

FORMAS DE CRECIMIENTO: SU DEFINICION Y NATURALEZA DE SUS ADAPTACIONES AL AMBIENTE UTILIZANDO EL SISTEMA DE MONOCARACTERES

Por Gloria Montenegro¹

INTRODUCCION

Chile constituye una larga y estrecha franja de terreno situada en la costa del Pacífico, de América del Sur, entre las latitudes 18 y 55° Sur. La zona central aproximadamente entre los paralelos 29 y 40° L. S. se caracteriza por poseer un clima mediterráneo (Fig. 1) el cual cambia gradualmente hacia un clima árido y desértico en el Norte y hacia un clima oceánico en el Sur (Di Castri, 1968).

El relieve de la zona central mediterránea determina una planicie costera que se extiende alrededor de 40 km hacia el continente, encumbrándose abruptamente en la Cordillera de la Costa, la cual alcanza alturas de 2.000 m.s.n.m. La topografía desciende hacia el Este formando una depresión intermedia o valle central, de alrededor de 20 km de ancho, el cual limita al Este con la Cordillera de los Andes, que alcanza alturas hasta aproximadamente 7.000 m.s.n.m.

A lo largo de un transecto altitudinal de mar a cordillera en esta zona central (altura del paralelo 33° L.S.) el patrón regional de precipitación anual es de 350 mm en la Costa y 550 mm en la Cordillera de la Costa a 1.000 m de altitud (Miller, 1981). Latitudinalmente la precipitación aumenta 315 mm por grado de latitud hacia el Sur y disminuye 28 mm por grado de latitud hacia el Norte (Fuenzalida, 1950; Miller y col. 1977).

Las adaptaciones de las especies vegetales a gradientes de stress ambiental pueden adoptar una gran variedad de formas de crecimiento (Montenegro y col. 1981; Medina, 1983; Mooney and Miller, 1985) siendo la forma de crecimiento que una planta adopta función de la distribución y aloca-ción de los carbohidratos resultantes del proceso de fotosíntesis a los distintos compartimentos de la planta (Rundel 1979) y a la habilidad de ésta para sustentar senescencias y muertes repetidas de ramas terminales y laterales durante períodos de stress. Las formas de crecimiento entonces serían el resultado de varios procesos de crecimiento (Orshan, 1980).

En la zona central de Chile el gradiente ambiental de mayor significancia ecológica es el de la aridez, resultante del predominio de un clima mediterráneo, el cual se caracteriza por un período de sequía en el verano e inviernos fríos y lluviosos. La longitud del período de sequía varía a lo largo de este gradiente latitudinal (Fig. 1) lo que ha permitido con base en índices climáticos anuales y mensuales distinguir zonas bioclimáticamente distintas (Di Castri, 1968).

La fisonomía de la vegetación cambia a lo largo de este gradiente latitudinal desde comunidades subdesérticas con predominio de especies suculentas de los géneros *Copiapoa* y *Trichocereus* en la zona perárida a, formaciones boscosas higrófilas con especies como *Nothofagus dombeyi*, *Persea lingue*, *Drimys winteri* y epífitas en la zona per-húmeda (Di Castri, 1981).

La comunidad vegetal dominante de las zonas áridas y semiáridas es un "matorral" definido como

1 Laboratorio de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, P. Universidad Católica, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

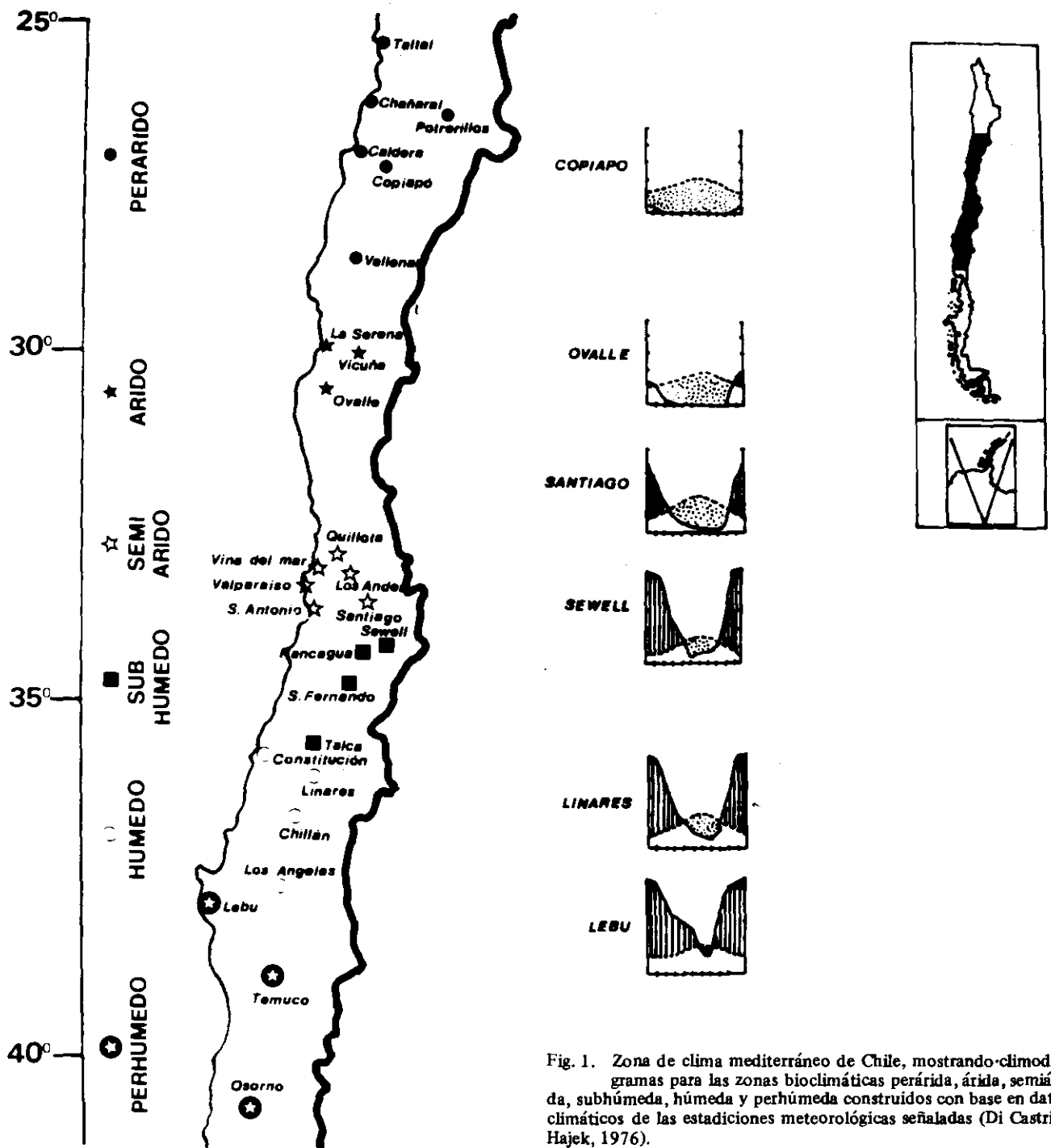


Fig. 1. Zona de clima mediterráneo de Chile, mostrando climodiagramas para las zonas bioclimáticas perárida, árida, semiárida, subhúmeda, húmeda y perhúmeda construidos con base en datos climáticos de las estaciones meteorológicas señaladas (Di Castri y Hajek, 1976).

una formación arbustiva constituida por especies siempreverdes esclerófilas o malacófilas; especies deciduas de verano, subarbustos de hojas estacionalmente dimórficas y especies suculentas (Montenegro y col. 1979; Montenegro y col. 1981). El estrato subarbustivo lo conforman hierbas anuales y perennes (Montenegro y col. 1978).

