Ca. 306-312.
- Gray, J. T. 1982b. Community structure and productivity in *Ceanothus* chaparral and coastal sage scrub of Southern California. *Ecological Monographs*. 52:4. 415- 435.
- Gray, T. J. 1983a. Nutrient use by evergreen and deciduous shrubs in Southern California. I. Community nutrient cycling and nutrient-use efficiency. *Journal of Ecology*. 71: 21- 41.
- Gray, T. J. 1983b. Competition for light and a dynamic boundary between chaparral and coastal sage scrub. *Madroño*. 30:1. 43- 49.
- Gray, T. J. and H. W. Schelesinger. 1983. Nutrient use by evergreen and deciduous shrubs in Southern California. II. Experimental investigations of the relationship between growth, nitrogen uptake and nitrogen availability. *Journal of Ecology*. 71: 43- 56.
- Green, R. L. 1982. Prescribed burning in the California Mediterranean Ecosystem. In: Proceedings Symposium Dynamics and management of Mediterranean Type Ecosystems. USDA. Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-58 Berkeley, Ca. 464- 471.
- Groves, R. H. 1986. Invasion of mediterranean ecosystems by weeds. In: Dell, B., A. J. M. Hopkins and B. B. Lamont. (eds.). Resilience in mediterranean-type Ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands. 129- 145.
- Grubb, J. P. and A. J. M. Hopkins. 1986. Resilience at the level of the plant community. In: Dell, B., A. J. M. Hopkins and B. B. Lamont (eds.). Resilience in mediterranean-type ecosystems. Dr, W, Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands. 21- 38.
- Gutierrez, B. M. 1985. Datos florísticos del matorral costero y vegetación relacionada de la Bahía de Todos Santos, Ensenada, B.C. Informe Memoria Curso de Titulación. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California, México. 93.
- Halligan, J. P. 1972. The herb pattern associated with *Artemisia californica*. Ph. D. Dissertation. University of California. Santa Barbara, Calif. 173.
- Halligan, J. P. 1975. Toxic terpenes from *Artemisia californica*. *Ecology*. 56: 999-1000.

- Hanes, T. L. and W.H. Jones.* 1967. Postfire chaparral succession in Southern California. *Ecology*. 48: 259-264.
- Hanes, T. L.* 1971. Succession after fire in the chaparral of Southern California. *Ecol. Monog.* 41: 27-52.
- Hanes, T. L.* 1981. California chaparral. In: DiCasteri, F., D. W. Goodall and Spetch, R. L. (eds.) *Ecosystems of world 11. Mediterranean-Type shrublands.* Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 139-174.
- Harper, J.L.* 1977. *The population biology of plants.* Academic, Press, London, England.
- Harrison, T. A., E. Small, and H. A. Mooney.* 1971. Drought relationships and distribution of two mediterranean-climate California plant communities. *Ecology*. 52:3. 869- 875.
- Harvey, R, and Mooney, H. A.* 1964. Extended dormancy of chaparral shrub during severe drought. *Madroño* 17: 161-165.
- Hellmers, H., J. S. Horton, G. Juhren and J. O'Keefe.* 1955. Root systems of some chaparral plants in Southern California. *Ecology*. 36: 667-678.
- Heusser, L.* 1978. Pollen in Santa Barbara Basin California; A 12,000-yr record. *Geol. Soc. Am. Bull.* 89: 673- 678.
- Hillyard, D. and M. Black.* 1987. Coastal sage scrub restoration (California). *Restoration and Management Notes*. 5:2. 1-96.
- Hillyard, D.* 1990. Coastal sage scrub restoration in Orange County: Two approaches. In: Bryant, P. J and J. Remington (eds.) *Endangered wildlife and habitats in Southern California.* *Memoirs of the Natural History Foundation of Orange County*. 3: 20-25.
- INEGI.* 1981. *Mapas del Sauzal de Rodríguez, Ensenada, B.C. México.* Escala 1: 50,000.
- Infante, G. S. y Zárate de Lara, P. G.* 1990. *Métodos Estadísticos. Un enfoque interdisciplinario.* TRILLAS. México. 643.
- Johnston, V. R.* 1970. The ecology of fire. *Audubon*. 72: 76-119.
- Keeler-Wolf, T.* 1995. Post-fire emergency seeding and conservation in Southern California shrublands. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). *Brushfires in California wildlands: Ecology and resource management.* International Association of wildland fire, Fairfield, WA. 127- 139.

- Keeley, J. E. and Zedler, P. H.* 1978. Reproduction of chaparral shrubs after fire: a comparison of sprouting and seeding strategies. *American Midland Naturalist*. 99: 142- 161.
- Keeley, S. C., J. E. Keeley., S. M. Hutchinson. and A. W. Johnson.* 1981. Post-fire succession of the herbaceous flora in Southern California chaparral. *Ecology*. 62: 1608- 1621.
- Keeley, J. E.* 1984. factors affecting germination of chaparral seeds. *Bulletin Southern California Academy Science*. 83: 113- 120.
- Keeley, J. E. and S. C. Keeley.* 1984. Postfire recovery of California coastal sage scrub. *The American Midland Naturalist*. 111:1. 105- 117.
- Keeley, J. E., B. A. Morton., A. Pedrosa and P. Trotter.* 1985. Role allelopathy, heat and charred wood in the germination of chaparral herbs and suffrutescents. *Journal of Ecology*. 73: 445- 458.
- Keeley, E. J.* 1986. Resilience of mediterranean shrub communities to fires. In: Dell, B., A. J. M. Hopkins and B. B. Lamont (eds.). *Resilience in mediterranean-type ecosystems*. Dr, W, Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands. 95- 112.
- Keeley, J. E. and S. C. Keeley.* 1987. Role of fire in the germination of chaparral herbs and suffrutescents. *Madroño*. 34: 240- 249.
- Keeley, J. E.* 1991. Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. *Botanical Review*. 57: 81- 116.
- Keeley, J. E. M. Carrington. and S. Trnka.* 1995. Overview of management issues raised by the 1993 wildfires in Southern California. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). *Brushfires in California wildlands: Ecology and resource management*. International Association of wildland fire. Fairfield, WA. 83- 89.
- Kirkpatrick, J. B. and C. F. Hutchinson.* 1977. The community composition of Californian coastal sage scrub. *Vegetatio*. 35:1. 21-33.
- Kirkpatrick, J. B. and C. F. Hutchinson.* 1980. The environmental relationships of Californian sage scrub and some of its component communities and species. *Journal of Biogeography*. 7: 23- 38.
- Krause, D. and J. Kummerow.* 1977. Xeromorphic structure and soil moisture in the chaparral. *Ecologia Plantarum*. 12:2. 133-148.

- Kruger, F. J. 1983. Plant community diversity and dynamics in relation to fire. In: Kruger, F. J., D. T. Mitchell y J. U. M. Jarvis (eds.). Mediterranean- type Ecosystems. The role of nutrients. Springer- Verlag, New York. 446-472.
- Lamont, B. B., F. T. Witkowski and N. J. Enright. 1993. Post-fire litter microsites: Safe for seeds, unsafe for seedlings. *Ecology*. 74:2. 501-512.
- Leyva, C. 1995. Fragmentación del matorral costero por el desarrollo turístico en Bajamar (B.C., México): Alternativas para la conservación. Tesis M.C. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California. México. 85.
- López, G. G. y M. S. Mancinas. 1987. Plantas vasculares de la región Norte-Noreste del ejido "Nativos del valle de Mexicali". Baja California. Informe Curso de Titulación. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California. México. 72.
- Ludwig, J.M., E. S. Bunting y J.L. Harper. 1957. The influence of environment on seed and seedling mortality. III. The influence of aspect on maize germination. *J. Ecol.*, 45: 205- 224.
- Malanson, P. G. and F. J. O'Leary. 1982. Post-fire regeneration strategies of Californian coastal sage shrubs. *Oecologia*. Springer-Verlag. Berlín. 53: 355-358.
- Malanson, P. G. 1984. Fire history and patterns of Venturian subassociations of californian coastal sage scrub. *Vegetatio*. 57: 121-128.
- Malanson, P. G. 1985a. Simulation of competition between alternative shrub life history strategies through recurrent fires. *Ecological Modelling*. 27: 271- 283.
- Malanson, P. G. 1985b. Fire management in coastal sage-scrub, Southern California, USA. *Environmental Conservation*. 12:2. 141- 146.
- Malanson, P. G. and W. E. Westman. 1985. Post-fire succession in California coastal sage scrub: The role of continual basal sprouting. *American Midland Naturalist*. 113: 309- 318.
- Mayer, L. A. y W. O. Wirtz II. 1995. Effects of fire on the ecology of the California Gnatcatcher (*Polioptila californica*), and associated bird species, in the coastal sage scrub community of Southern California. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). *Brushfires in California wildlands: Ecology and resource management*. International Association of wildland fire. Fairfield, WA. 77-79.

