

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS SOBRE BIOLOGIA TERRESTRE MEDITERRANEA

Número 4



Octubre, 1980

SUMARIO

	Página
J. TERRADAS El Estudio de los ecosistemas terrestres: Problemas y perspectivas	3
J. TERRADAS, LI. FERRER, L. LOPEZ SORIA, F. RODA y A.M.C. VERDU Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: I. Planteamiento del estudio y descripción del área experimental	11
LI. FERRER, F. RODA, A.M.C. VERDU y J. TERRADAS Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: II. Biomasa arbórea	23
F. RODA, LI. FERRER, A.M.C. VERDU y J. TERRADAS Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: III. Contenido de sodio, potasio, calcio y magnesio en las aguas de lluvia	37
A.M.C. VERDU, LI. FERRER, F. RODA y J. TERRADAS Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: IV. Producción de hojarasca	51
J. MARTIN y A. ESCARRE Datos de fenología, reducción de hoja y variaciones estacionales de la composición foliar, en cuatro especies del matorral costero del mediterráneo meridional ibérico.	69
J. BELLOT y A. ESCARRE Demografía de dos jaras mediterráneas (<i>cistus albidus</i> L. Y <i>Cistus clusii</i> Dunal) en el <i>Rosmarino-Erision</i> de la Sierra de Crevillente (Provincia de Alicante)	89
L. LOPEZ SORIA Aspectos de la biología de poblaciones de <i>inula viscosa</i> en un campo abandonado	115
E. SEVA y A. ESCARRE Distribución espacial y temporal de <i>Acanthodactylus erythurus</i> (Sauria: lacertidae) en un arenal costero alicantino	113

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA - FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS SOBRE BIOLOGIA TERRESTRE MEDITERRANEA

Número 4



Octubre, 1980

SUMARIO

	Página
J. TERRADAS	
El Estudio de los ecosistemas terrestres: Problemas y perspectivas	3
J. TERRADAS, LI. FERRER, L. LOPEZ SORIA, F. RODA y A.M.C. VERDU	
Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: I. Planteamiento del estudio y descripción del área experimental	11
LI. FERRER, F. RODA, A.M.C. VERDU y J. TERRADAS	
Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: II. Biomasa arbórea	23
F. RODA, LI. FERRER, A.M.C. VERDU y J. TERRADAS	
Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: III. Contenido de sodio, potasio, calcio y magnesio en las aguas de lluvia	37
A.M.C. VERDU, LI. FERREK, F. RODA y J. TERRADAS	
Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny: IV. Producción de hojarasca	51
J. MARTIN y A. ESCARRE	
Datos de fenología, reducción de hoja y variaciones estacionales de la composición foliar, en cuatro especies del matorral costero del mediterráneo meridional ibérico.	69
J. BELLOT y A. ESCARRE	
Demografía de dos jaras mediterráneas (<i>cistus albidus</i> L. Y <i>Cistus clusii</i> Dunal) en el <i>Rosmarino-Erision</i> de la Sierra de Crevillente (Provincia de Alicante)	89
L. LOPEZ SORIA	
Aspectos de la biología de poblaciones de <i>inula viscosa</i> en un campo abandonado	115
E. SEVA y A. ESCARRE	
Distribución espacial y temporal de <i>Acanthodactylus erythurus</i> (Sauria: lacertidae) en un arenal costero alicantino	113

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA - FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

I.S.S.N.: 0210 - 5004

Título Clave: Mediterránea (Alicante)

Edita: Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias de Alicante.

Depósito Legal: V-1242 - 1981

Impresor: Servicio de Imprenta Universitario

EL ESTUDIO DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES : PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS ¹

Por JAUME TERRADAS ²

Evidentemente, son muchos los conocimientos ecológicos que naturalistas de las más diversas formaciones han ido acumulando en sus respectivos estudios, pero hasta ahora el estudio de la ecología no meramente descriptiva se ha decantado mucho más del lado de los ecosistemas acuáticos que hacia los terrestres .

El campo de la ecología terrestre anda rezagado en relación con otros campos vecinos, no sólo entre nosotros sino en general . Ello puede ser debido a que, como ha expuesto Ramón Margalef en un trabajo reciente - (The organization of space, Oikos, 33:2, 1979) es más difícil concebir el ecosistema forestal como un proceso - porque es demasiado estático y demasiado complejo, y el peso de la historia es en él mucho mayor que en otros ecosistemas, en particular el planctónico .

Es fácil también observar algunas dificultades que reflejan estas diferencias esenciales . Así, un concepto de tan gran interés unificador como es el de diversidad ha encontrado no pocos inconvenientes en su uso - práctico debido a que en los ecosistemas terrestres más maduros la organización se expresa más en una riqueza y complejidad estructurales que en la variedad específica a nivel de taxocenosis y, si bien la diversidad específica también aumenta hacia los bosques más maduros en el conjunto de la biosfera, hasta alcanzar un máximo en los bosques tropicales, en cada sucesión local parece que lo

-
1. Ponencia de introducción a la sesión sobre Ecología Terrestre desarrollada en la Societat Catalana de Biología el 13 de Diciembre de 1979 .
 2. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .

más manifiesto es el crecimiento del volumen del espacio controlado por la biocenosis y la complejidad de las estructuras que aseguran los transportes en el interior de este volumen .

Por otro lado, la caracterización de dos estrategias, r y K, que definen propiedades básicas de las especies a la hora de ocupar unos ecosistemas u otros según la importancia de las fluctuaciones ambientales que se producen en ellos ha parecido insuficiente sobre todo a los estudiosos de la ecología vegetal, que se han esforzado en matizar la posible existencia de una tercera estrategia de resistencia (Grime, 1977) a menudo muy importante en medios que fluctúan fuertemente pero de modo relativamente predecible .

La demografía vegetal manifiesta también un retraso considerable, hasta el punto que no hace más de un par de años que ha aparecido un primer compendio de la materia, tradicional en cambio en los estudios de poblaciones animales . Dada la abrumadora preponderancia de los vegetales en la organización de los ecosistemas terrestres se comprende que sea éste un vacío importante. Los análisis dendrocronológicos, fundamentales para poder establecer las composiciones de edades de las poblaciones arbóreas, se complican en especies mediterráneas como la encina, activas todo el año .

En ecología terrestre, por razones obvias, los aspectos descriptivos se han impuesto a los dinámicos y funcionales y, muy particularmente en el área mediterránea, donde las limitaciones en las disponibilidades de agua son a menudo lo bastante fuertes para hacer que los factores edáficos y litológicos adquieran un peso comparable al de los climáticos, y donde milenios de civilización han dejado un profundo rastro y han contribuido a la muy fuerte heterogeneidad que hoy observamos . Esta heterogeneidad obliga a un esfuerzo de inventario y descripción considerable y, al tiempo, disminuye las posibilidades de extrapolación de datos tomados intensivamente en un punto localizado .

Esto que acabamos de exponer no son más que algunos ejemplos de los problemas que han encontrado los ecológicos terrestres para adoptar con pleno éxito el desa

rollo conceptual reciente que, sobre todo, ha venido - produciéndose a partir del estudio de los ecosistemas a cuáticos . El hecho es que existe el retraso que hemos mencionado, lo cual no significa que no se trabaje in tensamente .

Al preparar esta sesión, hemos podido comprobar que también entre nosotros empezaba a haber suficiente actividad en este campo como para que fuese necesario se leccionar los temas que podrían ser abordados en el bre ve tiempo de que disponíamos. Optamos entonces por cen trarnos en la investigación básica y, hecha esta opción, por limitarnos a las aportaciones de un par de equipos, concretamente el del Departamento de Biología y Geología de la Facultad de Ciencias de Alicante y el nuestro de Ecología de la Universidad Autónoma de Barcelona. Somos conscientes sin embargo de que quedan muchos temas por tratar y que otras personas podrían igualmente haber in tervenido .