El estudio de las adaptaciones de las especies que conforman las comunidades vegetales en este gradiente de aridez, ha conducido a definir las formas de crecimiento que dominan en las distintas zonas bioclimáticas permitiendo así identificar estrategias a través de las cuales las plantas se adaptan al ambiente para optimizar y maximizar el uso de los recursos disponibles.

Para definir formas de crecimiento se han desarrollado varios sistemas, los cuales han sido revisados en detalle por Du Rietz (1931). La mayoría de ellos están basados en combinaciones de caracteres morfológicos, anatómicos y fenomorfológicos, tales como altura de la planta, protección de las yemas, estacionalidad, etc., caracteres generalmente seleccionados en forma subjetiva por su importancia relativa. En contraste, el sistema de Raunkiaer (Raunkiaer, 1934) se basa en un solo carácter, el cual corresponde a la ubicación de las yemas de renuevo.

En el contexto de estos antecedentes Orshan (1982) ha sugerido un nuevo enfoque para analizar formas de crecimiento el cual corresponde al así

llamado "sistema de monocaracteres". Este sistema permite caracterizar las especies vegetales de una comunidad dada abarcando aspectos de la planta los cuales en su conjunto dan cuenta de la biología de la especie. La caracterización de las especies se obtiene determinando para cada una de ellas 36 monocaracteres adaptativos, independientes entre sí y que comprenden parámetros morfológicos, anatómicos, fenomorfológicos, fenológicos y ecofisiológicos.

Estos monocaracteres corresponden a atributos de la planta, los cuales se organizan de la siguiente manera:

- Atributos de la planta en general, los cuales corresponden a altura, diámetro, densidad foliar, ubicación de las yemas de renuevo, estacionalidad de órganos caedizos, consistencia de los tallos, espinescencia, consistencia y grosor de la corteza.
- Atributos de los órganos asimiladores como son tamaño y área de órganos asimiladores, consistencia de las hojas, presencia de resinas o aceites esenciales, presencia de tricomas, ubicación y posición de estomas, ángulo foliar, tasa entre área foliar y tallos asimiladores.
- Atributos del sistema radical y de los tallos subterráneos como son los que se refieren a morfología del sistema radical, morfología de los tallos subterráneos, modificaciones de la raíz y raicillas, profundidad y extensión del sistema radical.
- Atributos que se refieren a la longevidad y estacionalidad, los cuales corresponden a duración de la planta, de las hojas y de los tallos asimiladores, duración y estacionalidad del crecimiento vegetativo y de la floración.
- Atributos que tienen relación con las características de la germinación, regeneración y reproducción, entre los cuales se caracterizan monocaracteres tales como floración pirogénica, regeneración vegetativa después del fuego, reproducción vegetativa, tipo de germinación y de trofismo.

Caracterizando las especies de una comunidad utilizando la serie de atributos descritos se obtiene para cada una de ellas el "pasaporte ecológico", información que se ha utilizado para caracterizar las comunidades vegetales por tipos ecomorfológicos y determinar la distribución de los tipos de monocaracteres presentes en una especie y/o en unidades vegetacionales. La importancia adaptativa de cada monocaracter se calcula en términos de la frecuencia de la especie portadora del carácter en una comunidad dada y en términos de la dominancia de la especie a través de su valor de cobertura relativa. Detalle de esta metodología, se describe en Orshan

y col. (1984a); Orshan y col. (1984b) y Montenegro y col. (1985).

La presencia de estos monocaracteres o la combinación de ellos expresarán la similitud o diversidad adaptativa en las especies que conforman distintas comunidades y en su armonía de conjunto estos monocaracteres permitirán definir formas de crecimiento que globalizan las adaptaciones que predominan en regiones o zonas con distintos factores limitantes, pudiendo ser posible delimitar estrategias de la vegetación para enfrentar y sobrevivir a las condiciones del medio.

El objeto de este trabajo es analizar la aplicabilidad de este sistema de monocaracteres definiendo formas de crecimiento que predominan en zonas bioclimáticamente distintas del área de clima mediterráneo de Chile y discutir las en relación con la naturaleza de sus adaptaciones al ambiente.

Los resultados serán analizados en dos etapas. La primera comprenderá el análisis de la distribución de monocaracteres aislados o en combinaciones.

La segunda tendrá relación con la determinación de modelos de formas de crecimiento construidos con base en los monocaracteres que aparecen con mayor frecuencia en una determinada zona bioclimática.

DISTRIBUCION DE MONOCARACTERES ADAPTATIVOS EN LA VEGETACION DE LA ZONA MEDITERRANEA DE CHILE

Las adaptaciones estructurales o funcionales de las plantas con base en variaciones estacionales de la disponibilidad hídrica, son dinámicas, siendo un parámetro importante el ajustar el tamaño y la resistencia de los órganos que realizan la función de transpiración. El carácter deciduo parece ser un claro mecanismo para reducir la superficie transpiratoria durante la estación desfavorable (Orshan, 1954).

La figura 2 muestra la distribución de los monocaracteres deciduo de verano, deciduo de invierno y siempreverde que representan la estacionalidad de los órganos asimiladores. En esta figura se muestra el porcentaje de especies que se caracterizan por uno u otro monocaracter, porcentajes calculados con base en la totalidad de especies muestreadas en cada zona bioclimática. La distribución de especies siempreverdes no es homogénea a lo largo del transecto latitudinal de la zona mediterránea de Chile, observándose diferencias altamente significativas ($P < 0.005$) entre los porcentajes de la zona árida y semiárida. El porcentaje de especies deciduas de verano es significativamente mayor en la zona árida ($P < 0.005$) con respecto a la zona semiárida no siendo significativamente distintos los