- McIntyre, S., S. Lavorel and R. M. Tremont.* 1995. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology*. 83: 31- 44.
- Miller, P. C.* 1981. Similarities and limitations of resource utilization in mediterranean type ecosystem. In: Miller, P. C. (ed.). *Resource, Use by chaparral and matorral*. Springer- Verlag. 369- 407.
- Minnich, A. R.* 1982. Grazing, fire, and the management of vegetation on Santa Catalina Island, California. In: *Proceedings Symposium Dynamics an management of Mediterranean Type Ecosystems*. USDA. Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-58 Berkely, Ca. 444- 449.
- Minnich, A. R.* 1983. Fire mosaics in Southern California and Northern Baja California. *Science*. 219: 1287- 1294.
- Minnich, A. R.* 1994. Effects of exotic plants on three California ecosystems. In *Annual Symposium of the California Exotic Pest Plant Council*. Sacramento, California. 1- 7.
- Minnich, A. R.* 1995. Fuel-driven fire regimes of the California chaparral. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). *Brushfires in California wildlands: Ecology and resource management*. International Association of wildland fire. Fairfield, WA. 21- 27.
- Mooney, H. A. and E. L. Dunn.* 1970. Photosynthetic systems of Mediterranean-climate shrubs and trees of California and Chile. *American Naturalist*. 104: 447 - 453.
- Mooney, H. A. and 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.
- Mooney, H. A.* 1977. Southern coastal scrub. In: M. G. Barbour and J. Major. (eds.). *Terrestrial vegetation of California*. John Wiley and Sons. New York. 471- 489.
- Mooney, H., J. Kummerow., A. Johnson., D. Parsons y S. Keeley.* 1977. The producers- their resources and adaptative responses. In: Mooney. H. A. (ed.). *Convergent evolution in Chile and California mediterranean-climate ecosystems*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania. 85- 143.
- Mooney, H. A.* 1988. Coastal sage scrub and chaparral physiological paradigms. In: Keeley, S., y J. Keeley (eds.). *Chaparral paradigms re- examined*.

- Muller, C. H., W. H. Muller and B. L. Haines.* 1964. Volatile growth inhibitors produced by aromatic shrub. *Science*. 141: 471- 473.
- Muller, C. H.* 1966. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 93: 332- 351.
- Muller, W. H., P. Lorber y B. Haley.* 1968. Volatile growth inhibitors produced by *Salvia leucophylla*; effect on seedling growth and respiration. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 95(5): 415- 422.
- Mulroy, T. W. , P. W. Rundel. and P. A. Bowler.* 1979. The vascular flora of Punta Banda, Baja California Norte, México. *Madroño*. 26: 69-90.
- Mutch, R. W.* 1970. Wildland fires and ecosystems -a hypothesis. *Ecology* 51: 1046-1051.
- MVSP.* 1993. Multi Variate statistics package, ver 2.1.
- Neuenschwander, L. F. T. H, Thorsted Jr. and R. J. Vogl.* 1979. The salt marsh and transitional vegetation of Bahía de San Quintín. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*. 78(3): 163 - 182.
- Niembro, R. A.* 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y estructura. LIMUSA, México. 285.
- Oberbauer, T. A and M. Evans.* 1982. The challenge of vegetation management at the local level. In: *Proceedings Symposium Dynamics an management of Mediterranean Type Ecosystems*. USDA. Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-58 Berkely, Ca. 523- 527.
- Oberbauer, T. A.* 1991. Vegetation of Northwestern Baja California. *Fremontia*. 20:2. 3-10.
- Odum, P. E.* 1981. The effects of stress on the trajectory of ecological succession. In: Barrett, G.W. and R. Rosenberg (eds.). *Stress effects on natural ecosystems*. John Wiley & Sons Ltd. 43- 47.
- O'Leary, J. F. and W. E. Westman.* 1988. Regional disturbance effects on herb succession patterns in coastal sage scrub. *Journal of Biogeography*. 15: 775- 786.
- O'Leary, J. F.* 1988. Habitat differentiation among herbs in postburn Californian Chaparral and Coastal sage scrub. *The American Midland Naturalist*. 120:1. 41-49.
- O' Leary, J. F.* 1989. Californian coastal sage scrub. general Characteristics and considerations for biological conservation. In: Schoenherr, A. A. (ed.).

Endangered plant communities of Southern California. Proceedings of the 15th Annual Symposium. Southern California Botanists. Special Publication No 3. 24- 41.

O'Leary, J. F. 1990. Post-fire diversity patterns in two subassociations of Californian coastal sage scrub. *Journal of Vegetation Science*. 1: 173-180.

O'Leary, J. F., D. Murphy and P. Brussard. 1992. The coastal sage scrub community conservation planning region. Natural community conservation planning/coastal sage scrub. Special Report No. 2. 1- 5.

O'Leary, J. F. 1993. Towards greater uniformity of species diversity studies in mediterranean-type ecosystems. *Landscape and Urban Planning*. 24: 185-190.

O'Leary, J. F., S. A. DeSimone, D. D. Murphy, P. F. Brussard, M. S. Gilpin, and R. F. Noss. 1994. Bibliographies on coastal sage scrub and related mallacophyllous shrublands of other Mediterranean-type climates. *California Wildlife Conservation Bulletin*. State of California Department of Fish and Game. 10: 51.

O'Leary, J. F. 1995. Potential impacts of emergency seeding on cover and diversity patterns of Californian shrubland communities. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). *Brushfires in California wildlands: Ecology and resource management*. International Association of wildland fire. Fairfield, WA. 141- 148.

Pase, C. P. and D. E. Brown. 1982. Warm-temperate scrublands. In: Brown, D. E (ed.) *Biotic Communities of American Southwest United States and México*. Desert plant 4(1-4): University of Arizona for the Boyle Thompson Southwestern Arboretum. AZ. USA. 85- 93.

Peinado, M., C. Bartolomé., J. delgadillo e I. Aguado. 1994. Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. *Acta Botanica Mexicana*. 29: 1- 30.

Philbrick, R.N and J.R. Haller. 1977. The Southern California islands. In: M. G. Barbour and J. Major. (eds.). *Terrestrial vegetation of California*. John Wiley and Sons. New York. 893- 908.

Poole, D. K. and P.C. Miller. 1975. Water relations of selected species of chaparral and coastal sage communities. *Ecology*. 56:5. 1018- 11128.

Raunkiaer, C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford University Press, Oxford. 632.

- Raven, H. P. 1973. The evolution of mediterranean floras. In: DiCastri, F. y H. Mooney (eds.). Mediterranean types ecosystems: Origin and Structure. (7): 213-224.
- SAHOP (eds.). 1994. COCOTEN. Programa regional de desarrollo urbano turístico y ecológico del corredor costero Tijuana Ensenada. Mexicali, Baja California. México. 49.
- Shreve, F. 1936. The transition from desert to chaparral in Baja California. Madroño. 3: 257-264.
- Specht, L. R. 1982. Primary production in mediterranean-climate ecosystems regenerating after fire. In: Goodall, W. D. (ed.). Ecosystems of the world. Springer-Verlag, Berlin. 257-267.
- Specht, L. R. (ed.), P. W. Rundel., W. E. Westman., P. C. Castling., J. D. Majer. y P. Greenslade. 1988. Mediterranean- type ecosystems. A data source book. Kluwer Academic Publishers, London. 248.
- Sweeney, J. R. 1956. Responses of vegetation to fire. A study of the herbaceous vegetation following chaparral fires. Publ. Bot. Univ. Calif. Berkeley. 28: 143-250.
- ter Braak, C. J. F. 1995. Ordination. In: Jongman, R. H. F., C. J. F. ter Braak and O. F. R. Van Tongeren.(eds.). Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press. N.Y. USA. 91-169.
- Thanos, C. A. and P. W. Rundel. 1995. Fire-followers in chaparral: nitrogenous compounds trigger seed germination. Journal of Ecology. 83: 207-216.
- Tyson, B. J, Dement, W. A, and H.A, Mooney. 1974. Volatilization of terpenes from *Salvia mellifera*. Nature. 252: 119-120.
- UNESCO-FAO. 1963. Bioclimatic map of the Mediterranean Zone. Ecological study of the Mediterranean Zone. Arid Zone Res. 21, UNESCO. París.
- Van Tongeren, O. F. R. 1995. Cluster analysis. In: Jongman, R. H. F., C. J. F. ter Braak and O. F. R. Van Tongeren.(eds.). Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press. N.Y. USA. 174-207.
- Vega, M. G. 1990. Formas biológicas de las plantas vasculares dominantes del matorral costero del Ejido Nativos del valle de Mexicali, B. C. Informe Memoria Curso de Titulación. Esc. Sup. de Ciencias, UABC. Baja California, México. 61.

- Vogl, R. J.* 1976. An introduction to the plant communities of the Santa Ana and San Jacinto Mountains. In: Latting, J. (ed.). Symposium proceeding plant communities of Southern California. California Native Plant. Spec. Publ. 2. 77- 98.
- Wells, P.V.* 1962. Vegetation in relation to geological substratum and fire in the San Luis Obispo quadrangle, California. *Ecological Monographs*. 32: 79- 103.
- Went, F. W., G. Juhren and M. C. Juhren.* 1952. Fire and biotic factors affecting germination. *Ecology*. 33:3. 351- 364.
- Westman, W. E.* 1979a. Oxidant effects on Californian coastal sage scrub. *Science*. 205: 1001-1003.
- Westman, W. E.* 1979b. A potential role of coastal sage scrub understories in the recovery of chaparral after fire. *Madroño*. 26: 64-68.
- Westman, W. E.* 1981a. Diversity relations and succession in Californian coastal sage scrub. *Ecology*. 62:1. 170-184.
- Westman, W. E.* 1981b. Factors influencing the distribution of species of Californian coastal sage scrub. *Ecology* 62:2. 439- 455.
- Westman, W. E.* 1981c. Seasonal dimorphism of foliage in Californian coastal sage scrub. *Oecologia*. Springer-verlag, Berlin. 51: 385- 388.
- Westman, W. E., O'Leary, J. F. and G. P. Malanson.* 1981. The effect of fire intensity, aspect and substrate on post-fire growth of Californian coastal sage scrub. In: Margaris, N.S. and Mooney, H.A. (eds.). Components and productivity of Mediterranean regions -Basic and applied aspects. W. Junk. The Hague. 151- 179.
- Westman, W. E.* 1982a. Coastal Sage Scrub Succession. In: Proceedings Symposium Dynamics an management of Mediterranean Type Ecosystems. USDA. Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-58 Berkely, Ca. 91-99.
- Westman, W. E.* 1982b. Plant community structure- spatial partitioning of resources. In: Kruger, F. J., D. T. Mitchell and J. Jarvis. (eds.). Mediterranean type ecosystems. The role of nutrients. Biological studies No. 43. Springer-Verlag. Berlin. 417-445.
- Westman, W. E.* 1983a. Xeric mediterranean-type shrubland associations of Alta and Baja California and the Community /Continuum debate. *Vegetatio*. 52: 3-19.