En los últimos veinte años se ha hecho un nota ble esfuerzo en todo el mundo en la cuantificación de - los flujos energéticos y los intercambios materiales que se producen en muy diversos tipos de ecosistemas ter res tres, en particular en los bosques . Una buena parte de estos trabajos se han basado en el estudio bastante in tensivo de parcelas experimentales . Recordemos los ejem plos clásicos de los equipos de H.T.Odum o R.H.Whittaker en U.S.A., de Duvigneaud o Ellenberg en Europa central y, en nuestro mediterráneo, de Eckardt o Susmel entre otros. A menudo estos estudios utilizan un instrumental bas tante sofisticado y, naturalmente, costosísimo con el - fin de medir simultáneamente cantidad de variables rela tivas a los factores ambientales y a las respuestas eco fisiológicas, sobre todo de los árboles dominantes . Es tos tipos de planteamientos parecían quedar hasta ahora fuera de nuestras posibilidades materiales .

El esfuerzo que hemos descrito ha conducido na turalmente a un mejor conocimiento de los mecanismos que rigen el funcionamiento de los ecosistemas terrestres . No obstante, hay que admitir que los resultados obtenidos en parcelas experimentales más o menos representati vas de unos determinados tipos de bosque especialmente relevantes en el paisaje no son siempre fác iles de extra

polar a zonas más extensas. De alguna forma, casi siem
pre, cuando se estudia una parcela intensivamente, la a
tención se centra en los fenómenos relativos al transpor
te vertical y, si bien es cierto que este tiende a ganar
importancia al avanzar la sucesión, no lo es menos que,
en general, los flujos laterales persisten y tienen un
valor decisivo en su íntima asociación con el relieve .
Este nos aparece, en efecto, como un sistema de canali-
zación de subsidios energéticos en forma de agua y nu-
trientes que condiciona muy fuertemente el desarrollo de
las diferentes biocenosis dispuestas en catenas .

Así, muy a menudo, los sistemas con que nos en-
frentamos y que hemos de conocer para explotarlos, cam-
biarlos o conservarlos, tienen poco que ver con el esque-
ma ideal a menudo utilizado en los estudios de parcelas
experimentales que suponemos típicas . Por el contrario,
casi siempre la divisibilidad funcional del mosaico de
comunidades que constituye un paisaje está limitada por
el acoplamiento a que nos hemos referido entre el func-
cionamiento de estas comunidades y el relieve, acopla-
miento que determina la existencia de relaciones jerar-
quizadas entre las diferentes comunidades : los flujos
que cruzan las fronteras entre dos comunidades sucesivas
en una catena son siempre asimétricos, aunque sólo sea
debido a la gravedad .

La importancia de estas relaciones ha sido reco-
nocida entre nosotros de un lado indirectamente desde la
óptica de la descripción de comunidades, con el desarro-
llo de la fitotopografía (O.de Bolds, 1963) y la crecien-
te insistencia en usar perfiles en catena para la des-
cripción del paisaje . Por otro lado, en un enfoque más
funcionalista, P.Montserrat ha insistido a menudo en el
papel de los flujos laterales para la comprensión de la
organización de los ecosistemas terrestres, recogiendo
las ideas generales expresadas reiteradamente por Marga-
lef . Los trabajos realizados en la dehesa salmantina en
la línea iniciada por Montserrat (Gómez Gutierrez, com.
verbal) han puesto de manifiesto la necesidad de utili-
zar una unidad que, en este caso, denominan "vaguada", y
que comprende una catena de comunidades que se repiten
en un mosaico ligado al relieve . Pude constatar una ne-
cesidad similar en mis propios estudios de los "vales"
yesosos de los Monegros . En definitiva, en no pocos ca

Los límites que hay que establecer en el ecosistema para una aproximación funcional suficientemente completa habrán de seguir más criterios hidrográficos y geomorfológicos y no utilizar meramente una base de composición específica .

Hace ya veinte años, Bormann y Likens, al proponerse establecer un balance global de entradas y salidas en un ecosistema forestal, llegaron a la conclusión de que era mejor para alcanzar sus objetivos estudiar pequeñas cuencas de vegetación homogénea sobre sustratos impermeables . En ellas, prácticamente todas las entradas eran debidas a precipitación o meteorización de la roca y las salidas podían controlarse por medio de una pequeña presa y una estación de aforamiento en el torrente de avenamiento de la cuenca . Se pasaba así a un tipo de planteamiento que ofrecía no pocas posibilidades, como ha demostrado el estudio casi exhaustivo del bosque de Hubbard Brook realizado por estos autores .

Los dos equipos que intervienen en esta sesión, así como el del Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona, están tratando de combinar estas aproximaciones dentro de las posibilidades humanas y materiales de que disponen : por una parte, el estudio intensivo de una serie de procesos relacionados con el desarrollo estructural y los transportes verticales dentro del bosque (demografía, biomasa, producción, retorno de nutrientes al suelo, distribución de los nutrientes en la biomasa, ciclo del agua, etc.) y por otra una atención al flujo lateral dentro de la cuenca y al control de entradas y salidas globales en un sistema cuenca . Así, se nos han ido planteando cuestiones demográficas, ecofisiológicas o relativas al funcionamiento integrado del ecosistema . Los trabajos que siguen, constituyen unos primeros resultados, tal vez todavía poco congruentes, pero enmarcados en un programa más ambicioso que esperamos irá adquiriendo consistencia en un futuro inmediato .

SUMMARY

Theoretical development in terrestrial ecology found major difficulties in following the advances of aquatic ecology, particularly as a result of the relative terrestrial ecosystems staticism and complexity and heavier history weigh on them. Some concepts can not easily be applied, i.e. diversity has in them a better expression as structure richness and complexity than as specific variety; in any local succession, growth of bioecose-controlled volume and the transportways complexity are more relevant than the specific diversity increase but we do not have simple parameters quantifying these ideas. The r and K strategies constitute a not entirely satisfactory simplification, because a third one, stress resistance, seems almost so important. Plant demography development is far from that of animal demography, and this is a significant point as a result of plant dominancy in terrestrial ecology. So, descriptive aspects are overwhelming on dynamic and functional approaches, specially in the mediterranean area, where edaphic and lithologic factors are sometimes so relevant as climate and where the heterogeneity is also increased - greatly by history.

Heterogeneity make necessary a lot of inventory and description work and reduces data extrapolation possibilities.

A lot of work has been made during the last 20 years in an intensive experimental plot approach in forest ecology, using highly sophisticated material for energy flows and nutrient cycling studies. Attention is born to vertical transport phenomena, but lateral flows are very important also in nature ecosystems as they are coupled with relief as an energetic subsidies way system. The functional divisibility of communities mosaic depends on this fact, and it makes obvious difficulties in driving experimental plot studies results to generalization.

The relevancy of lateral flows has been enhanced in Spain by geobotanists as O.de Bolos or S. Rivas Martínez and plant ecologists as P.Montserrat, and the

need for watershed ecosystems concept has clearly appeared . The most exhaustive study in a watershed optics is the Hubbard Brook ecosystems study, leadershiped by Bormann and Likens . We are now trying a mixed approach - covering structural development process and vertical transport (demography, biomass, production, nutrients - and water cycling, etc.) and, at the same time, the study of some lateral flows in the watershed and global inputs and outputs .

BIBLIOGRAFIA

- BOLOS, O.de 1963 . Botánica y Geografía . *Mem.R.Acad.Cien.Art.Barcelona*, Vol.XXXIV, nº14 .
- BORMANN, F.H.y LIKENS, G.E. 1979 . *Pattern and process in a forested ecosystem* . Springer-Verlag . New York .
- GRIME, J.P. 1977 . Evidence for the existence of three primary - strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory . *Amer.Natur.* 111:1169-1194 .
- LIKENS, G.E., BORMANN, F.H., PIERCE, R.S., EATON, J.S. y JOHNSON, N.M. 1977 . *Biogeochemistry of a forested ecosystem* . Springer Verlag, 146 pp. New York .
- MARGALEF, R. 1974 . *Ecología* . Ed.Omega . Barcelona .
- MARGALEF, R. 1979 . The organisation of space . *Oikos* . Vol.33, - nº2:152-159 .
- MONTSERRAT, P. 1974 . Estructura y estabilidad de los ecosistemas. Relaciones con la utilización de recursos . Seminario sobre estructura y estabilidad del ecosistema . Sevilla, Noviembre 1974.
- MONTSERRAT, P. 1979 . El sistema ganadero y las limitaciones energéticas . XIX Reunión de la S.E.E.P. Zaragoza, Mayo 1979 .
- PEREIRA, H.C. 1973 . *Lans use and water resources* . Cambridge Univ. Press . Londres .
- RIVAS MARTINEZ, S. 1976 . Sinfitosociología, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal . *Anal.Inst.Bot.A.J.Cavanilles*. Vol. XXXIII: 179-188 .
- VILLAR, L. 1975 . Las estructuras del paisaje vegetal del Pirineo occidental y su estabilidad . *Acta Bot. Malacitana* 1:57-67 .