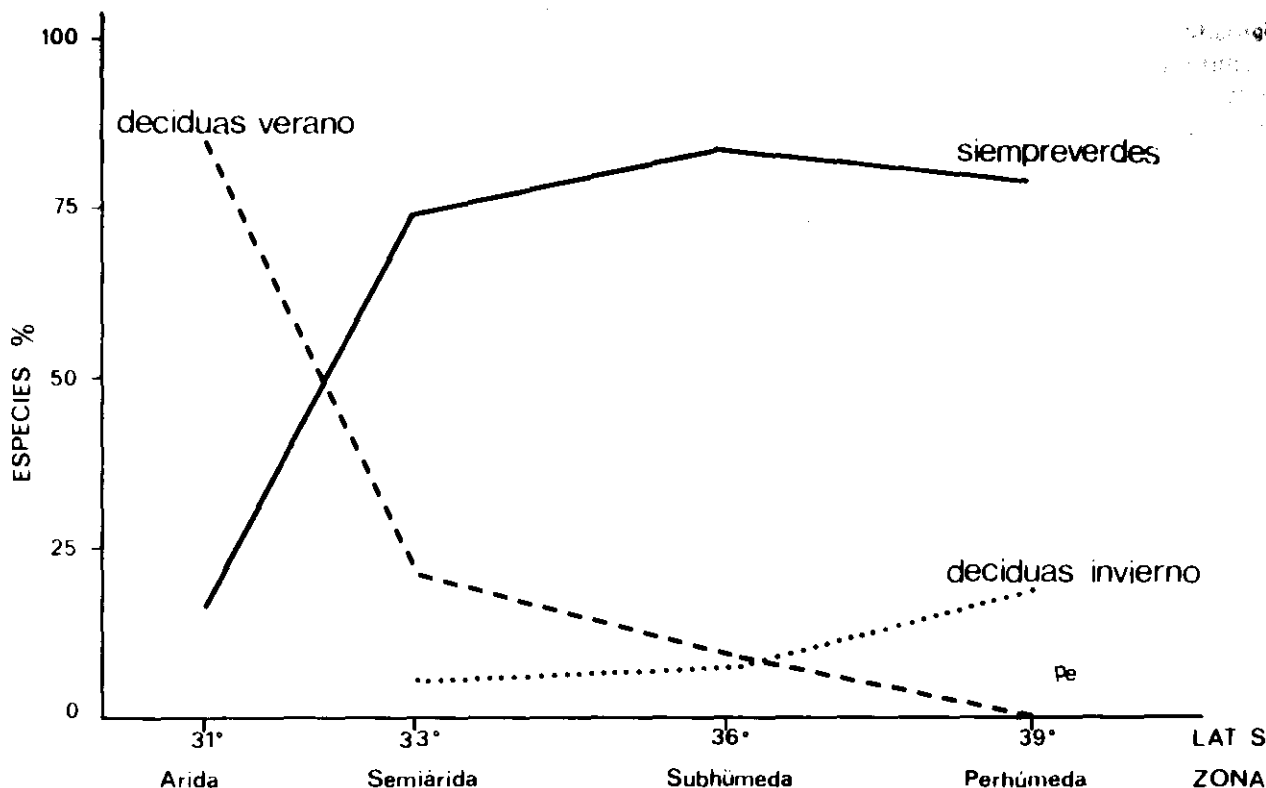


Fig. 2. Distribución de especies siempreverdes ———; deciduas de verano - - - - y deciduas de invierno en un transecto latitudinal de la zona mediterránea de Chile. Los valores expresan porcentajes calculados con base en la totalidad de especies muestreadas en cada zona bioclimática (Test estadístico G no paramétrico).

porcentajes entre la zona semiárida y subhúmeda. Los porcentajes de especies deciduas de invierno sólo son significativamente diferentes ($P < 0.05$) entre la zona semiárida y perhúmeda (Datos no publicados de las zonas húmedas fueron realizados en colaboración con los Dres. C. Ramírez, M. Alberdi, M. Romero y G. Avila).

El patrón geográfico de plantas siempreverdes y deciduas está relacionado directamente con los patrones de disponibilidad de agua y temperaturas a través de la influencia que estos factores tienen sobre el balance de carbono. Miller y Mooney (1976) sugieren que el tipo de estacionalidad que presentan las plantas se debe por un lado al largo del período de sequía y por otro lado al costo energético de mantener las hojas o bien de volver a formar todo el follaje en cada período de crecimiento. En este análisis las especies siempreverdes predominan en zonas donde el costo energético de mantener las hojas a través del período desfavorable es menor que el costo de construir las hojas después de la sequía (caso de las deciduas de verano) o después del período de bajas temperaturas (caso de deciduas de invierno).

La distribución de estos monocaracteres en un transecto altitudinal de la zona mediterránea semiárida (Fig. 3) muestra un patrón similar al descrito en el transecto latitudinal. Los valores representan

el porcentaje de cobertura de la vegetación que aparece fisonómicamente siempreverde o bien con sus ramas desnudas en el verano o en el invierno. Estos tres monocaracteres se han valorado utilizando la cobertura relativa de la especie portadora de uno y otro carácter. En este contexto la fisonomía de la vegetación es un matorral siempreverde desde la costa hasta alturas de 2.000 m.s.n.m. donde dominan especies siempreverdes como *Lithraea caustica*, *Quillaja saponaria*, *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*. En las zonas cercanas a la costa, la influencia del mar suaviza las temperaturas del invierno, las cuales son lo suficientemente altas para permitir el crecimiento y la fotosíntesis (Miller, 1981), favoreciéndose así las formas deciduas de verano. Estas deciduas de verano son reemplazadas en zonas montañas sobre los 1.600 m.s.n.m. por deciduas de invierno, zonas donde el período de sequía es más corto y donde las bajas temperaturas del invierno reducen la fotosíntesis y no permiten el crecimiento (Kummerow y col. 1981).

El desarrollo de características xeromórficas en los órganos de las plantas que crecen bajo condiciones áridas se atribuye fundamentalmente a factores como stress hídrico y alta intensidad lumínica (Oppenheimer, 1960) considerándose entre estas características el desarrollo de gruesas cutículas, presencia de tricomas y de gran cantidad de fibras esclerenquimáticas (Fahn, 1974; Daubenmire,