- Westman, W. E.* 1983b. Island Biogeography: studies on the xeric shrublands of the inner channel islands, California. *Journal of Biogeography*. 10: 97- 118.
- Westman, W. E.* 1985. Air pollution injury to coastal sage scrub in the Santa Monica Mountains, Southern California. *Water, air and soil pollution*. 26: 19-41.
- Westman, W. E.* 1986a. Implications of ecological theory for rare plant conservation in coastal sage scrub. In: Elias, T. (ed.). Conservation and management of rare and endangered plants. Proceeding from conference of California Natural Plant Society. 133- 140.
- Westman, W. E.* 1986b. Resilience: concepts and measures. In: Dell, B., A. J. M. Hopkins and B. B. Lamont (eds.). Resilience in mediterranean-type ecosystems. Dr, W, Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands. 5- 19.
- Westman, W. E. and J. F. O'Leary.* 1986. Measures of resilience: the response of coastal sage scrub to fire. *Vegetatio*. 65: 179- 189.
- White, T. C., J. Stephenson and F. Sproul.* 1995. Postburn monitoring of the Eagle Fire: First year recovery on sites seeded with Buckwheat and coastal sage. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). *Brushfires in California Wildlands: Ecology and Resource Management*. International Association of wildland Fire. Fairfield, WA. 185- 187.
- Wicklow, T. D.* 1977. Germination response in *Emmenanthe penduliflora* (HYDROPHYLLACEAE). *Ecology*. 58:1. 201 - 205.
- Wiggins, I. L.* 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford, California. 1025.
- Zedler, H. P.* 1977. Life history attributes of plants an the fire cycle: A case study in chaparral dominated by *Cupressus forbesii*. In: Mooney. H. A. and C. E. Conrad (eds.). Proceeding of the symposium on the environmental consequences of fire and fuel management in mediterranean ecosystems. United States Forest Service, Washington, USA. 451- 458.
- Zedler, H. P., R. C. Gautier. and S. G. McMaster.* 1983. Vegetation change in response to extreme events: The effect of a short interval between fires in California chaparral and coastal scrub. *Ecology*. 64:4. 809-818.
- Zedler, H. P.* 1995. Fire frequency in Southern California shrublands: Biological effects and management options. In: Keeley, J.E. and T. Scott (eds.). *Brushfires in California wildlands: Ecology and Resource Management*. International Association of wildland fire. Fairfield, WA. 101- 112.



ANEXOS

ANEXO IA.- Lista de especies encontradas en la zona de "Los Cantiles", Ensenada, B.C.

(*) Especies Identificadas en el CIB, UABCS. (**) Determinadas por YCA.

(+) Presencia en los muestreos del área quemada, en las inmediaciones no quemadas y sus estrategias para la recuperación postfuego.

FAMILIA, GENERO Y ESPECIE	PLANTULA REBROTE	QUEMA		SIN QUEMA
		Km 89-92 1m ²	4 km ²	Km 89-94 10 m ²
AGAVACEAE:				
** <i>Agave shawii</i> Engelm	+	+	+	+
AMARYLLIDACEAE:				
* <i>Allium glandulosum</i>	+	+	+	
* <i>Dichelostoma pulchellum</i> (Salisb.) Heller.	+	+	+	+
ANACARDIACEAE:				
** <i>Rhus integrifolia</i> (Nutt) Benth & Hook	+	+	+	+
APIACEAE:				
* <i>Apiastrum angustifolium</i> Nutt. ex Torr. & Gray	+	+	+	
<i>Apium</i> sp	+	+	+	
* <i>Sanicula arguta</i> Greene	+		+	
BORAGINACEAE:				
* <i>Harpagonella palmeri</i> A. Gray	+		+	
BRASSICACEAE:				
<i>Brassica</i> sp	+	+	+	
* <i>Caulanthus coperi</i> (S. Wats.) Payson	+		+	
* <i>Caulanthus heterophyllus</i>	+		+	
* <i>Descurainia pinnata</i> (Walt.) Britt.	+		+	
* <i>Draba corrugata</i> var. <i>demareel</i> (Wigg.) C. L. Hitch	+		+	
* <i>Lepidium nitidum</i> Nutt.	+		+	
* <i>Raphanus sativus</i> L.	+		+	
BRYOPHYTA:				
Musgos	+	+	+	+
BUXACEAE:				
** <i>Simmondsia chinensis</i> (Link) Schneider	+	+	+	+
CACTACEAE:				
** <i>Bergerocactus emoryi</i> (Engelman) Brit & Rose.	+	+	+	+
<i>Ferocactus</i> sp	+		+	+
<i>Mammillaria</i> sp	+	+	+	+
<i>Opuntia</i> sp	+		+	+
** <i>Opuntia cholla</i> Weber.				+
CARYOPHYLLACEAE				
* <i>Silene gallica</i> L.	+	+	+	
* <i>Spergularia villosa</i> (Pers.) Camb.			+	
CHENOPODACEAE:				
* <i>Atriplex pacifica</i> A. Nels.	+		+	
* <i>Atriplex semibacata</i> R. Br.	+	+	+	
* <i>Salsola kali</i> L.	+	+	+	
COMPOSITAE:				
* <i>Amblyopappus pusillus</i> Hook & Am.	+	+	+	
** <i>Artemisia californica</i> Less	+	+	+	+
Compuesta sp1	+	+	+	+
Compuesta sp2	+	+	+	
* <i>Calycadenia ciliosa</i>	+		+	
* <i>Centaurea melitensis</i> L.	+		+	

ANEXO IA.- (continuación...) Lista de especies encontradas en la zona de "Los Cantiles", Ensenada, B.C.

FAMILIA, GENERO Y ESPECIE	PLANTULA REBROTE	QUEMA		SIN QUEMA
		Km 89-92 1m ²	4 km ²	Km 89-94 10 m ²
** <i>Coreopsis californica</i> (Nutt.) H. K. Sharsmith	+		+	
<i>Coreopsis</i> sp	+	+	+	+
** <i>Encelia californica</i> Nutt.		+	+	+
* <i>Eriophyllum ambiguum</i> A. Gray	+	+	+	
* <i>Filago arizonica</i> A. Gray	+		+	
* <i>Filago californica</i> Nutt	+	+	+	
* <i>Gnaphalium chilense</i> Spreng.	+		+	+
* <i>Gnaphalium jaliscense</i>	+		+	
* <i>Haplopappus squarrossus</i> Hook. & Arn.			+	+
* <i>Hemizonia paniculata</i> A. Gray	+	+	+	
* <i>Lasthenia coronaria</i> (Nutt.) Ornduff	+		+	
* <i>Perityle microglossa</i> Benth.			+	
* <i>Porophyllum gracile</i> Benth	+	+	+	+
* <i>Senecio lemmonii</i> A. Gray	+		+	
<i>Senecio</i> sp	+	+	+	
<i>Stephanomeria</i> sp	+	+	+	
* <i>Viguiera laciniata</i> A. Gray.		+	+	+
CONVOLVULACEAE:				
** <i>Calistegia macrostegia</i> R. Br.		+	+	
<i>Convolvulacea</i> sp3		+	+	
CRASSULACEAE:				
** <i>Dudleya lanceolata</i> (Nutt) Britt & Rose		+	+	+
** <i>Dudleya attenuata</i> (S. Wats.) Moran		+		+
CUCURBITACEAE:				
** <i>Marah macrocarpa</i> (Greene) Greene		+	+	
EUPHORBIACEAE:				
** <i>Acalypha californica</i> Benth.			+	
<i>Euforbiacea</i> sp4	+	+	+	
* <i>Euphorbia micromera</i> Baiss.	+	+	+	+
** <i>Euphorbia misera</i> Benth.				+
* <i>Euphorbia spathulata</i> Lam.	+		+	
GENTIANACEAE:				
* <i>Centaurium exaltatum</i> (Griseb.) Wigth	+		+	
HYDROPHYLLACEAE:				
* <i>Emmenanthe penduliflora</i> Benth	+	+	+	+
* <i>Phacelia cicutaria</i> var. Greene	+	+	+	
* <i>Phacelia cryptantha</i> Greene	+	+	+	
* <i>Phacelia distans</i> Benth.	+		+	
* <i>Phacelia parryi</i> (Torr.)	+	+	+	
* <i>Phacelia racemosa</i>	+		+	
<i>Pholistoma</i> sp	+	+	+	
IRIDACEAE:				
* <i>Sisyrinchium bellum</i> S. Wats.			+	
LABIATAE:				
** <i>Salvia apiana</i> Jepson.			+	
* <i>Salvia munzii</i> Epling	+	+	+	+
* <i>Stachys rigida</i> Nutt.	+	+	+	

ANEXO IA.- (continuación...) Lista de especies encontradas en la zona de "Los Cantiles", Ensenada, B.C.