ESTRUCTURA Y FUNCIONALISMO DE UN ENCINAR MONTANO EN EL MONTSENY .

I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO Y DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL¹.

Por

J.TERRADAS¹, LL.FERRES¹, L.LOPEZ SORIA¹,
F.RODA¹ y A.M.C. VERDU²

Hace un par de años, los Departamentos de Ecología de la Universidad de Barcelona y de la Autónoma de Barcelona iniciamos, de acuerdo con ICONA, una serie de trabajos para establecer una estación experimental de ecología en el valle de la Castanya, en el Parque Natural del Montseny, dentro de una finca adquirida poco antes por este organismo . Dichos trabajos se integraron después en un proyecto de investigación de más alcance, en el que participa también el Departamento de Biología y Geología de la Facultad de Ciencias de Alicante, proyecto que se centra en el estudio de los ciclos de nutrientes en ecosistemas forestales, usando cuencas de pequeña extensión como criterio para delimitar los sistemas.

Poco después de establecida la parcela experimental de la Castanya, la Societat Catalana de Biología proponía al Servei de Parcs Naturals i Medi Ambient de la Diputación de Barcelona la realización de un estudio sobre la Bioecología del haya, también en el Montseny, y, aprobado este proyecto, recaía su ejecución en los mismos departamentos, estableciéndose en primer lugar una nueva estación de observación en el hayedo de Santa Fe. Decidimos abordar igualmente en primer término los problemas relativos al estudio de la estructura del bosque y los ciclos de nutrientes .

-
1. Este trabajo ha disfrutado de una Ayuda de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana .
 2. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .
 3. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .

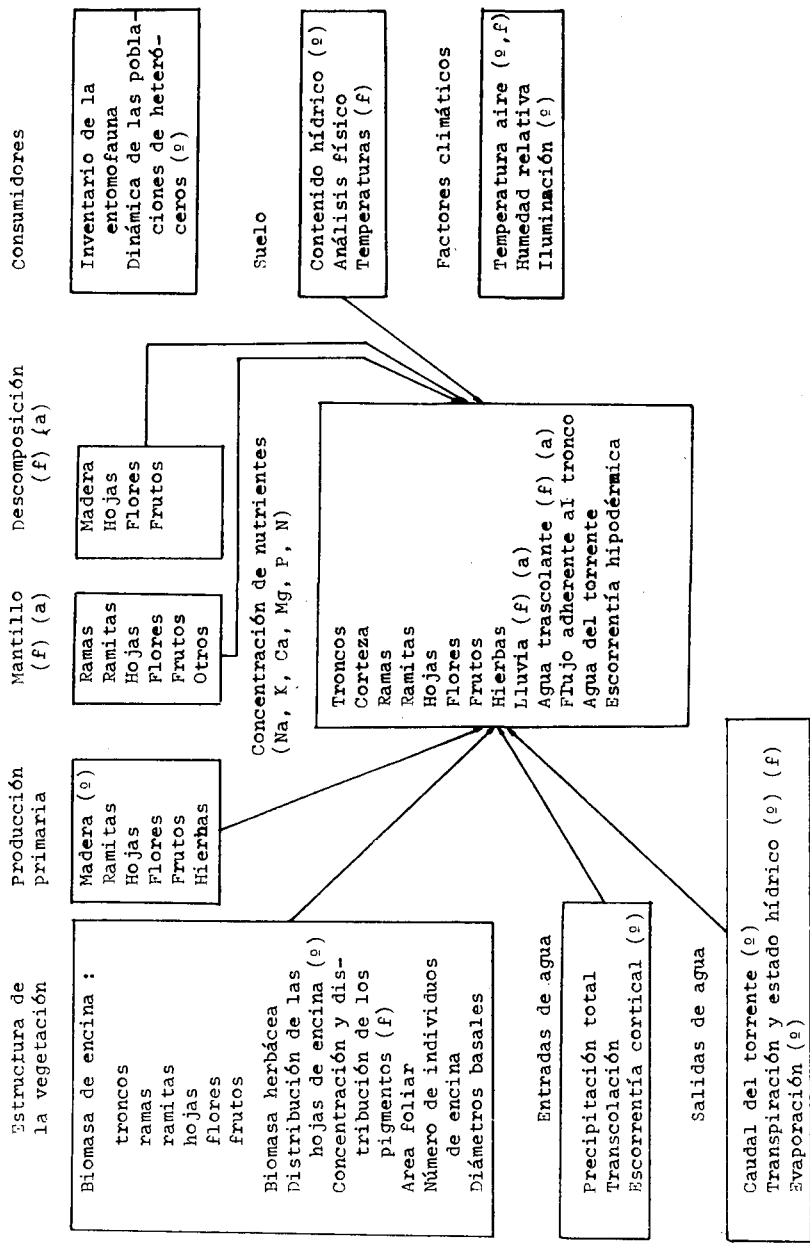


Figura 1 . Parámetros principales observados en el estudio de La Castaña hasta este momento o que se empezarán a medir durante el primer trimestre de 1980 (°) . Los que llevan la indicación (f) se están observando simultáneamente en el hayedo de Santa Fe y los que llevan la indicación (a) en el bosque de abetos . El desarrollo inmediato de los trabajos en f y a no está indicado, pero al menos en el primer caso se pretende configurar un esquema similar al del hayedo .

Major parameters measured in the La Castaña study to present or we are coming to measure during the 1980 first trimester (°) . Those with (f) are being measured simultaneously in the Santa Fe beech forest and those with (a) in the fir-*Abies alba*-forest . The future study developments in f and a are not showed but a similar outline is in view at least for green oak and beech forest .

De este modo, esperamos poner en funcionamiento, en lugar tan relevante como el Parque Natural del Montseny, por lo menos un verdadero laboratorio de campo con un mínimo de instalaciones en La Castanya y varias estaciones de observación y toma de datos, de las que actualmente hay tres en funcionamiento (la de encinar montano en La Castanya, la de hayedo en Santa Fe y otra en un bosque de abetos de las laderas del Turó de l'Home). Hasta ahora, la ecología terrestre no había podido pasar en Catalunya el estadio del observador con la libreta y el lápiz . La creación de unas facilidades de este tipo podría ser un estímulo considerable para la investigación básica sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas forestales y permitiría la concentración de esfuerzos de naturalistas procedentes de diversos campos, cosa que esperamos y deseamos .

Los trabajos que siguen hacen referencia al estudio del encinar montano de La Castanya, y más concretamente a aspectos de estructura (biomasa) y a diversas partes de los ciclos de cationes (calcio, sodio, magnesio y potasio) como son entradas con el agua de lluvia, y mecanismos de retorno de nutrientes al suelo con el agua de lluvia que lava la cobertura vegetal o con la caída de hojas, flores, frutos o ramas . En nuestros estudios actuales se incluye también la obtención de datos de forma regular con otros objetivos . Podemos representar esquemáticamente la información que estamos obteniendo del modo que se indica en la figura 1.

Estos datos habrán de permitirnos la cuantificación de las reservas de nutrientes en diversos componentes del sistema y la de flujos de intercambio entre los mencionados componentes, así como el análisis de las variaciones estacionales en los flujos . En la figura 2 exponemos un modelo lógico que permite entender la significación de algunos de los parámetros medidos en este contexto .