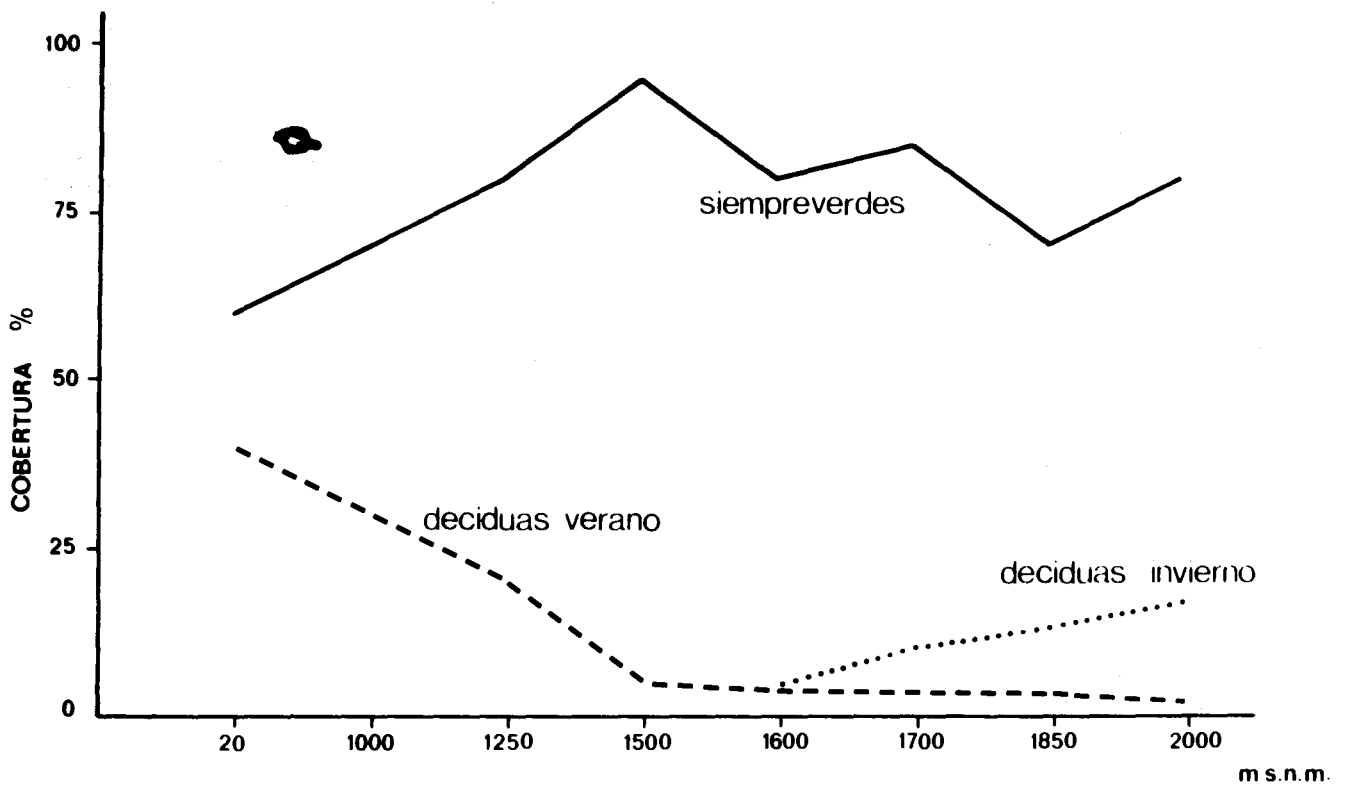


Fig. 3. Distribución de especies siempreverdes —; deciduas de verano - - - - y deciduas de invierno en un transecto altitudinal desde la Costa hasta 2.000 m.s.n.m. en la Cordillera de los Andes de la zona mediterránea semiárida. Los valores expresan porcentajes de cobertura de la vegetación calculados con base en los valores de cobertura relativa de las especies (Test G).

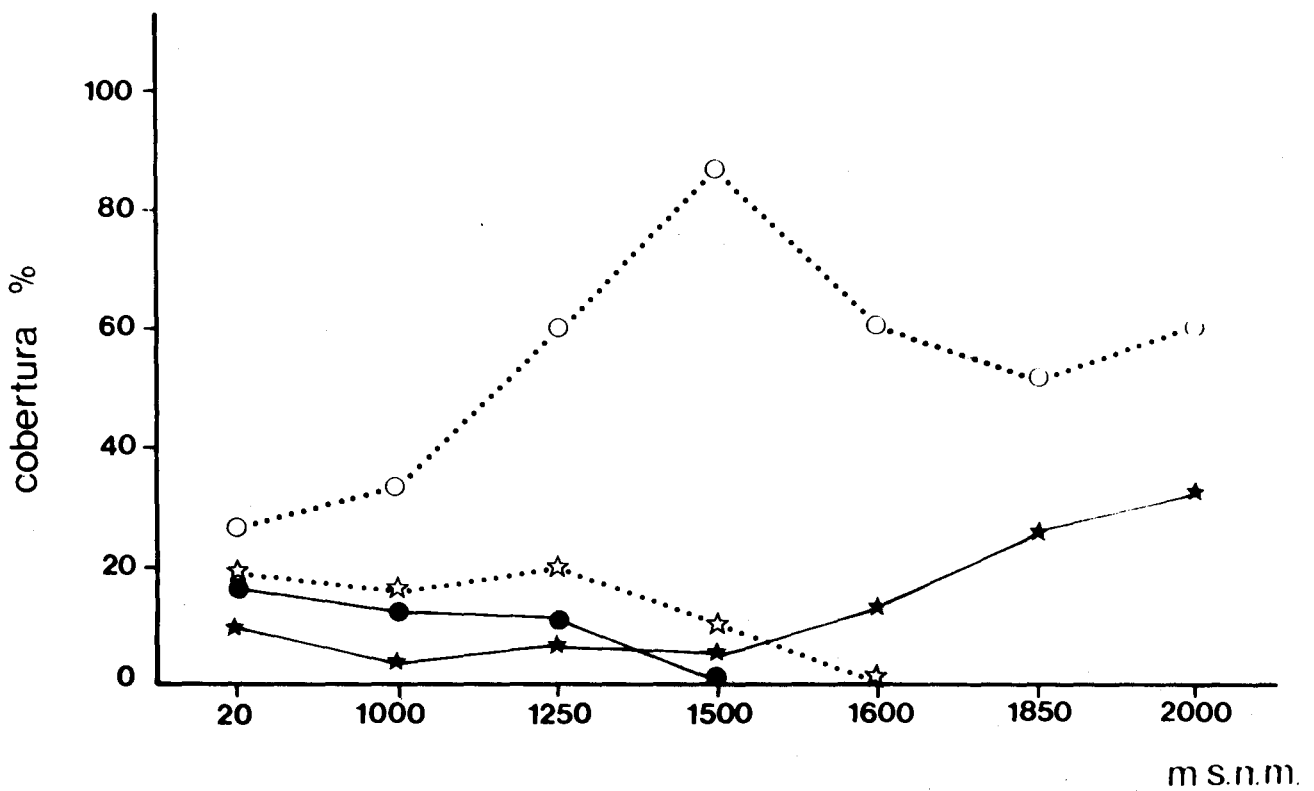


Fig. 4. Distribución de especies de hojas esclerófilas sin tricomas ○.....○, esclerófilas con tricomas ●.....●, malacófilas sin tricomas ☆.....☆ y malacófilas con tricomas ★.....★ a lo largo de un gradiente altitudinal de la zona mediterránea semiárida de Chile. Los valores expresan porcentaje de cobertura de la vegetación calculados con base en los valores de cobertura relativa de las especies (Test G).

1974). Estos parámetros contribuyen a dar resistencia a los órganos que realizan la función de transpiración. El grosor de la cutícula y las fibras esclerenquimáticas presentes en las hojas esclerófilas se considera ventajoso para prevenir el quiebre de la lámina foliar por marchitez durante la época de stress hídrico, contribuyendo la cutícula cerosa a reflejar en parte la radiación solar, disminuyendo así la absorción de calor, lo que en última instancia reduce la evaporación de agua desde las superficies foliares (Montenegro y col, 1981).

Combinando los caracteres consistencia foliar (esclerófila o malacófila) versus la presencia o no de tricomas (Fig. 4) se observa que las especies con las hojas esclerófilas sin tricomas constituyen los valores de cobertura más altos de la vegetación de matorral del gradiente altitudinal de la zona central. La esclerofilia asociada a tricomas sólo ocurre en especies de los matorrales costeros y de media altura de la Cordillera de la Costa. Las hojas malacófilas, de escaso contenido en fibras esclerenquimáticas, se observan asociadas a la presencia de tricomas desde los matorrales costeros. Aumentan luego significativamente en la vegetación montana de la Cordillera de los Andes. La malacofilia sin tricomas no parece ser un carácter adaptativo en zonas donde el factor limitante son las bajas temperaturas.

El porcentaje de especies que presentan tricomas es significativamente mayor ($P < 0,05$) en la zona árida del gradiente latitudinal (Fig. 5) donde un 75% del total de especies muestradas los poseen. En la zona semiárida sólo el 42% de las especies muestradas poseen tricomas, siendo las especies de hojas malacófilas las que dominan en términos de cobertura (Fig. 4) a lo largo del transecto altitudinal.