FAMILIA, GENERO Y ESPECIE	PLANTULA REBROTE	QUEMA		SIN QUEMA
		Km 89-92 1m ²	4 km ²	Km 89-94 10 m ²
LEGUMINOSAE:				
<i>Astragalus sp</i>	+	+	+	+
* <i>Lotus argophyllus (A. Gray) Greene</i>	+	+	+	
* <i>Lotus scoparius (L)</i>	+	+	+	+
* <i>Lotus strigosus var. hirtellus (Greene) Otley</i>	+	+	+	+
* <i>Lupinus albifrons var. eminens (Greene) C. P. Sm</i>	+		+	
* <i>Lupinus concinnus var. concinnus</i>	+		+	
<i>Lupinus sp</i>	+	+	+	
* <i>Lupinus sparsiflorus Benth. var. sparsiflorus</i>	+		+	
* <i>Melilotus indica (L.) All.</i>	+	+	+	
* <i>Vicia exigua Nutt.</i>	+		+	
LILIACEAE:				
* <i>Colocharthus bellum</i>	+	+	+	
MALVACEAE:				
* <i>Erodium cicutarium (L) L'Hér</i>	+	+	+	+
** <i>Malacothamus fasciculatum (Nutt) Greene.</i>	+	+	+	+
MELANTHACEAE:				
* <i>Zygodemus fremontii Torr.</i>	+		+	
NYCTAGINACEAE:				
* <i>Mirabilis laevis Munz.</i>	+		+	+
ONAGRACEAE:				
* <i>Camissonia californica (Nutt.) Raven</i>	+		+	
ORCHIDACEAE:				
* <i>Bletia reflexa</i>		+	+	
<i>Habenaria sp</i>		+	+	
OXALIDACEAE:				
* <i>Oxalis pes-caprae L.</i>	+		+	+
PAPAVERACEAE:				
* <i>Eschscholzia californica Cham.</i>	+		+	
PLANTAGINACEAE:				
* <i>Plantago virginica</i>			+	
POACEAE:				
* <i>Blepharoneuron tricholepis (Torr.) Nash</i>			+	
* <i>Bothriochloa saccharioides var. saccharioides</i>			+	
* <i>Bromus rubens L.</i>	+	+	+	
<i>Graminea sp5</i>				+
<i>Graminea sp6</i>				+
* <i>Melica imperfecta Trin.</i>		+	+	
<i>Muhlenbergia sp</i>	+		+	
* <i>Phalaris paradoxa L.</i>			+	
* <i>Stipa pulchra Hitchc.</i>		+	+	+
* <i>Vulpia octoflora var. octoflora</i>	+		+	
POLEMONIACEAE:				
* <i>Eriastrum eremicum (Jepson) Mason</i>	+		+	
* <i>Gilia diegensis (Munz) A. & V. Grant</i>	+		+	
* <i>Linanthus bellus (A. Gray) Greene</i>	+		+	

ANEXO IA.- (continuación...) Lista de especies encontradas en la zona de "Los Cantiles", Ensenada, B.C.

FAMILIA, GENERO Y ESPECIE	PLANTULA	REBROTE	QUEMA		SIN QUEMA
			Km 89-92 1m ²	4 km ²	Km 89-94 10 m ²
POLYGONACEAE:					
* <i>Chorizanthe rigida</i> (Torr.) Torr. & Gray		+			+
** <i>Eriogonium fasciculatum</i> Benth.		+	+	+	+
<i>Eriogonium</i> sp			+		+
* <i>Pterostegia microphylla</i>		+		+	
POLYPODIACEAE:					
<i>Polypodium</i> sp			+	+	
PORTULACACEAE:					
* <i>Calandrinia breweri</i> Wats		+	+	+	
* <i>Montia perfoliata</i> (Donn) Howell		+	+	+	+
* <i>Talinum guadalupense</i> Dudley		+		+	
PRIMULACEAE:					
* <i>Anagallis arvensis</i> L.		+		+	
** <i>Dodecatheon clevelandii</i> Greene.			+	+	
RANUNCULACEAE:					
* <i>Clematis lasiantha</i> Nutt.					+
RESEDACEAE:					
* <i>Oligomeris linearis</i> (Vahl) J.F. Macbr		+	+	+	
RHAMNACEAE:					
* <i>Adolphia californica</i> S. Wats.			+	+	
* <i>Rhamnus crocea</i> Nutt. in Torr. & Gray			+	+	+
ROSACEAE:					
* <i>Adenostoma fasciculatum</i> Hook. & Arn.			+	+	
RUBIACEAE:					
* <i>Galium morani</i> subsp. <i>aculiatum</i> Dempster			+	+	+
RUTACEAE:					
** <i>Cneoridium dumosum</i> (Nutt.) Hook. f.					+
SAXIFRAGACEAE:					
* <i>Jepsonia parryi</i> (Torr.) Small.			+	+	
SCROPHULARIACEAE:					
* <i>Antirrhinum cyathiferum</i> Benth.		+	+	+	
* <i>Collinsia concolor</i> Greene		+		+	
* <i>Cryptantha maritima</i> (Greene) G.		+	+	+	+
* <i>Linaria canadensis</i> (L) Dum		+	+		
* <i>Orthocarpus purpurascens</i> Benth.		+		+	
SELAGINELLACEAE:					
<i>Sellaginella</i> sp			+	+	+
SOLANACEAE:					
** <i>Lycium brevipes</i> Benth.				+	
* <i>Physalis greenei</i>				+	
* <i>Solanum apendiculatum</i>		+		+	
** <i>Solanum duglassi</i> Dunal.		+		+	
* <i>Solanum xantii</i> A. Gray		+	+	+	+
ASCOMYCETES:					
Liquenes (costrosos)				+	+
TOTAL	136	83	37	64	129

NOTA: 16 especies sin determinar atributo vital

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo),
de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(MR) Marzo 1993

(Cn) Número de unidad muestral.

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	MRC1P	MRC2	MRC3	MRC4	MRC5	MRC7	MRC8	MRC9	MRC10	MRC11	MRC12	MRC13	MRC14	MRC15	TOTAL
Ash				0.16	0.26										0.42
Agl							0.01								0.01
Dpu						+			0.19		0.03	0.01			0.23
Rin			0.38												0.38
Aan										0.09			0.07		0.16
Api													0.01		0.01
Sch		0.06	+							0.03					0.09
Bem												0.01			0.01
Sga													0.03		0.03
Aca	0.01	+		+				0.01						0.01	0.03
Fca				+				0.01				+			0.01
Hpa							+	0.07		0.01	0.01	0.01			0.10
Pgr														0.12	0.12
Ssp	0.06						+					0.01			0.07
Vla													0.02		0.02
Cma							0.11				0.84	0.07	0.79		1.81
Cor								0.01		+					0.01
Dla	0.01														0.01
Mma									0.07						0.07
Epe									+	0.04	0.01				0.05
Pci										0.02					0.02
Pho	0.06	+	0.01		0.23	+			0.19	+	0.14		0.16		0.79
Smu		+								+				+	0.01
Asp	+								0.09				0.01		0.10
Lsc					+							+			+
Lst		0.31	0.08	+		0.02	+	0.05	0.12	0.12	0.18	0.89	0.18	0.11	2.07
Min									0.08						0.08
Cbe				0.01			0.01	0.01		0.01		+			0.04
Mfa	0.07	0.07	0.01	+	0.01	0.17	+			0.12	0.08	0.10			0.64
Stm	0.02	0.01		0.12	0.01	+	0.07	0.14		0.01		0.07	0.02		0.46
Efa		+		0.01		+		0.01		+		0.01		+	0.03
Psp				+											+
Mpe	0.09														0.09
Gmo												+	0.18		0.18
Acy	+	0.01				+	+	+	0.08	+	+	0.02	0.09	0.48	0.68
Sxa													+	0.01	0.02
	0.34	0.46	0.48	0.30	0.50	0.20	0.21	0.31	0.82	0.44	1.29	1.19	1.54	0.74	8.83

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(AB) Abril 1993

(Cn) Número de unidad muestral.