Hemos previsto la necesidad de extender nuestros resultados a áreas superiores a las de nuestras parcelas experimentales, y más concretamente a nivel de cuenca . Para ello, ha sido preciso iniciar observaciones complementarias que lo hagan posible . Este aspecto no se recoge todavía en los esquemas presentados, que sólo pre

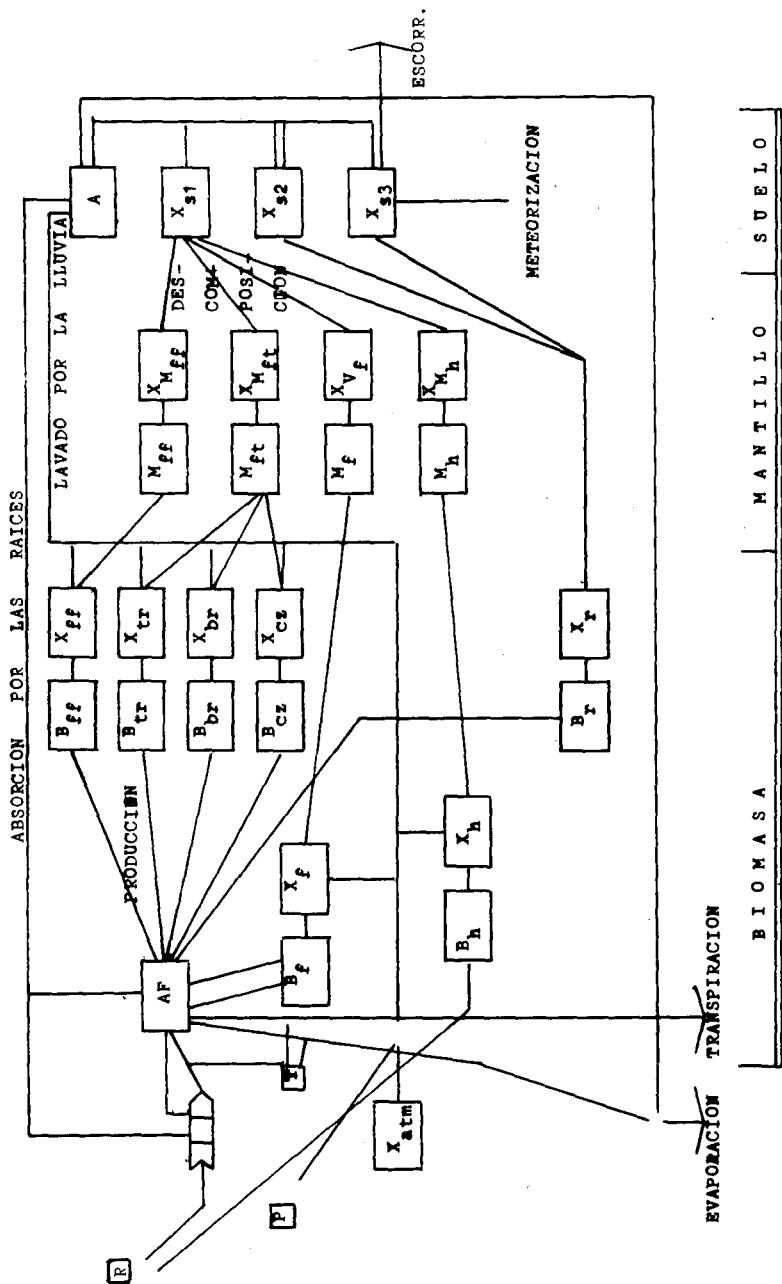


Figura 2 . Diagrama que muestra las conexiones entre gran parte de los parámetros medidos en el estudio de La Castanya . B = Biomasa, X = concentración de nutrientes , M = mantillo, AF = área foliar, f = hojas, h = hierbas, ff = flores y frutos, tr = troncos, br = ramas, cz = corteza, ft = madera, s1 = horizonte superficial del suelo, p = precipitación, R = radicación, T = temperatura, r = raíces, A = agua en el suelo

Relationships between parameters measured in the La Castanya study . B = Biomass X = nutrient concentration, M = litter, AF = leaf area, f = leaves, h = herbs, ff = flowers and fruits, tr = stems, br = branches, cz = bark, ft = wood, s1 = soil surface horizon, p = rain, T = temperature, r = roots, A = soil water .

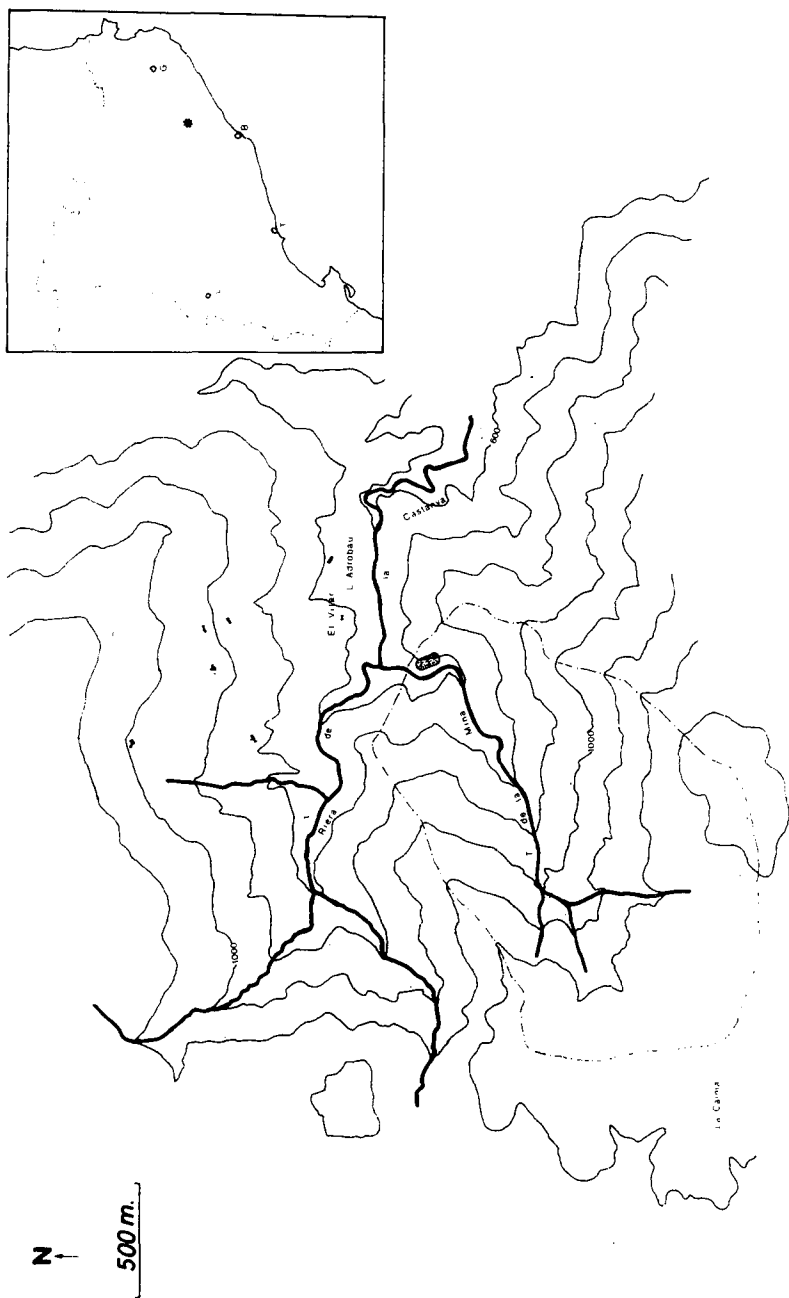


Figura 3 . En el recuadro, localización del Montseny (*); B, Barcelona; G, Girona . El mapa topográfico muestra la posición de la parcela experimental (zona sombreada y señalada con una flecha) . El mapa comprende el valle de La Castanya, y en él se ha delimitado la cuenca del Torrent de La Mina . La equidistancia es de 100 m .

On the right corner, the Montseny range is showed with (*); B, Barcelona; G, Girona . Topographic map shows the experimental plot (arrow pointing the shadowed area) . This is a map of the La Castanya valley and the Torrent de La Mina watershed has been delimited on it .

tenden servir de marco para situar los trabajos que a continuación se exponen .