DETERMINACION DE MODELOS DE FORMAS DE CRECIMIENTO EN LAS ZONAS ARIDA Y SEMIARIDA DE CHILE

Las zonas bioclimáticas áridas y semiáridas difieren en la longitud del periodo de sequía (Fig. 1) correspondiendo 9 a 10 meses en la árida y 7 a 8 meses en la semiárida (Di Castri y Hajek, 1976) condiciones que se reflejan en las especies dominantes a través de la presencia de monocaracteres que sugieren adaptaciones a un mayor o menor grado de aridez. El sistema de los monocaracteres fue empleado como una herramienta para determinar cuáles son los monocaracteres que dan cuenta de las diferencias a nivel "Bio" entre estas dos zonas climáticamente distintas (Montenegro y col, 1985).

El pasaporte ecológico con base en los 36 monocaracteres adaptativos fue elaborado para las especies vegetales que conforman las comunidades de los sitios indicados en la tabla 1, seleccionándose para este estudio sitios sin intervención humana y representativos de la fisonomía de la vegetación de la zona. Por esta última razón en la zona semiárida se analizaron las especies a lo largo de un gradiente altitudinal desde la Costa hasta los 1.500 m.s.n.m. en la Cordillera de los Andes.

Para establecer una asociación entre monocaracteres y sitios en los cuales ellos aparecen con significativa frecuencia, se empleó el análisis factorial de correspondencias (Benzecri, 1973; Hill 1973).

La matriz se construyó con las localidades versus los monocaracteres estableciéndose asociaciones que son evidentes. De tal manera que si uno o un grupo de sitios vegetacionales, aparecen asociados a un grupo de monocaracteres será posible asumir que estos caracteres representan una estrategia común adaptativa a factores limitantes que predominan en esa o esas localidades.

Las letras mayúsculas entre paréntesis indican sitios o monocaracteres y los números entre paréntesis indican correlación de ellos al eje.

El primer eje que da cuenta del 55% de la varianza segrega en el lado negativo (Fig. 6) las localidades de la zona árida (QH: 0.97) y (JS: 0.70), y la localidad de la zona semiárida (OC: 0.70).



Fig. 5. Distribución de especies que presentan tricomas a lo largo del gradiente latitudinal de la zona mediterránea de Chile. Los valores expresan porcentajes calculados con base en la totalidad de especies muestradas en cada zona bioclimática (Test G). Tricomas filamentosos en la epidermis inferior de *Siphora micropitylla* $\times 450$.

T A B L A 1

Sitios de estudio		Zonas Bioclimáticas	Grados latitud sur	Altura m.s.n.m.	Número de especies
Quebrada Honda	(QH)	Arida	29° 38'	80	22
Juan Soldado	(JS)	Arida	29° 40'	150	22
Cachagua	(CA)	Semiárida	32° 25'	20	36
Quintero	(QC)	Semiárida	32° 47'	15	42
Quintero	(QS)	Semiárida	32° 47'	150	38
Palmar	(PM)	Semiárida	32° 55'	400	27
Palmar	(PH)	Semiárida	32° 55'	500	32
Til-Til	(TT)	Semiárida	33° 04'	1.000	41
Andes Mountain	(AM)	Semiárida	33° 20'	1.250	28
Andes Mountain	(AC)	Semiárida	33° 20'	1.500	17

constituyendo en conjunto el grupo de localidades A.

En el lado positivo del primer eje se segrega el resto de las localidades ubicadas en la zona semiárida (QS: 0.59); (CA: 0.69); (TT: 0.69); (PM: 0.71); (PH: 0.69); (AM: 0.86) y (AC: 0.86) constituyendo en su conjunto las localidades grupo B (Fig. 6).

El segundo eje que da cuenta del 15.2% de la varianza, asocia en dos grupos las localidades del lado positivo del eje uno, un grupo formado por sitios ubicados sobre los 1.000 m de altura (B₁) y el otro constituido por los sitios ubicados desde el nivel del mar hasta los 1.000 m (B₂).

La figura 7 representa el conjunto de monocaracteres asociados a los grupos de localidades descritos anteriormente, lo que permitió definir y construir modelos de formas de crecimiento que indican tendencias adaptativas representadas en las dos zonas bioclimáticas, modelos construidos con base en la frecuencia de monocaracteres (Fig. 8).

Asociados a las localidades del grupo A existiría un modelo de forma de crecimiento i) representado por una caméfita (CHM: 0.89) de hojas suculentas (SL: 0.97) o bien caméfita decidua de verano (SDL: 0.96) con tricomas (TR: 0.71). Este tipo de forma de crecimiento presentaría un sistema radical superficial (SRH: 0.72) que se extiende lateralmente hasta 2 metros (SR2: 0.71) o bien un

Fig. 6. Carta de localidades o unidades vegetacionales asociadas con base en los monocaracteres (ver texto para explicación de símbolos. La flecha representa tendencia del crecimiento vegetativo (Montenegro, Serey y Gómez 1985).