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	ABC1	ABC1P	ABC2	ABC3	ABC4	ABC5	ABC7	ABC8	ABC9	ABC10	ABC11	ABC12	ABC13	ABC14	ABC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Agl								+								+
Dpu	0.01						0.02			0.20		0.03	0.03			0.28
Rin				0.23												0.23
Aan														0.01		0.01
Api														0.04		0.04
Sch			0.08	0.01												0.09
Bem	0.04											0.02				0.06
Aca		0.01	0.01		+				0.01						0.01	0.04
Eca			0.04													0.04
Fca	+				+			0.01	0.02				+			0.04
Hpa								+	0.15			0.01	0.02			0.18
Pgr															0.19	0.19
Ssp	0.02	0.23						0.01								0.26
Via	0.03						0.01							0.02		0.06
Cma								0.02				0.83	0.12	0.92		1.88
Cor								0.53	0.01							0.54
Dla		0.02														0.02
Epe	0.01			0.06						0.05		0.38				0.49
Pci		0.14														0.14
Pho						0.85								0.01		0.86
Smu															+	+
Sri								+						0.03		0.03
Asp	0.03	+								0.17				0.06		0.25
Lsc						+							0.06			0.06
Lst	0.03		0.58	0.79	0.01		0.33	+	0.06	0.35		0.38	0.89	0.25	0.20	3.87
Min										0.32						0.32
Cbe					0.02			0.02	0.01				0.01			0.05
Mfa		0.11	0.08	0.02	+	0.01	0.27					0.05	0.12			0.67
Stm		0.03	0.02		0.17	0.01	+	0.30	0.13				0.09	0.18		0.91
Efa	0.01		+		0.01		+		+				+		+	0.03
Psp					+											+
Mpe		0.05														0.05
Oli	0.02								+				0.02			0.04
Gmo													+	0.19		0.19
Acy	0.25	+	0.05		0.01		+	+	+	0.15		0.01	0.02	0.09	0.62	1.20
Lca														0.02		0.02
Sxa								+							0.03	0.03
TOTAL	0.45	0.58	0.86	1.11	0.39	1.12	0.64	0.89	0.39	1.24		1.67	1.39	1.80	1.05	13.58

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el periodo de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(MY) Mayo 1993

(Cn) Número de unidad muestral.

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	MYC1	MYC1P	MYC2	MYC3	MYC4	MYC5	MYC7	MYC8	MYC9	MYC10	MYC11	MYC12	MYC13	MYC14	MYC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Dpu							0.02			0.10		0.02	0.02			0.15
Rin				0.22												0.22
Aan											0.27					0.27
Sch			0.05	0.02							0.01					0.08
Bem	0.02												0.02			0.04
Aca		0.03	+		0.01				0.01						0.01	0.06
Eca			0.04													0.04
Fca	+				+				0.01				0.01			0.02
Hpa								0.01	0.55		0.03	0.01	0.07			0.66
Pgr															0.16	0.16
Ssp	0.04															0.04
Ste			+													+
Vla	0.04						0.02								0.01	0.07
Cma								0.04				0.91	0.07	0.92		1.95
Cor								0.33	0.02		+					0.35
Dla		0.01														0.01
Epe	0.01			0.10						0.05	0.20	0.45				0.79
Pci		0.42									0.01					0.43
Pho						0.92								0.01		0.93
Smu											+				0.01	0.01
Sri						0.02		0.01								0.03
Asp	0.02	+								0.26				0.03		0.32
Lsc						0.01										0.01
Lst	0.02		0.72	0.72	0.03		0.34	+	0.03	0.54	0.64	0.88	0.04			3.94
Min										0.18						0.18
Cbe					0.08			0.02			0.04		0.02			0.15
Mfa		0.29	0.13	0.03	+	0.02	0.35				0.14	0.06	0.07			1.09
Stm		0.03	0.03		0.57	0.03	+	0.16	0.64		0.03		0.07	0.02		1.58
Efa	0.01		+		0.02		+		0.01				+		+	0.05
Oli	0.02												0.01			0.03
Gmo														0.14		0.14
Acy	0.36	0.03	0.04		0.01	+	0.08	+		0.23	+	0.01	0.03	0.06	0.57	1.41
Lca													0.04			0.04
Sxa							+								0.04	0.04
	0.54	0.80	1.00	1.10	0.87	1.24	0.80	0.58	1.26	1.36	1.37	2.33	0.43	1.22	0.79	15.69

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(JN) Junio 1993

(Cn) Número de unidad muestral.

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	JNC1	JNC1P	JNC2	JNC3	JNC4	JNC7	JNC8	JNC9	JNC10	JNC11	JNC12	JNC13	JNC14	JNC15	TOTAL
Ash					0.16										0.16
Rin				0.33											0.33
Sch			0.21	0.04		0.03				0.01					0.29
Bem	0.06											0.01			0.07
Aca		0.03	0.01		0.01			0.02						0.02	0.09
Eca			0.05												0.05
Hpa							0.02	0.32		0.08	0.02	0.14			0.57
Pgr														0.24	0.24
Ste			+												+
Vla	0.02					0.02							0.01		0.05
Cma							0.21				0.60	0.02	0.55		1.38
Cor							0.13	0.02		+					0.15
Dla		0.01													0.01
Smu														+	0.01
Sri							+			+					+
Asp	0.02	+							0.15				0.03		0.20
Lst						0.01	0.01								0.02
Cbe							0.01								0.01
Mfa		0.28	0.07	0.03	0.01	0.28				0.34	0.15	0.09			1.25
Stm		0.02			0.50	0.01	0.11	0.04		+		0.02			0.70
Efa	0.01		+		0.06	+		0.01				+		+	0.08
Gmo													0.01		0.01
Acy		0.01				0.01	0.01		0.22	+			0.02		0.27
Sxa						0.01								0.03	0.03
	0.10	0.35	0.35	0.40	0.74	0.37	0.50	0.40	0.37	0.44	0.77	0.28	0.61	0.29	5.98

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(JL) Julio 1993

(Cn) Número de unidad muestra

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	JLC1	JLC1P	JLC2	JLC3	JLC4	JLC5	JLC7	JLC8	JLC9	JLC10	JLC11	JLC12	JLC13	JLC14	JLC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Rin				0.37												0.37
Sch			0.14	0.06			+			0.02						0.22
Bem	0.04											0.02				0.06
Aca		0.01	+		0.02			0.01							0.02	0.06
Eca			0.03													0.03
Hpa										0.04	0.02	0.04				0.10
Pgr															0.12	0.12
Ste			+													+
Vla	0.03						0.02							0.01		0.06
Cma											0.11	0.01	0.41			0.54
Dla		0.01														0.01
Pcr													0.01			0.01
Smu										0.01					+	0.01
Asp	0.02	+							0.12					0.01		0.16
Lsc					0.03											0.03
Lst							+	+								0.01
Cbe								0.01								0.01
Mfa		0.29	0.06	0.02	+	0.01	0.22			0.10	0.07	0.07				0.85
Stm		0.01			0.38	0.01										0.40
Efa	0.01		+		0.03		+		0.01			+		+		0.05
Esp								0.03								0.03
Acy					0.01				0.06							0.07
Sxa						0.01		+						0.02		0.03
	0.10	0.33	0.24	0.44	0.59	0.31	0.25	0.04	0.01	0.19	0.19	0.20	0.15	0.44	0.15	3.63

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².
(AG) Agosto 1993 (Cn) Número de unidad muestral. (+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	AGC1	AGC1P	AGC2	AGC3	AGC4	AGC5	AGC7	AGC8	AGC9	AGC10	AGC11	AGC12	AGC13	AGC14	AGC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Rin				0.50												0.50
Sch			0.16	0.06			0.03				0.05					0.31
Bem	0.04											0.02				0.06
Aca		0.02	+		0.02				0.01						0.01	0.05
Eca			0.02													0.02
Pgr															0.03	0.03
Ste			+													+
Vla	0.02						0.01							0.01		0.04
Cma								0.02				0.02		0.05		0.08
Dla		0.01														0.01
Smu											+				+	+
Asp	0.02	0.01								0.13				0.02		0.17
Lsc						0.01										0.01
Mfa		0.14	0.06	0.01	+	0.02	0.20				0.15	0.04	0.03			0.65
Stm		0.01														0.01
Efa	0.01		+		0.03		0.01		0.01				+		+	0.06
Esp								0.04								0.04
Sxa							0.01	-							0.01	0.02
	0.08	0.18	0.25	0.58	0.21	0.29	0.25	0.05	0.01	0.13	0.20	0.06	0.05	0.08	0.06	2.47

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².
(SP) Septiembre 1993 (Cn) Número de unidad muestral. (+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	SPC1	SPC1P	SPC2	SPC3	SPC4	SPC5	SPC7	SPC8	SPC9	SPC10	SPC11	SPC12	SPC13	SPC14	SPC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Rin				0.57												0.57
Sch			0.12	0.08			0.04				0.03					0.26
Bem	0.04												0.02			0.06
Aca		0.01	+		0.02			0.02							0.01	0.07
Eca			0.01													0.01
Pgr															0.04	0.04
Ssp			+													+
Vla	0.02						0.02							0.01		0.05
Cma								0.02				0.02		0.05		0.08
Dla		0.01														0.01
Smu											+				+	+
Asp	0.03	0.01								0.14				0.03		0.20
Lsc						0.03										0.03
Mfa		0.14	0.07	0.02	+	0.03	0.21				0.12	0.08	0.05			0.73
Stm		+														+
Efa	0.01				0.03		+		+				+		+	0.05
Esp								0.08								0.08
Sxa							0.01								0.02	0.03
	0.09	0.17	0.20	0.07	0.22	0.31	0.28	0.09	0.02	0.14	0.15	0.09	0.08	0.09	0.08	2.09

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(OC) Octubre 1993

(Cn) Número de unidad muestral.