EL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio ($41^{\circ}47' N$, $2^{\circ}21' E$) se encuentra situada como hemos dicho, en el valle de La Castanya, dentro del Parque Natural del Montseny (Barcelona) actualmente reconocido como Reserva de la Biosfera .

El valle de La Castanya está encajado en el sector NE del macizo de La Calma y tiene forma de circo abierto, limitado al norte por el Puig Ventós (1244 m) y al sur por el Puig Drau (1350 m) . El valle está avenado por la Riera de La Castanya, que recorre de NW a SE hacia el río Tordera, dividiendo el valle en dos vertientes fuertemente contrastadas: la solana, en la que existen algunas masías dispersas y grandes áreas de cultivo en bancales sobre un fondo de encinar seco, y la umbría, cubierta por el encinar montano y carente por completo de cultivos y habitaciones humanas . (Fig.3) .

En uno de los principales valles tributarios de esta vertiente umbría, el del llamado Torrent de La Mina, hemos establecido una parcela experimental para el estudio intensivo de los ciclos de nutrientes en el encinar montano . El Torrent de La Mina fluye de SW a NE y su cuenca está limitada en la cabecera por La Calma (1240-1350 m) y a la izquierda (NW) y derecha (SE) por dos escarpados interfluvios .

No existen estaciones meteorológicas en el valle. En general, podemos caracterizar las condiciones climáticas como las propias de la zona mediterránea montana con fuerte influencia marítima; no obstante, la orografía determina que los inviernos sean bastante duros. La innivación carece de importancia y sólo en las partes más elevadas son frecuentes las precipitaciones en forma de nieve . La estación seca es, en promedio, poco acentuada, pero las variaciones interanuales son considerables . La mayor parte del valle está poco afectada por las nieblas, que sólo son frecuentes por encima de los 1000 m.

La roca madre de toda la cuenca está constituida por pizarras paleozoicas monótonas y de gran potencia, si exceptuamos las partes culminales de la cabecera, formadas por areniscas y arcillas del Buntsandstein . Las pendientes son abruptas (del orden del 30%), abundan los canchales y no falta algún escarpe .

Los suelos se distribuyen en una catena de madurez creciente a lo largo de las laderas; de arriba abajo, podemos encontrar litosuelos, ranker, tierras pardas ácidas y, en las condiciones de exposición apropiadas, tierras pardas lixiviadas .

La cuenca del Torrent de La Mina está en su mayor parte cubierta de bosque . Sólo aparece desarbolado el sector culminal de la cabecera, así como algún canchal y escarpe . El sector culminal mencionado, de pendiente suave, está ocupado por antiguos campos abandonados en los que se ha establecido un pastizal que está siendo invadido por la retama negra o "ginestell" (*Cytisus scoparius*), con rodales de helecho (*Pteridium aquilinum*) y landas de brecina (*Calluna vulgaris*) y enebro (*Juniperus communis*) . Por debajo de esta zona desforestada hay una pequeña zona de hayedo acantonada en la parte superior de la umbría y, seguramente, relicta . A título de curiosidad notable, podemos mencionar también un bosque de tejos en una hondonada en el límite entre el encinar y el hayedo .

El resto de la cuenca, excepto las orillas del torrente, está ocupado por un encinar montano en el que la encina (*Quercus ilex* ssp. *ilex*) es la única especie arbórea . El sotobosque arbustivo es prácticamente nulo cuando el bosque es denso; los numerosos claros permiten no obstante un desarrollo notable sobre todo de brezos (*Erica arborea*) . El bosque es, en general, joven, y se halla en etapa de regeneración . En épocas anteriores - existieron cultivos, de los que quedan evidentes indicios, como son los bancales con sus muros de contención, y el bosque había estado sometido a una intensa actividad de tala y carboneo . Todo ello, junto con las características del sustrato y la pendiente que permiten describir la zona casi como un canchal arbolado, explica la presencia de abundantes claros y la juventud de los árboles . Encinares prácticamente idénticos al descrito o

cupan extensiones considerables en todos los valles que rodean La Calma . En la actualidad, siguen realizándose talas importantes en esta región . Según datos suministrados por ICONA, las cortas autorizadas en 1978 alcanzaron para todo el macizo del Montseny los 16000 estéreos de encina . Desgraciadamente, la cifra real de cortas debe ser bastante superior a las que es posible controlar .

Las fotografías antiguas muestran que el bosque se ha desarrollado considerablemente en los últimos treinta años; no obstante, la posibilidad ya inminente de un rápido resurgir de la leña como combustible (algunos propietarios particulares han manifestado su intención de reanudar dicha actividad este mismo año) obliga a plantearse la necesidad de un control cada vez más riguroso de las explotaciones.

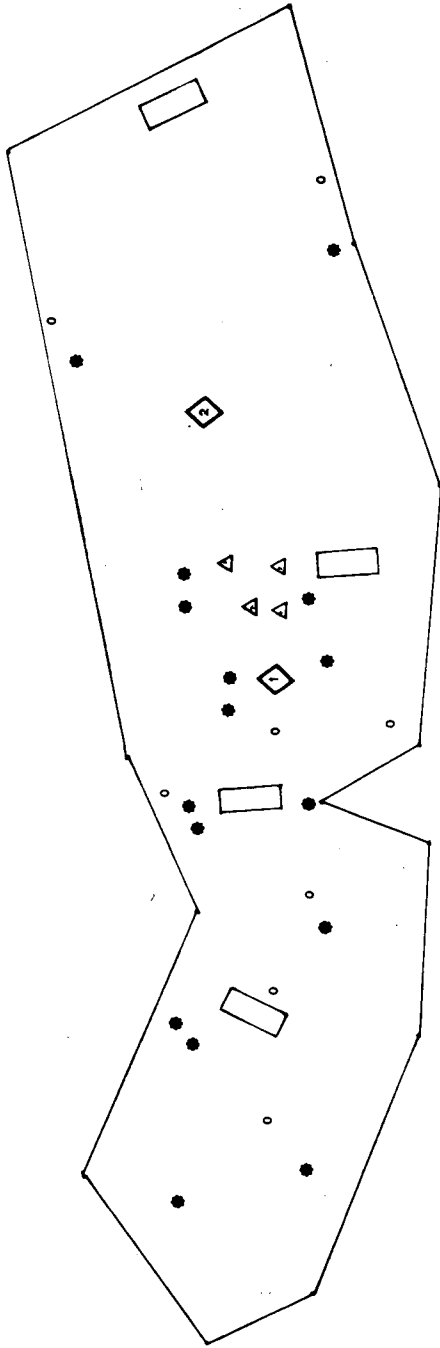
DESCRIPCION DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

Nuestra parcela experimental, así como una buena parte del valle del Torrent de La Mina, se hallan en una finca propiedad de ICONA, por lo que su protección no parece plantear problemas tan graves como la de los valles colindantes . La parcela está situada en el sector inferior de la cuenca, en la vertiente derecha, a 660-675 m de altura . La ladera está orientada WNW y su pendiente varía desde moderada (5°) hasta enérgica (25°) .

Debido a que el horizonte sur se encuentra a un ángulo de 30°, los rayos solares no alcanzan directamente la parcela desde mediados de noviembre hasta finales de enero . El suelo, coluvial y relativamente profundo, como hemos indicado es muy pedregoso, con piedras grandes y sueltas en superficie . En las zonas más inclinadas, numerosos árboles muestran heridas e incluso piedras incrustadas en la parte baja del tronco . Unos perfiles de suelo realizados en la parcela y sus inmediaciones han mostrado un horizonte superior muy rico en humus (mull), de textura arcilloso-limosa y estructura grumosa; el paso a los horizontes subyacentes es gradual, disminuyendo el humus y haciéndose la estructura progresivamente menos definida, sin cambios bruscos .