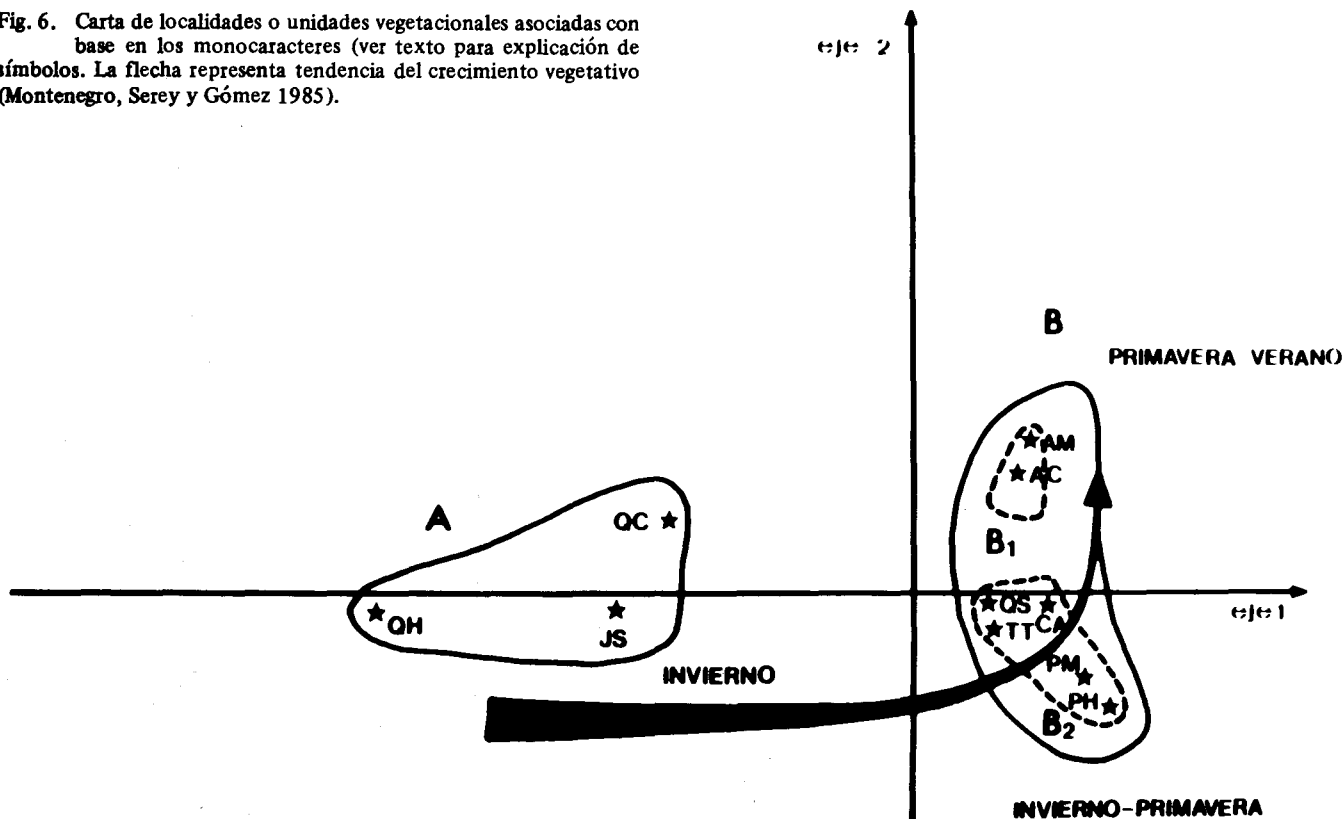
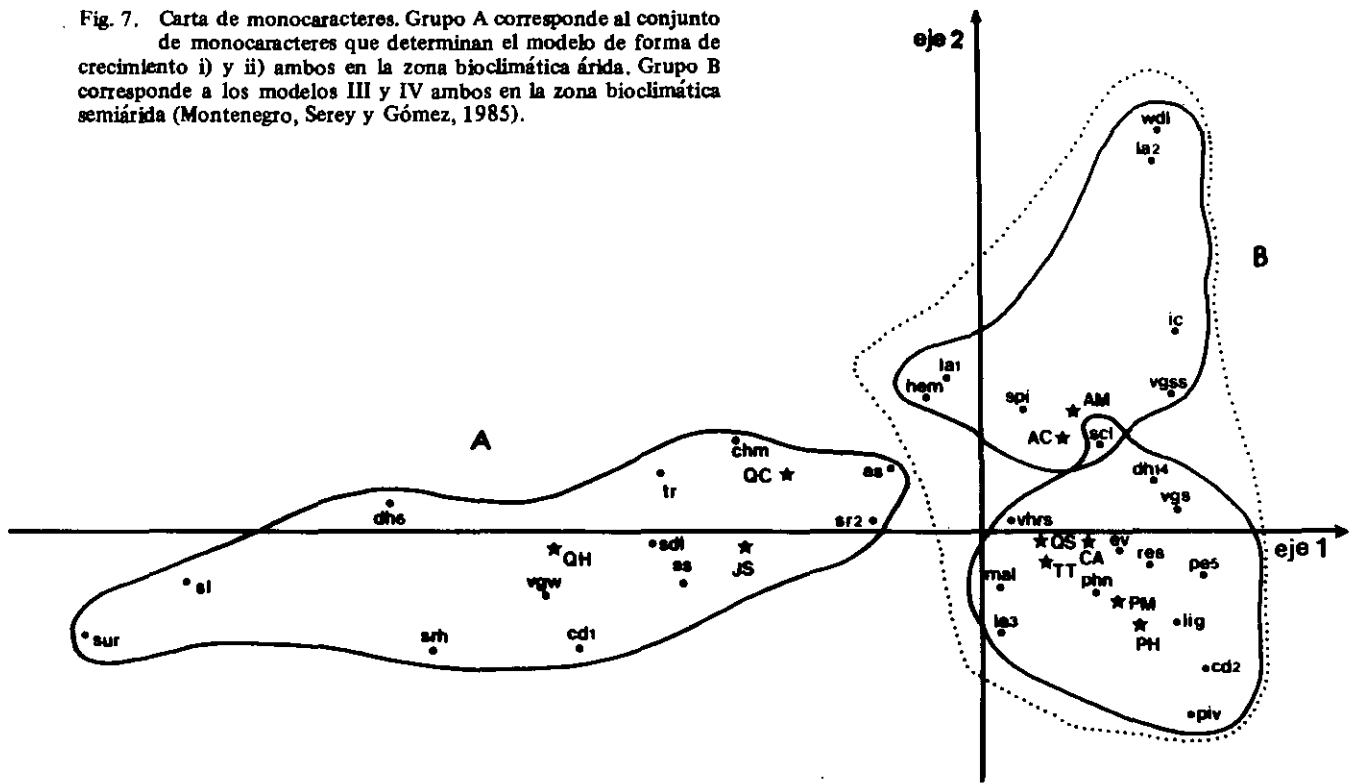


Fig. 7. Carta de monocaracteres. Grupo A corresponde al conjunto de monocaracteres que determinan el modelo de forma de crecimiento i) y ii) ambos en la zona bioclimática árida. Grupo B corresponde a los modelos III y IV ambos en la zona bioclimática semiárida (Montenegro, Serey y Gómez, 1985).



sistema radical superficial con raíces de consistencia sucuenta (SUR: 0.50). El otro modelo asociado a las localidades del grupo A ii) está representado por una planta de tallo sucuento (SS: 0.70) con diámetro de copa menor que 1 metro (CDI: 0.70) y un sistema radical superficial. Ambos tipos i) y ii) tendrían en común la presencia de tallos asimiladores (AS: 0.84) y un período de crecimiento

vegetativo en invierno (VGM: 0.98), ambos monocaracteres altamente correlacionados al lado negativo del primer eje. En el lado positivo del eje 1, las localidades del grupo B presentarían con mayor frecuencia el modelo iii) representado por una fanerófita (PHN: 0.79) siempreverde (EV: 0.95) con hojas cuya duración es de 14 meses (DH 14: 0.89), fanerófitas con presencia de lignotuber