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	OCC1	OCC1P	OCC2	OCC3	OCC4	OCC5	OCC7	OCC8	OCC9	OCC10	OCC11	OCC12	OCC13	OCC14	OCC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Rin				0.48												0.48
Sch			0.12	0.13			0.04				0.02					0.30
Bem	0.04												0.02			0.06
Aca		0.01	0.01		0.02				0.01				+		0.01	0.05
Eca			0.01													0.01
Pgr															0.02	0.02
Vla	0.01						0.01							+		0.02
Cma								0.01				+		0.02		0.04
Smu											+				+	+
Asp	0.01	+								0.14				0.02		0.17
Lsc						0.02										0.02
Mfa		0.11	0.06	0.01	+	0.01	0.16				0.07	0.05	0.04			0.51
Stm		+														+
Efa	0.01		+		0.03		0.01		+				0.00		+	0.05
Esp								0.03								0.03
Sxa							0.01								0.02	0.02
	0.06	0.12	0.19	0.62	0.21	0.28	0.23	0.04	0.02	0.14	0.09	0.06	0.07	0.04	0.05	2.21

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(NV) Noviembre 1993 (Cn) Número de unidad muestral.

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	NVC1	NVC1P	NVC2	NVC3	NVC4	NVC5	NVC7	NVC8	NVC9	NVC10	NVC11	NVC12	NVC13	NVC14	NVC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Rin				0.45												0.45
Sch			0.10	0.06			0.02				0.03					0.20
Bem	0.04												0.01			0.05
Aca		0.01	+		0.01				0.01				+		+	0.04
Eca			0.01													0.01
Pgr															0.02	0.02
Vla	+						0.02							0.02		0.04
Cma								0.01				0.01	0.02	0.15		0.19
Cor								0.02								0.02
Pho										+						+
Smu											+				+	0.01
Asp	0.01	0.01								0.08				0.02		0.13
Lsc						0.01					+		0.02			0.03
Cbe													+			+
Mfa		0.08	0.03	0.02	+	0.01	0.12				0.05	0.03	0.03			0.37
Stm		0.05			+			+	+		0.01		0.01	0.06		0.13
Efa	0.01		+		0.03			+	+				+	+	+	0.05
Esp								0.02								0.02
Gmo														0.14		0.14
Sxa								+							0.01	0.01
	0.06	0.14	0.13	0.52	0.21	0.28	0.16	0.05	0.01	0.09	0.10	0.04	0.09	0.40	0.04	2.31

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(DC) Diciembre 1993 (Cn) Número de unidad muestral. (+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	DCC1	DCC1P	DCC2	DCC3	DCC4	DCC5	DCC7	DCC8	DCC9	DCC10	DCC11	DCC12	DCC13	DCC14	DCC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Dpu										+						+
Rin				0.51												0.51
Aan											+					+
Sch			0.14	0.10			0.07				0.06					0.38
Bem	0.05												0.01			0.06
Aca		0.01	+		0.02				0.01				0.01		0.01	0.06
Eca			0.02													0.02
Pgr															0.02	0.02
Vla	+						0.02							0.01		0.03
Cma								0.05				0.21	0.03	0.35		0.64
Cor		-						0.33								0.33
Pho						0.01				+						0.01
Smu											0.01				+	0.01
Asp	0.02	+								0.07				0.04		0.13
Lsc						0.01	+				+		0.03			0.04
Cbe													0.01			0.01
Eci											+					+
Mfa		0.09	0.03	0.02	+	0.01	0.09				0.07	0.05	0.04			0.41
Stm		0.01	0.01		0.01		+	0.04	0.02		0.02		0.02	0.06		0.18
Efa	+		+		0.02		+		0.01				+		+	0.04
Esp								0.06								0.06
Gmo													+	0.10		0.10
Sxa							+								0.01	0.01
	0.08	0.13	0.20	0.63	0.22	0.28	0.20	0.47	0.03	0.08	0.17	0.27	0.14	0.55	0.04	3.48

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².
 (EN) Enero 1994 (Cn) Número de unidad muestr (+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	ENC1	ENC1P	ENC2	ENC3	ENC4	ENC5	ENC7	ENC8	ENC9	ENC10	ENC11	ENC12	ENC13	ENC14	ENC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Dpu										+						+
Rin				0.53												0.53
Aan		+									+					0.01
Mus		+														+
Sch			0.17	0.10			0.03				0.02					0.32
Bem	0.04												0.02			0.06
Aca		0.01	+		0.02				0.01						0.01	0.04
Eca			0.05													0.05
Hpa													+			+
Pgr															0.02	0.02
Vla	0.03						0.01							0.01		0.05
Cma								0.01				0.09	0.05	0.67		0.82
Cor								0.31	+							0.31
Per															+	+
Pho		+														+
Smu															+	+
Sri																0.01
Asp	0.02	+								0.13				0.03		0.18
Lsc						0.02					+		0.02			0.04
Min																+
Cbe													0.01			0.01
Mfa		0.12	0.03	0.01	+	0.01	0.15				0.03	0.03	0.04			0.42
Strn		0.01				0.01	+	0.13	0.02		0.01		0.04	0.04		0.27
Efa	0.01		+		0.03		+		+		+		+	+	+	0.05
Esp								0.02								0.02
Gmo													+	0.12		0.12
Sel									0.02							0.02
Sxa							+		+						0.02	0.03
	0.09	0.15	0.25	0.64	0.21	0.29	0.20	0.47	0.05	0.14	0.07	0.12	0.18	0.88	0.06	3.80

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(FB) Febrero 1994

(Cn) Número de unidad muestral.

(+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	FBC1	FBC1P	FBC2	FBC3	FBC4	FBC5	FBC7	FBC8	FBC9	FBC10	FBC11	FBC12	FBC13	FBC14	FBC15	TOTAL
Ash					0.16	0.26										0.42
Dpu	+							0.01		0.15	0.01	0.01				0.18
Rin				0.50												0.50
Aan		0.03			0.01				0.03		0.06					0.12
Bsp			0.02													0.02
Mus		0.04			0.02				+							0.06
Sch			0.19	0.13			0.02				0.03					0.37
Bem	0.05												0.02			0.06
Apu	+				0.01											0.01
Aca		0.01	0.01		0.03				0.03						0.01	0.08
Xsp				0.01		0.01			0.01	0.01			+			0.03
Csp						0.01										0.01
Eca			0.09													0.09
Eam						0.04										0.04
Hpa	0.02				0.01	+						0.02				0.05
Pgr					+										0.12	0.12
Ssp			+													0.00
Vla	0.02						0.01									0.07
Cma								0.02				0.86	0.12	0.04		1.83
Cor								0.39	0.02		+					0.41
Mma								+								+
Euf						0.01										0.01
Epe				0.04					0.04	0.01						0.09
Ppa															0.09	0.09
Pho		0.03				0.27				0.01	+	0.01				0.32
Smu											0.01				+	0.01
Sri						0.02		+			0.01					0.03
Asp	0.02	+								0.06				0.07		0.14
Lsc	0.01					0.01	+		0.02	0.01	0.01		0.07		+	0.12
Lst					0.01		+						0.02		+	0.03
Min										0.17						0.17
Cbe					0.01			0.01	+		0.01		0.01			0.04
Eci										+	+					+
Mfa		0.18	0.13	0.03	0.01	0.03	0.21				0.14	0.07	0.11			0.90
Bro														0.14		0.14
Stm	+	0.02	0.01		0.14	0.03	0.01	0.23	0.14		0.10		0.06			0.74
Efa	0.01		0.01		0.04		0.01		+		+		+	+	+	0.07
Esp								0.03								0.03
Psp					0.01											0.01
Cbr													0.01			0.01
Gmo													+	0.19		0.19
Acy	+				0.01	0.01									0.02	0.03
Cry				0.03	0.01					0.01	0.07		0.03			0.14
Sel	0.10								0.12							0.22
Sxa							0.01								0.09	0.11
	0.22	0.30	0.45	0.73	0.45	0.68	0.26	0.69	0.40	0.43	0.44	0.95	0.46	1.27	0.34	8.08

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².
 (AB) Abril 1994 (Cn) Número de unidad muestral. (+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	ABC1	ABC1P	ABC2	ABC3	ABC4	ABC10	ABC11	ABC12	ABC13	ABC14	ABC15	TOTAL
Ash					0.16							0.16
Dpu						0.12		0.01	0.01			0.14
Rin				0.20								0.20
Aan					0.01						+	0.01
Api		0.02					0.10			+		0.12
Bsp			0.02									0.02
Mus		0.01			+							0.01
Sch			0.23	0.16			0.03					0.43
Bem	0.06								0.02			0.08
Lex	+											+
Ska											0.01	0.01
Apu	0.02				0.01							0.04
Aca		0.02	0.01		0.05						0.05	0.12
Xsp	0.02			0.01		0.01	0.01	+	+	+	0.02	0.06
Zsp								0.01				0.01
Eca			0.19									0.19
Hpa	0.05				0.01				+		+	0.07
Pgr					0.01						0.20	0.21
Ssp			+								+	+
Vla	0.05										+	0.10
Cma						0.04		0.87	0.38	0.98		2.26
Cor							0.01					0.01
Emi											0.02	0.02
Epe				0.05		0.02	0.02	0.02				0.10
Pci		0.02					+					0.02
Ppa							+				0.09	0.09
Pho						0.02						0.02
Smu							0.01				+	0.02
Sri							0.01					0.01
Asp	0.05	0.01				0.58				0.13		0.77
Lsc	0.01			+	0.01	0.01	+		0.19			0.23
Lst					0.01	+	0.01		+	+	+	0.03
Lsp							+					+
Min						0.21						0.21
Cbe					0.01		0.04					0.05
Eci							+					+
Mfa		0.25	0.19	0.12	0.10	0.01	0.14	0.15	0.26			1.23
Bro										0.12		0.12
Stm	0.01	0.10	0.04		0.26	+	0.10		0.09			0.60
Efa	0.04		0.01		0.07		+		0.01	+	+	0.13
Psp					+							+
Cbr		0.01							0.01			0.02
Gmo									0.01	0.33		0.34
Acy	+				0.01	0.07			0.01			0.09
Cry				0.05	0.01	0.01	0.04		0.03		0.01	0.15
Sel	0.08											0.08
Sxa											0.20	0.20
	0.39	0.44	0.69	0.61	0.74	1.09	0.54	1.06	1.01	1.62	0.61	8.79

ANEXO IIA.-Datos originales de campo que muestran la dinámica de la cobertura mensual (durante el período de muestreo), de las especies en las 15 unidades muestrales de 1 m².