Figura 4 . Plano de la estación experimental, que muestra la distribución de los pluviómetros cuantitativos (Δ), los destinados a análisis (\circ), las trampas para hojarasca ($*$), las parcelas para ramas caídas (\square)

Experimental plot outline showing the distribution of quantitative pluviometers(Δ), water analysis pluviometers (\circ), litterfall traps ($*$), quadrats for branches fall (\square)



El bosque en la parcela es denso y bastante homogéneo, y lleva un sotobosque muy escaso, con *Hedera helix*, *Fragaria vesca*, *Viola* sp., *Hepatica nobilis*, *Brachypodium silvaticum*, *Melica uniflora*, *Pteridium aquilinum*, *Polystichum setiferum*, *Asplenium adianthum-nigrum*, *Teucrium scorodonia*, *Hieracium* sp., *Crataegus monogyna*, *Phyllirea media*, *Erica arborea*, *Ilex aquifolium*, *Rubus ulmi-folius* y numerosos individuos jóvenes de la propia encina, que constituyen el elemento dominante en el estrato arbustivo .

La parcela tiene una superficie total de 0,22 Ha. Su forma y los elementos de observación y medida establecidos se muestran en las figuras 4 y 5 .

En esta superficie se encuentran 450 árboles, con un diámetro superior a los 5 cm (DBH, diámetro medido a 1,30 m según convención forestal) . Estos árboles se distribuyen por diámetros de acuerdo con el histograma de la figura 5, que pone de manifiesto la ya comentada juventud del bosque . La altura varía entre 7 y 12 m. Los árboles presentan un estrato inferior de ramas dispuestas casi horizontalmente y con las hojas y ramitas prácticamente en un plano; este estrato inferior es pobre, y por encima de él las ramas se elevan hacia la copa casi verticalmente. El eje principal suele ser poco claro, casi siempre dividido en dos o tres ramas a partir de los 2,5 a 4 m de altura .

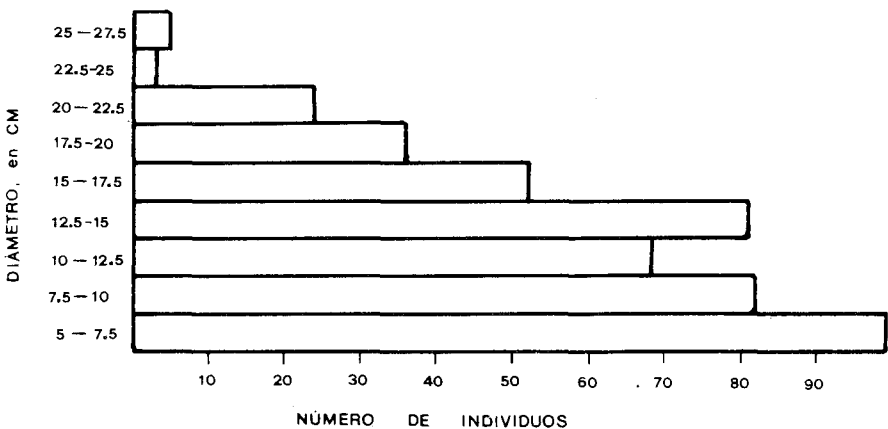


Figura 5 . Distribución de los árboles en clases de diámetro, dentro de la parcela experimental.

DBH distribution in the green oak trees for the experimental plot .

SUMMARY

This paper is a preliminar one on objectives of a new project in terrestrial ecology and on the characteristics of selected study area . The project is being driven by Ecology departments of Universitat de Barcelona and Universitat Autònoma de Barcelona, and is embodied in a larger one on nutrient cycles in forest ecosystems . The parameters measured and their relationships are exposed and future developments briefly discussed .

The La Castanya valley is included in the Montseny nature park, a Biosphere Reserve, in a mediterranean mountain stage with relatively humid climate but with great interannual fluctuation . The bedrock is nearly all constituted by paleozoic shales and valley-side slopes are pronounced (30%) . There is a soil catena from lithosols to rankers and brown acid soils that can be lixiviated in some places .

Vegetation is a green oak mountain forest (*Quercetum ilicis mediterraneo-montanum*) in nearly all the valley . There are, however, some grasslands and a beech forest near the summits and also a little *Taxus baccata* trees clump . The green oak forest is a young one, in a regeneration stage, after a very intensive exploitation period (wood for fuel and coal making) interrupted some years ago, and an early farming period .

In the experimental plot direct insolation is lowered by topographic position and the soil is colluvial, deep but with loose rocks at surface . Herb and shrub layer are poor, being the young *Quercus ilex* also dominants. The experimental plot surface is 0,22 ha, including 450 trees (more than 5 cm dbh) between 7 and 12 m high . The branch system has a low layer level, with a few horizontal branches, and a higher one with near vertical branches . The major axis is not clearly defined, as it divides in two or three over 2,5-4 m.

ESTRUCTURA Y FUNCIONALISMO DE UN ENCINAR MONTANO EN EL MONTSENY

II . BIOMASA ARBOREA ¹

Por

LL.FERRES², F.RODA², A.M.C.VERDU³
y J.TERRADAS²

OBJETIVOS

La finalidad del presente trabajo, parte de cuyos resultados se exponen en este artículo, es determinar la biomasa, mineralomasa y producción del encinar - montano de La Castanya (Montseny, provincia de Barcelona). En la primera fase del trabajo nos propusimos determinar la biomasa total y la de cada una de las distintas fracciones (madera de $\emptyset \geq 5$ cm, madera de $\emptyset < 5$ cm, brotes de 1 y 2 años, hojas repartidas por clases de edad, corteza) del estrato arbóreo . Las muestras tomadas con tal finalidad servirán posteriormente para determinar la mineralomasa y la producción .

-
1. Este trabajo ha disfrutado de una Ayuda de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana .
 2. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .
 3. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .

MATERIAL Y METODOS

Una vez delimitada el área de estudio, cuyas características han sido descritas por Terradas *et al.*- (1980) en el primer artículo de la serie, se procedió a numerar y medir el diámetro a 1,30 m (DBH) a todas las encinas; hemos considerado el estrato arbóreo constituido por todas las encinas de DBH igual o superior a 5 cm. Se seguidamente se seleccionaron 15 encinas en una zona contigua a la parcela de estudio y de características parecidas a las de la misma; la selección se hizo atendiendo no al número de pies por clase de diámetro sino al área basal de cada clase, para muestrear de forma más intensa las clases que contribuyen en un porcentaje más alto a la biomasa total. Los 15 árboles fueron talados durante el período Diciembre 1978-Febrero 1979.

El método seguido para determinar la biomasa y posteriormente la producción es una combinación de los empleados por Duvigneaud *et al.* (1971) y Whittaker y Woodwell (1969). El proceso seguido con cada uno de los 15 árboles fue el siguiente:

1) El eje principal era fraccionado en segmentos de diámetro homogéneo y longitud no superior a 1 m hasta un diámetro de 5 cm. A cada uno de estos segmentos se le medían los siguientes parámetros: diámetro en el centro, longitud y peso fresco, y se tomaban dos discos, uno en cada extremo, uno de los cuales era pesado en fresco para poder determinar posteriormente su contenido de agua y el porcentaje de corteza; el otro se utilizará para realizar las medidas de producción.

2) A cada una de las ramas primarias que salían de este eje principal se le medían: altura sobre el suelo de su punto de inserción, diámetro en la base, longitud y peso fresco, y le asignábamos tres índices (de 1 a 5) para las cantidades de hojas, brotes del año y ramificación. Las ramas con un diámetro superior a 5 cm eran tratadas

como árboles después de haber pasado por el proceso anterior .

3) De cada árbol tomábamos como mínimo 4 ramas (hasta 13 para los mayores) de diámetro menor o igual a 5 cm . En el laboratorio se dividía cada rama en las siguientes fracciones : hojas (separadas por clases de edad), brotes del año, del año anterior, madera de 0-1 cm, de 1-2 cm, de 2-3 cm, de 3-4 cm y de 4-5 cm de diámetro . Cada una de estas fracciones era secada a 75°C hasta peso constante y luego pesada . El total de ramas muestreadas es de 72 .

Todas estas muestras han sido almacenadas en espera de realizar los análisis y las medidas de producción .

El proceso seguido para estimar el peso seco de cada una de las fracciones de los 15 árboles talados se describe a continuación . Las unidades empleadas en los cálculos son gramos y centímetros .