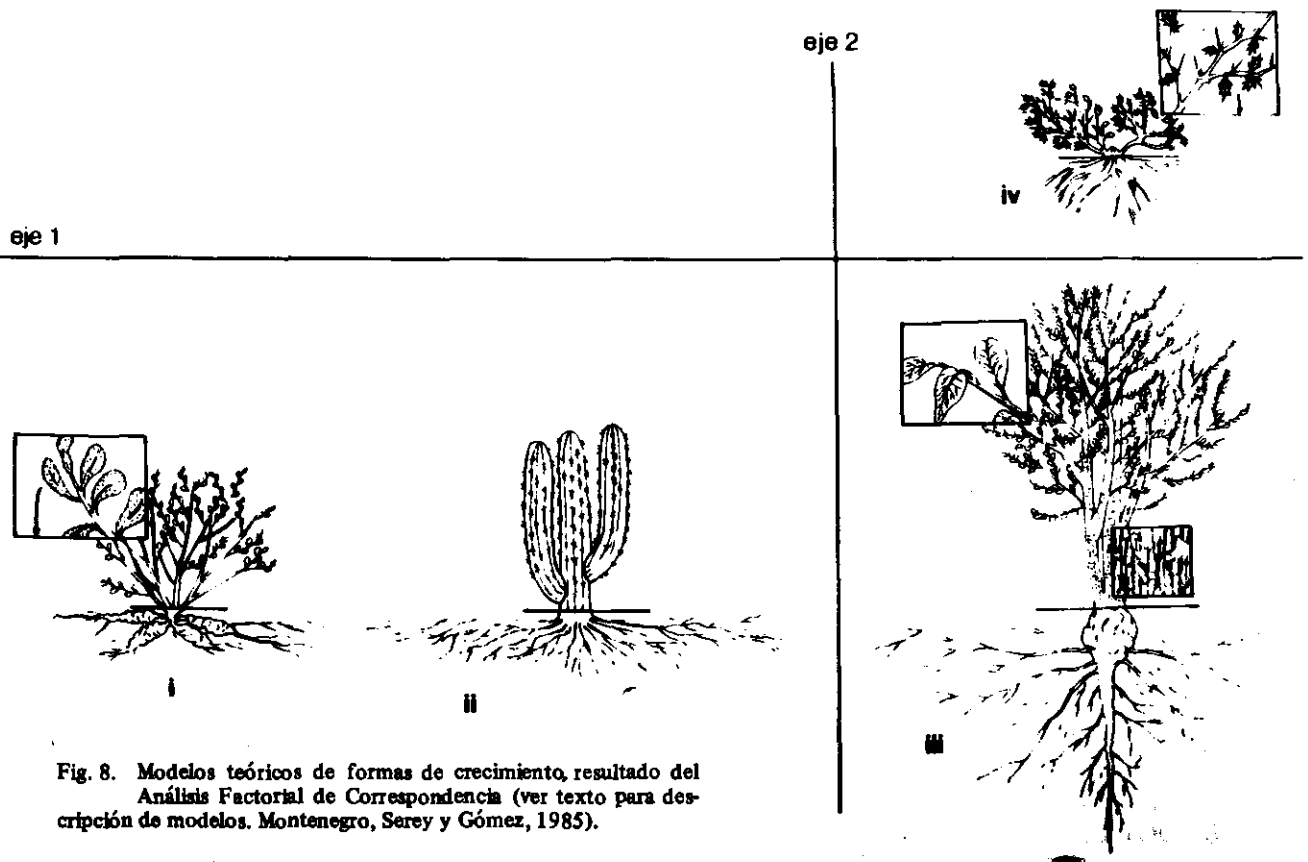


Fig. 8. Modelos teóricos de formas de crecimiento, resultado del Análisis Factorial de Correspondencia (ver texto para descripción de modelos. Montenegro, Serey y Gómez, 1985).

(LIG: 0.83) y un sistema radical dual (VHRS: 0.70) o bien pivotante (PIV: 0.71). En función del eje 1 no se diferencian otros caracteres. El segundo eje representa una variación de los monocaracteres encontrados entre las localidades del grupo B, describiéndose para el grupo de localidades B₁ un modelo de forma de crecimiento iv) representando por una hemicriptófita (HEM: 0.85) leptófila (AF1: 0.88) o nanófila (AF2: 0.66) con hojas de consistencia esclerófila (SCL: 0.75) y espinosas (SPI: 0.84). Estas hemicriptófitas están asociadas a la presencia de corcho interxilar (IC: 0.71).

El primer eje representa un gradiente de adaptación a un déficit hídrico temporal, representando el eje dos, un gradiente de temperaturas.

Especies suculentas, las cuales en término de estacionalidad corresponden a siempreverdes y especies deciduas de verano son las dos estrategias adaptativas que aparecen con mayor frecuencia en las especies analizadas de la zona árida. La estructura de las suculentas presenta una alta resistencia a la pérdida de agua debido a la presencia de cutículas gruesas en sus tallos a menudo columnares y, a la reducción de ramas laterales transformadas en braquiblastos de fascículos de pelos o areolas. En *Trichocereus chilensis*, especie suculenta dominante, la existencia de estomas hundidos con largas cavidades subestomáticas contribuyen a alargar el camino de difusión del vapor de agua desde las células del parénquima asimilador, disminuyendo así el gradiente de difusión y la tasa de transpiración (Montenegro, 1984). El carácter suculento se asocia a menudo con la presencia de grandes células de mucílago en el parénquima (Mauseth y col. 1984) permitiendo a la planta almacenar agua durante la corta estación lluviosa. En contraste, las deciduas de verano muestran un mecanismo para evadir la sequía, dejando caer sus hojas al comienzo del verano. Estas dos formas de crecimiento, suculentas y deciduas de verano, aparecen asociadas a la presencia de tallos asimiladores, carácter que compensaría la baja tasa anual de asimilación de carbono (Oechel y col. 1981). Las formas de crecimiento descritas son reemplazadas en la zona semiárida por las fanerófitas siempreverdes las cuales dominarían hasta las comunidades de 1.000 m.s.n.m., presentándose asociadas a monocaracteres (alta correlación al eje) como la presencia de un sistema radical dual y la presencia de lignotubers. Los lignotubers, estructuras morfológicas subterráneas y fuente de yemas en dormancia, permiten la regeneración de la especie después que la copa ha sido destruida por fuego o herbívoros (Montenegro y col. 1983). Esta estrategia regenerativa de las plantas terrestres es particularmente importante en regiones mediterráneas donde debido a la sequía del verano los incendios son frecuentes. Sin embargo el desarrollo de nuevos brotes a partir de estos lignotubers permite recuperar la cubierta vegetal pero no implica la

reproducción vegetativa de la planta, lo que ha fomentado políticas de reforestación en estas zonas áridas. La forma de crecimiento dominante en zonas montanas sobre los 1.000 m aparece adaptada al mecanismo de reproducción vegetativa, el cual se lleva a cabo desarrollándose en raíces y tallos suber interxilar entre dos anillos de crecimiento. La suberificación produce una ruptura longitudinal de toda la planta (Montenegro y col. 1979). La alta frecuencia del monocarácter presencia de suber interxilar en especies de los matorrales montanos sería una eficiente adaptación en zonas donde las bajas temperaturas y la nieve en invierno hacen difícil la sobrevivencia de plántulas. La resistencia de las hojas a estos factores estaría dada por el carácter esclerófilo, el cual también puede ser resultado de suelos deficientes en fósforo (Loveless, 1962).

Los modelos de formas de crecimiento descritos no corresponden a una determinada especie, sino que ellos representan grupos de monocaracteres que son más frecuentes en una zona o localidad determinada, obteniéndose la frecuencia del análisis de los monocaracteres asociados a las especies que conforman las comunidades allí existentes, de tal manera que algunas especies presentarían un gran número de monocaracteres descritos en el modelo teórico, mientras que otras especies presentarían sólo unos pocos. El diagnóstico de las especies que presentan mayor similitud con el modelo teórico, permite contribuir con recomendaciones para lograr un mejor manejo y planificación de los recursos vegetales. Más aún el definir estos modelos de formas de crecimiento permite diagnosticar el potencial de uso y la capacidad de regeneración de la vegetación ante diversas actividades del hombre comunes a estas zonas áridas, como son la crianza de ganado caprino y la utilización de la vegetación con fines de obtener combustible en forma de leña y carbón.