(JN) Junio 1994 (Cn) Número de unidad muestral. (+) Especie presente con cobertura < 0.009 m².

CLAVE	JNC1	JNC1P	JNC2	JNC3	JNC4	JNC5	JNC7	JNC8	JNC9	JNC10	JNC11	JNC12	JNC13	JNC14	JNC15	TOTAL
Ash						0.26										0.26
Rin				0.58												0.58
Sch			0.16	0.14			0.05				0.06					0.42
Bem	0.06												0.03			0.09
Lex	+															+
Ska															0.02	0.02
Apu					+											+
Aca		0.03	+		0.05				0.08						0.08	0.24
Xsp						0.01							+		0.01	0.02
Csp						0.03										0.03
Eca			0.12													0.12
Eam						0.10		0.01								0.11
Hpa						+		0.02	0.18	+	0.02		0.02		+	0.24
Pgr															0.19	0.19
Ste															0.01	0.01
Vla	0.05						0.02							0.11	+	0.18
Cma								0.01				0.02	0.01	0.22		0.25
Cor								0.45	0.08							0.52
Euf						0.03										0.03
Emi															0.02	0.02
Smu											0.01				+	0.01
Sri						0.01		0.01								0.02
Asp	0.03	0.01								0.60				0.16		0.80
Lsc	0.01					0.11	0.01	0.02	0.02		+		0.20			0.37
Lst									0.04						+	0.04
Mfa		0.20	0.17	0.10	0.08	0.03	0.35			0.12	0.19	0.15	0.20			1.58
Bro									0.02							0.02
Stm		0.02	0.02		0.09	0.05	+	0.42	0.21		0.03		0.07			0.91
Efa	0.04		0.02		0.07		0.01		0.02		+		0.01	0.01	+	0.18
Esp								0.02								0.02
Gmo						0.02		0.01				0.01	0.09			0.13
Acy	+	+				0.01		+		+					+	0.02
Sxa							0.02								0.19	0.21
	0.19	0.26	0.49	0.82	0.28	0.66	0.47	0.95	0.64	0.72	0.31	0.17	0.55	0.58	0.54	7.65

ANEXO III-1

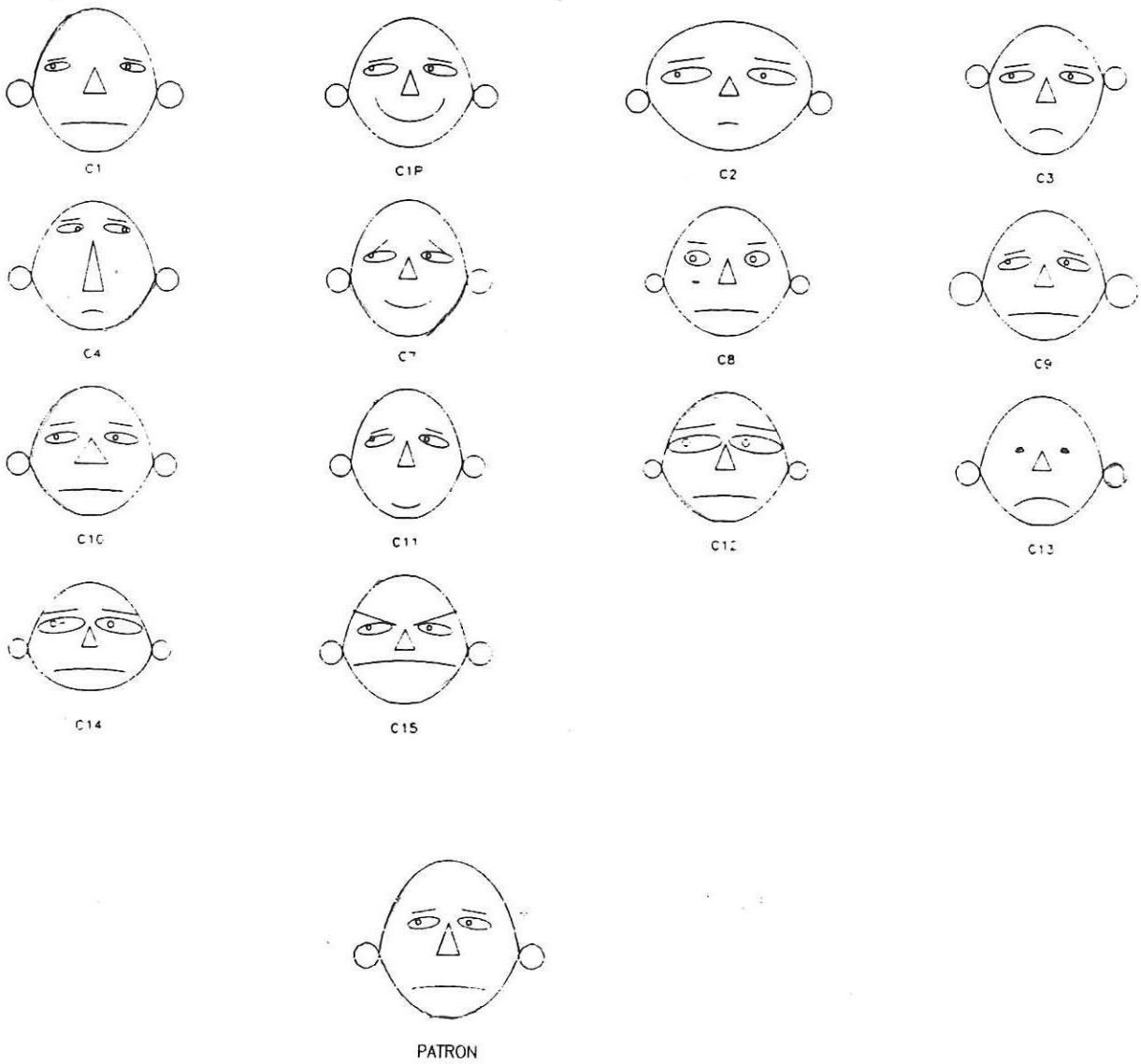
CARAS DE CHERNOFF

Se estructuró una matriz con las coberturas de cada especie (columnas) y unidades muestrales (renglones) para el mes de junio de 1993. Esta matriz se trabajó en el paquete "Complete Statistical System, ver. 3.1" (CSS, 1990), obteniéndose el diagrama de las caras de Chernoff, correspondiendo cada cara a una unidad muestral (Fig. A-III.1-1).

Se observa que cada una de las unidades muestrales es diferente, aunque muy parecidas en general a la cara patrón, que se formó como una unidad muestral vacía (sin cobertura de especies), en otras palabras no predomina ninguna especie.

Las diferencias observadas se deben a que hay formas de vida (hierbas y arbustos) y estrategias de vida (rebrotos y plántulas) con coberturas contrastantes y principalmente por especies que se presentan sólo en algunas muestras; por ejemplo la amplitud de la cara C2 es la que posee la mayor cobertura del arbusto *Simmondsia chinensis*. Los cuadros 3,7 y 11 también presentan a *S. chinensis* pero su cobertura es menor. El tamaño de las pupilas lo representa la enredadera *Calystegia macrostegia*, que se presenta en los cuadros 8,12,13 y 14. La muestra número 13 es la que posee menor cobertura de ésta especie.

Figura A-III.1-1.- Caras de Chernoff para junio de 1993. Cada cara representa una unidad muestral y las coberturas de las especies son rasgos faciales.



LEGEND: face/w=SCH ear/lev=RIN halfface/h=VLA upface/ecc=ECA loface/ecc=GMO nose/l=EFA mouth/cent=SMU mouth/curv=MFA
 mouth/l=ACA eyes/h=ASH eyes/sep=BEM eyes/slant=COR eyes/ecc=CBE eyes/l=CMA pupils/pos=STM eyebrows/h=ASP
 eyebrows/ang=SXA eyebrows/l=PGR ear/r=HPA nose/w=ACY

ANALISIS DE CORRESPONDENCIA

La información que se necesita para el análisis de correspondencia es la misma que para las caras de Chernoff y el programa (MVSP. Plus, ver. 2.1. 1993) requiere también de una matriz de datos de cobertura donde los renglones son las especies y las columnas las unidades muestrales. El modelo matemático crea variables o ejes que son combinaciones de las variables reales y jerarquiza en términos de la varianza explicada (por esas nuevas variables), teniendo la finalidad de buscar si existe una variable o dos que expliquen el comportamiento de los datos. De ser esto posible, se dice que las variables reales están relacionadas u obedecen a un cierto factor o conjuntos de factores y se elaboran gráficas de los ejes principales para que se busquen agrupamientos de las especies y (en otra gráfica) de las muestras.