- Peso seco de madera de $\emptyset \geq 5$ cm (incluyendo la corteza) : para cada árbol, a partir de los discos de los cuales conocíamos el peso fresco y el peso seco, se calculaba el porcentaje de agua de la madera de $\emptyset \geq 5$ cm . Aplicando este porcentaje al peso fresco total de madera de esta categoría obteníamos su peso seco . La regresión calculada para PS de madera de $\emptyset \geq 5$ cm sobre DBH para los 15 árboles es:

$$y = 71,818 x^{0,521} \quad r^2 = 0,978 \quad (1)$$

- Peso seco de copa (madera de $\emptyset > 5$ cm y hojas) : a partir de las 72 ramas muestreadas calculamos la regresión de PF sobre PS que resultó ser :

$$y = 19,417 + 0,585 x \quad r^2 = 0,994 \quad (2)$$

Utilizando esta regresión calculamos el peso seco de copa de cada uno de los 15 árboles .

- Peso seco total : ha sido obtenido sumando para cada árbol el peso seco de madera de $\emptyset \geq 5$ cm y el de copa . La regresión obtenida para PS total sobre DBH es:

$$y = 214,767 x^{2,291} \quad r^2 = 0,981 \quad (3)$$

- Peso seco de corteza : a partir de una muestra de 30 discos de $\emptyset \geq 5$ cm se calculó el % de peso seco - de corteza sobre el peso seco total de madera y corteza. El valor obtenido es :

$$\bar{x} = 14,09\% \quad \text{error estandar} = 3,60\% \text{ de la media}$$

Se procedió de forma análoga con 4 muestras de cada una de las 5 clases de diámetro de madera de $\emptyset < 5$ cm. Los valores obtenidos son :

0-1cm	$\bar{x} = 34,59\%$	error estandar	= 3,38%	de la	media
1-2cm	$\bar{x} = 25,42\%$	"	"	= 3,39%	" " "
2-3cm	$\bar{x} = 17,50\%$	"	"	= 2,26%	" " "
3-4cm	$\bar{x} = 17,22\%$	"	"	= 2,35%	" " "
4-5cm	$\bar{x} = 16,98\%$	"	"	= 6,29%	" " "

Utilizando estos datos se calculó el peso seco de corteza de madera de $\emptyset \geq 5$ cm y el de cada una de las 72 ramas . La regresión obtenida para PS de corteza sobre PF de la rama es :

$$y = 16,111 + 0,123 x \quad r^2 = 0,991 \quad (4)$$

A partir de esta regresión se calculó el peso seco de corteza correspondiente a la madera de copa de cada árbol; sumándolo con el correspondiente a la madera de $\emptyset \geq 5$ cm se obtuvo el peso seco total de corteza de cada árbol . La regresión obtenida para PS de corteza sobre DBH es :

$$y = 41,339 x^{2,224} \quad r^2 = 0,979 \quad (5)$$

- Peso seco de hojas : con los datos obtenidos de las 72 ramas muestreadas se calcularon cuatro regresiones de PS de hojas sobre PF de la rama correspondientes a : ramas con un índice de follaje de 1 ó 1,5, de 2 ó 2,5 de 3 ó 3,5 y de 4 ó 4,5 ; se calculó también una regresión para todas las ramas juntas que se aplicó para las de los ocho primeros árboles, de las cuales no teníamos anotados los índices . Las regresiones son :

Indice F	1	̄	1,5	y = 8,912 + 0,010x	r ² = 0,762	(6)	
"	"	2	̄	2,5	y = 9,759 + 0,047x	r ² = 0,764	(7)
"	"	3	̄	3,5	y = 6,321 + 0,065x	r ² = 0,809	(8)
"	"	4	̄	4,5	y = -31,294 + 0,083x	r ² = 0,789	(9)

Todas juntas y = 0,055 x^{1,012} r² = 0,874 (10)

A partir de estas regresiones se calcularon - los pesos secos de hojas de cada uno de los 15 árboles. La regresión obtenida para PS de hojas sobre DBH es :

$$y = 8,815 x^{2,263} \quad r^2 = 0,928 \quad (11)$$

El peso total y el de las diferentes fracciones para el área de estudio se han obtenido utilizando las regresiones (1), (3), (5) y (11) . Se ha estimado el pe so seco total y el de cada fracción para cada árbol de la parcela, ya que si se procede estimándolos para el ár bol de DBH igual al medio de la clase y multiplicándolo por el número de pies de la clase se obtiene una subes- t^íma . El peso de cada una de las clases de edad de ho jas, así como los de brotes de 1 y 2 años se han obtení do aplicando al total las proporciones de los mismos cal culadas a partir de las 72 ramas muestreadas .

RESULTADOS

Hemos construido una tabla alométrica para la encina (tabla n°1) . En lo que se refiere a la parcela de estudio los resultados obtenidos se detallan en la - tabla n°2, en la que se dan los pesos de cada fracción y el total, así como el número de pies y el área basal de las distintas clases de \emptyset , todo referido a una hectárea. Tablas 1 y 2 .

En síntesis podemos decir que en el encinar - estudiado hay 2009 pies ha⁻¹ de DBH igual o superior a 5 cm, con un área basal de 26,63 m² ha⁻¹ y una biomasa total (en peso seco) de 160,4 t ha⁻¹ repartida en :

Tabla 1 . Tabla alométrica para la encina (*Quercus ilex* L.) . Los pesos se expresan en kilogramos y los diámetros en centímetros .

Allometric table for evergreen oak (*Quercus ilex* L.). Weight are measured in Kg and diameter in cm .

DBH	PS HOJAS	PS MADERA $\emptyset < 5$ cm	PS MADERA $\emptyset \geq 5$ cm	PS CORTEZA	PS TOTAL
10	1,6	16,5	23,8	7,2	41,9
15	4,0	35,9	66,1	17,8	106,0
20	7,7	60,7	136,4	33,9	204,8
25	12,7	89,3	239,3	55,9	341,3
30	19,2	120,2	378,9	84,2	518,3

Tabla 2 . Pesos secos, en t ha⁻¹, de las distintas fracciones y del total, número de pies por hectárea y área basal en m² ha⁻¹ de cada una de las clases de diámetro .

Dry weight, in t ha⁻¹, individual number per ha and basal area in m² ha⁻¹ for each DBH class .

CLASE	Ø MEDIO	N°PIES	AREA BASAL	PS MADERA Ø ≥ 5 cm	PS MADERA Ø < 5 cm	PS CORTEZA	PS HOJAS	PS TOTAL
5,00- 7,49	6,35	441,9	1,41	3,4	3,0	1,2	0,3	6,7
7,50- 9,99	8,69	366,0	2,19	6,2	4,6	2,0	0,4	11,2
10,00-12,49	11,33	303,5	3,07	10,0	6,4	2,9	0,7	17,0
12,50-14,99	13,74	361,6	5,38	19,3	11,0	5,4	1,2	31,6
15,00-17,49	16,18	232,1	4,78	18,7	9,6	5,0	1,1	29,4
17,50-19,99	18,61	160,7	4,38	18,4	8,6	4,7	1,1	28,0
20,00-22,49	20,88	107,1	3,67	16,4	7,0	4,1	0,9	24,3
22,50-24,99	23,18	13,4	0,57	2,7	1,1	0,6	0,1	3,9
25,00-27,49	25,92	22,3	1,18	5,9	2,1	1,4	0,3	8,3
TOTAL		2008,6	26,63	100,9	53,4	27,1	6,1	160,4

Madera de $\geq \emptyset$ 5 cm	100,9 t ha ⁻¹	
Madera de $< \emptyset$ 5 cm	53,4 t ha ⁻¹	incluyendo: 0,83 t ha ⁻¹ de brotes de 1 año 1,50t ha ⁻¹ de brotes de 2 años
Corteza	27,1 t ha ⁻¹	(ya incluida en la - madera)
Hojas	6,1 t ha ⁻¹	repartidas en : 2,43t ha ⁻¹ de 1 año 3,28t ha ⁻¹ de 2 años 0,39t ha ⁻¹ de más de 2 años

Los gráficos 1 y 2 corresponden respectivamente a : repartición en % de las diferentes fracciones del árbol sobre el total en función del DBH, y repartición del peso seco total, del de las diferentes fracciones , del número de pies y del área basal entre las distintas clases de \emptyset . Gráficos 1 y 2 .