Nuestro sentir es que tanto en programas de desarrollo como de conservación se debe considerar al hombre como parte integral de estos ecosistemas, ya que este es uno de los agentes más importantes en producir cambios vegetacionales y modificar el ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por Proyectos UNESCO-MAB6 118-83; UNESCO MAB-6 155-84 y DIUC 79/85 a G. Montenegro. El autor agradece al Dr. Gideon Orshan de la Universidad Hebrea de Jerusalem por sus permanentes sugerencias, interés y estímulo, otorgado a lo largo del desarrollo de esta investigación y al alumno Sr. Miguel Gómez por su constante colaboración y dedicación a este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BENSECRI J. P. 1973. L'analyse des données II. L'analyse des correspondances. Dun Paris 615 pp.
- DI CASTRI F. 1968. Esquisse ecologique du Chile. *In*: C. Delamare Deboutteville and E. Rapaport (eds.). Biologie de l'Amérique Australe. 4. Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.), Paris pp. 7-52.
- DI CASTRI y E.R. HAJEK 1976. Bioclimatología de Chile. Universidad de Chile, Santiago, Chile 107 pp.
- DI CASTRI F. 1981. Mediterranean-type shrublands of the world. *In*: F. Di Castri, D. W. Goodall and R. L. Specht (eds.) Mediterranean type shrublands. Elsevier Scientific Publ. N. York 1-52.
- DU RIETZ. 1931. Life-forms of terrestrial flowering plants. *Acta Phytogeographica* 34: 3-10.
- FUENZALIDA H. 1950. Clima. *En*: Geografía Económica de Chile. Corfo I. Editorial Universitaria, Santiago 188-257 pp.
- FAHN A. 1982. Plant Anatomy (3rd. ed.) Pergamon Press Inc. N. Y.
- HILL M. O. 1973. Reciprocal averaging: an eigen Vector method for ordination. *J. Ecol.* 61: 237-245.
- KUMMEROW J., G. MONTENEGRO and D. KRAUSE 1981. Biomass, phenology and growth. *In*: P. C. Miller (ed.) Resource use by chaparral and matorral. Springer-Verlag. N. Y. 69-96.
- LOVELESS A. 1962. Further evidence to support a nutritional interpretation of sclerophylly. *Ann. Bot.* 26: 551-561.
- MAUSETH J. D., G. MONTENEGRO and A. WALKOWIAK 1984. Studies of the holoparasite *Tristerix aphyllus* (Loranthaceae) infecting *Trichocereus chilensis* (Cactaceae) *Can. J. Bot.* 62: 847-857.
- MEDINA E. 1983. Adaptations of tropical trees to moisture stress. *In*: Golley F. B. (ed.) Tropical rainforest ecosystems. Structure and function. Elsevier Publ. Co. Amsterdam 225-237.
- MILLER P. C. and H. A. MOONEY 1976. The origin and structure of American arid-zone ecosystems. The producers; interactions between environment form and function. *In*: De Witt C. T. and Arnold G. W. (eds.) Critical evaluation of system analysis in ecosystems research and management. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentations 38-56 pp.
- MILLER P. C. (ed.) 1981. Resource use by chaparral and matorral. A comparison of vegetation function in two mediterranean-type ecosystems. *Ecological studies* 39. Springer-Verlag. N. Y. 455 pp.
- MONTENEGRO G., O. RIVERA and F. BAS 1978. Herbaceous vegetation in the Chilean matorral: Dynamics of growth and evaluation of allelopathic effects of some dominant shrubs. *Oecología* 36 (2): 237-244.
- MONTENEGRO G, M. E. ALJARO and J. KUMMEROW 1979a. Growth dynamics of Chilean matorral shrubs. *Bot. Gazette* 140 (1): 114-119.
- MONTENEGRO G, A. J., HOFFMAN, M. E. ALJARO and A. E. HOFFMAN 1979b. *Satureja gilliestii*, a poikilohydric shrub from the Chilean mediterranean vegetation. *Can. J. Bot.* 57: 1206-1213.
- MONTENEGRO G, M. E. ALJARO, A. WALKOWIAK and R. SAENGER, 1981. Seasonality, growth and net productivity of herbs and shrubs of the Chilean matorral. *In*: C. E. Conrad and W. C. Oechel. Dynamics and management of mediterranean type ecosystems USA Dept. Agriculture and Forest Service. Gen. Tech. Report PSW 58.
- MONTENEGRO G., B. SEGURA, R. SAENGER y A. M. MUJICA 1981. Xeromorfismo en especies arbustivas del matorral chileno. *Anales Museo Historia Natural* 14: 71-81.
- MONTENEGRO G., G. AVILA and P. SCHATTE. 1983. Presence and development of lignotubers in shrubs of the Chilean matorral. *Can. J. Bot.* 61: 1804-1808.
- MONTENEGRO G. 1984. Atlas de Anatomía de Especies Vegetales Autóctonas de la zona central de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 154 pp.
- MONTENEGRO G., I. SEREY and M. GOMEZ, 1985. Model type of growth forms of arid and semiarid bioclimatic zones in Chile through the monocharacter approach. *Medio Ambiente* 7 (2): 21:30.
- MOONEY H. A. and P. C. MILLER, 1985. Chaparral *In*: Chabot B. F. and Mooney H. A. (eds.) Physiological ecology of North American plant communities University Press. Cambridge G. B. 213-231.
- OECHEL W. C., W. LAWRENCE, J. MUSTAFA and J. MARTINEZ 1981. Energy and carbon acquisitions *In*: Miller P. C. (ed.) Resource use by chaparral and matorral. Springer Verlag N. Y. 152-182.
- OPPENHEIMER H. R. 1960. Adaptation to drought: xerophytism. *En*: Plant water relationships in arid and semiarid conditions. *Arid zone Res. UNESCO-París*, 15: 105-138.
- ORSHAN G. 1954. Surface reduction and its significance as a hydroecological factor. *J. Ecol.* 42: 442-444.
- ORSHAN, G. 1980. Approach to the definition of mediterranean growth forms. *Procc. International Symposium on Mediterranean Ecosystems. Stellenbosh, South Africa.*
- ORSHAN G. 1982. Monocharacter growth form types as a tool in mediterranean-type ecosystems. A proposal for an interregional program. *In*: *Definitions et localisation des ecosistemas mediterraneens terrestres (Colloque St. Maximin, France)*, *Ecología Mediterránea, Marseille* 8: 159-171.
- ORSHAN G, G. MONTENEGRO, G. AVILA, M. E. ALJARO, A. WALKOWIAK and A. M. MUJICA 1984a. Plant growth forms of Chilean matorral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2,000 m.a.s.l. *Bull. Soc. Bot. Fr. Actual Bot.* 131: 411-427.
- ORSHAN G., A. LE ROUX and G. MONTENEGRO 1984b. Distribution of monocharacter growth form types in mediterranean plant communities in Chile, South Africa and Israel.
- RAUNKIAER C. 1934. The life forms of plants and terrestrial plant geography. Clarendon Press. Oxford 632 pp.
- RUNDEL P. W. 1979. Adaptations of mediterranean-climate oaks to environmental stress. *Procc. Symposium Ecology, management and utilization of California oaks. Gen. Tech. Report PSW-44 USAA.*