Para el mes de muestreo elegido (junio de 1993), el porcentaje de variación explicada para cada componente o eje es muy bajo y la suma de los dos primeros ejes apenas alcanzan 25.6%, lo que indica que no hay un factor predominante que explique el comportamiento de los datos. El arreglo a lo largo de los ejes uno y dos (Fig. A-III.2-1) nos muestra que se separan de las demás especies los arbustos siempreverdes *Rhus integrifolia* y *Simmondsia chinensis* y el subarbolito *Encelia californica* probablemente por la mayor cobertura que presentan (33%, 21% y 5% m² respectivamente) al inicio de la sequía (junio). Respecto a las unidades muestrales (Fig. A-III.2-2) la C2 y C3 se separan de las demás unidades, y sus especies más importantes en cobertura son también *R. integrifolia*, *S. chinensis* y *E. californica*.

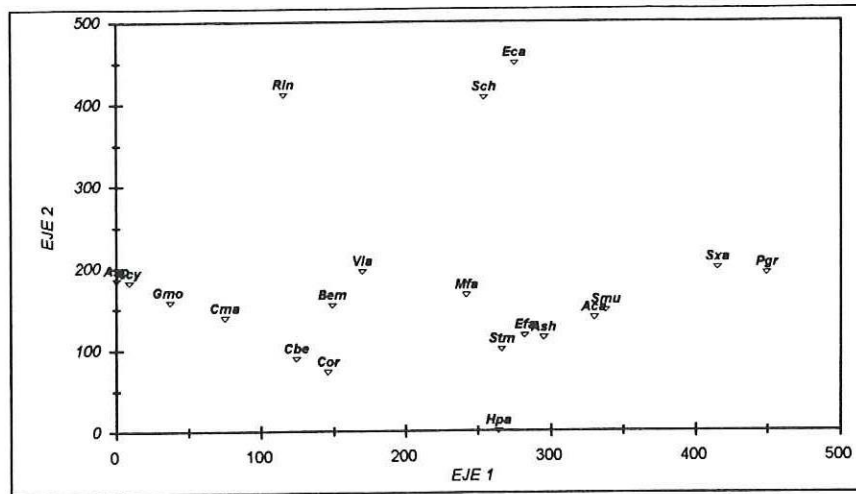


Fig. A-III.2-1. Análisis de Correspondencia con especies (Eje 1 vs Eje 2)

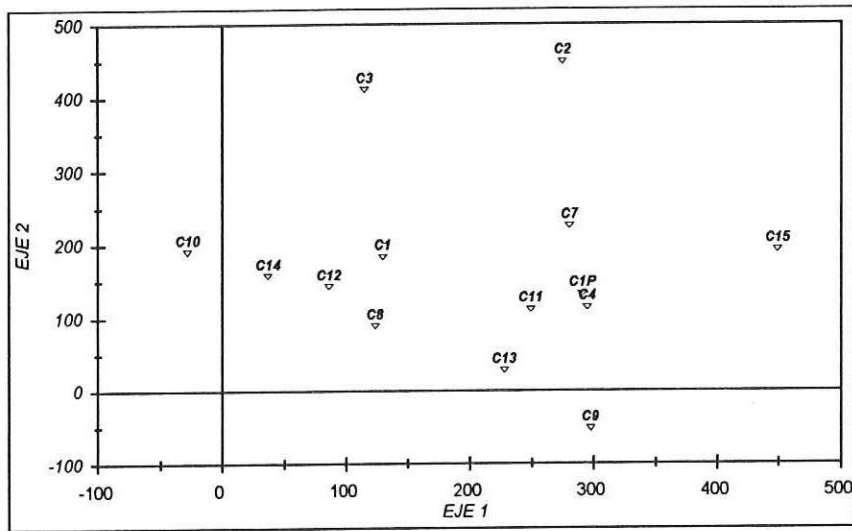


Fig. A-III.2-2. Análisis de Correspondencia con unidades muestrales (Eje 1 vs Eje 2)

Datos del Análisis de Correspondencia (Eje 1 y Eje 2):

Varianza acumulada = 25.6%
 Eigenvalores: Eje 1 = 0.907
 Eje 2 = 0.587

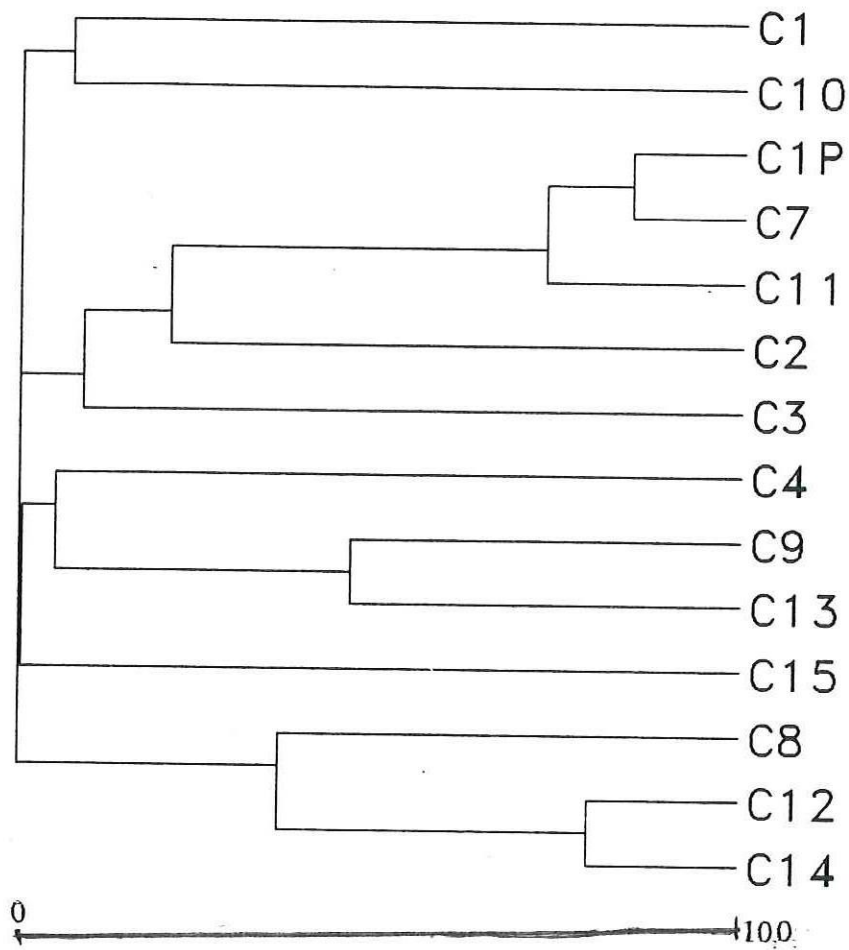
ANEXO III- 3

ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

Para este tipo de análisis la información es, presencia y ausencia de las especies, pero primero se necesita hacer una matriz de similitud, partiendo de una matriz de datos (especies como columnas y unidades muestrales como renglones). Se elige una fórmula de similitud, como la de Czekanowski, por ejemplo, y el programa (MVSP. Plus, ver. 2.1. 1993) elabora una matriz cuadrada de similitud, que sirve de base a su vez para el agrupamiento de las muestras utilizando una fórmula de distancia no métrica, que se selecciona también, como puede ser el método del vecino más cercano por ejemplo. El programa elabora un diagrama de árbol de agrupamiento de unidades muestrales.

Para el mes de junio de 1993, el análisis de conglomerados (Fig. A-III.3-1) mostró principalmente un grupo que incluye cinco unidades muestrales (C1p, C7, C11, C2 y C3). En general no se obtuvieron porcentajes altos de similitud entre las muestras; el porcentaje más alto (84%) lo comparten las muestras 1p y 7. La muestra 15 comparte el 0.5% de similitud con el grupo más afín 4, 9 y 13. Únicamente el 36% de las unidades muestrales comparten un porcentaje de similitud por arriba de 72%.

Fig. A-III.3-1. Análisis de conglomerados tomando en cuenta las unidades muestrales
Porcentaje de similitud (Matriz)



ANEXO IV

NÚMERO DE UNIDADES MUESTRALES (Mínimo)

La determinación del tamaño mínimo de muestra se obtiene apoyandose en el Teorema del Límite Central (Infante y Zárate, 1990) de la distribución de medias muestrales.

Para el mes de junio de 1993, las unidades muestrales presentaron los siguientes números de especies:

{4, 6, 6, 3, 5, 8, 8, 5, 12, 8, 13, 6, 5, 5}

Calculando la media y la desviación estandar de los datos anteriores se obtiene:

media de especies: 6.71

desv. estandar: 2.87

La fórmula para tamaño de muestra es:

formula: $n = (t * S / E)^2$,

siendo t = Variabale aleatoria tipificada de Student.

S = Desv. estandar de la muestra

E = Error máximo permisible

Tomando $E = 1$, y $t = 2.16$ (95% de confianza y 13 grados de libertad)

$n = 38$

Haciendo el mismo análisis anterior, ahora para el mes de abril, se tiene:

Datos: {11, 9, 8, 5, 10, 5, 8, 11, 10, 6, 7, 14, 12, 7}

media = 8.78

desv. estandar = 2.69

$n = 34$

Carretera Tijuana- Ensenada. Km. 91. Ladera sur.
 CUADRO 1 13/05/1993