Las medidas de producción no se han realizado aún pero podemos proponer un valor utilizando el criterio dado por Bray y Gorham (1964) según los cuales la - producción primaria neta de un bosque puede ser estimada como el triple del peso de hojas que caen anualmente. Según Verdú *et al.* (1980) la caída anual de hojas en el encinar del Montseny es de unas 3 t ha⁻¹; la producción - primaria neta puede situarse pues alrededor de las 9 t ha⁻¹ año⁻¹, aunque como indican también Bray y Gorham (1964) este valor es probablemente una sobreestima .

DISCUSION

Los resultados obtenidos han sido comparados - con los pocos datos bibliográficos que existen sobre el encinar .

Lossaint y Rapp (1971) dan las siguientes cifras para el encinar de Le Rouquet situado cerca de Montpellier en terreno llano a 185 m sobre el nivel del mar:

Figura 1 . Repartición en %, sobre el peso seco total, de las diferentes fracciones del árbol (madera de $\varnothing \geq 5$ cm, madera de $< \varnothing 5$ cm, corteza y hojas) en función del DBH .

Variation with DBH of the proportion of wood $\varnothing \geq 5$ cm, wood $\varnothing < 5$ cm, bark - (already included in the wood fractions) and leaves, expressed as a percentage of total dry weight, in evergreen oak .

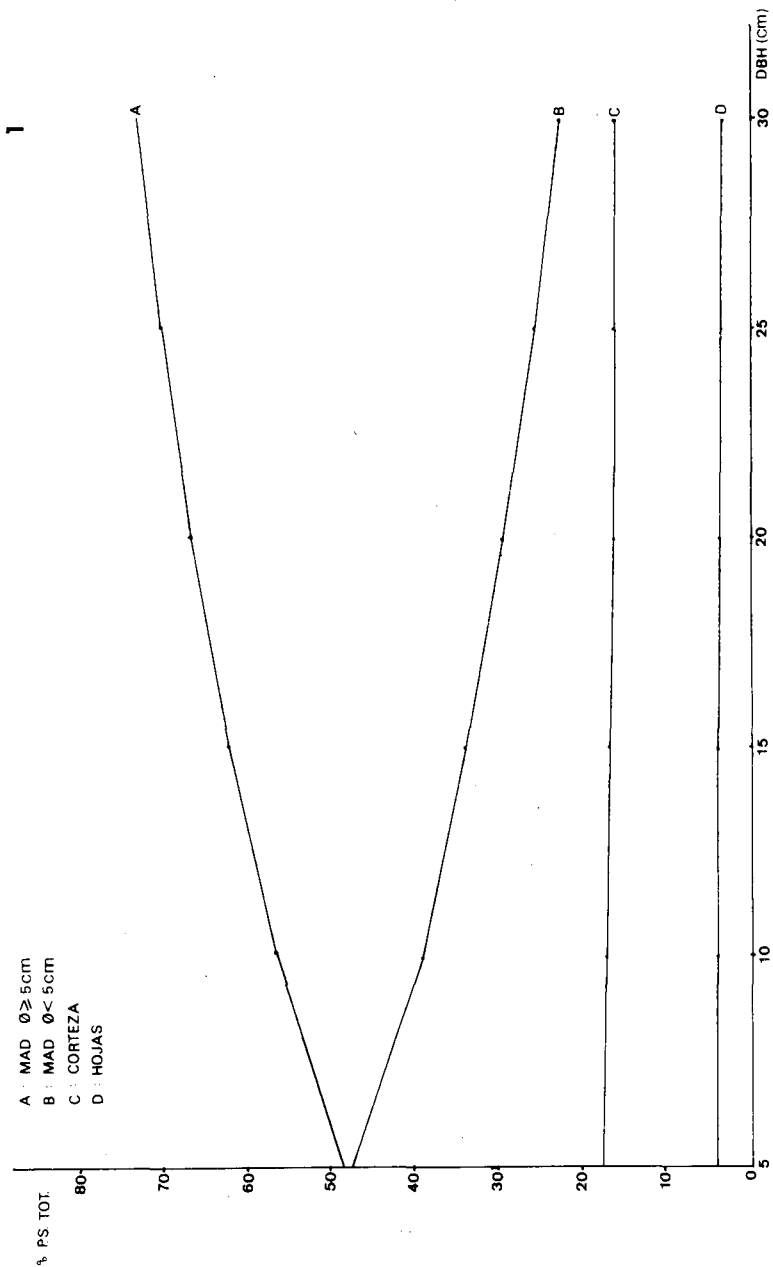
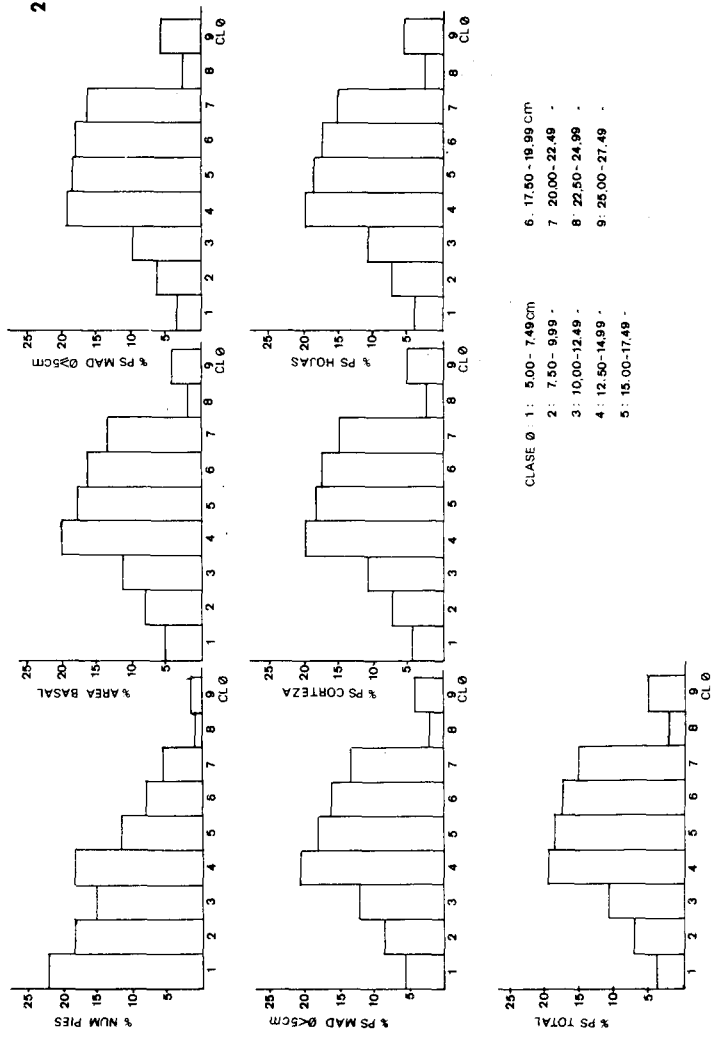


Figura 2 . Repartición en % del peso seco total, del de las diferentes fracciones, del número de pies y del área basal entre las distintas clases de diámetro .
 Distribution by diameter class of the number of trees, basal area, total above-ground biomass, and biomass of the different plant parts, expressed as a percentage of its respective totals .



1440 pies ha^{-1} (incluye la clase de 0-5 cm de DBH pero sólo representa un 1,5% del total), con un área basal de $38,8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y una biomasa total de 269 t ha^{-1} repartida en :

Madera de $\geq \emptyset 7 \text{ cm}$	235 t ha^{-1}	
Madera de $< \emptyset 7 \text{ cm}$	27 t ha^{-1}	incluyendo: 2 t ha^{-1} de brotes de 1 año 1 t ha^{-1} de brotes de 2 años
Hojas	7 t ha^{-1}	repartidas en : $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ de 1 año $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de 2 años

La edad del bosque la estima en unos 150 años (las encinas mayores tienen un DBH de 40 cm) y la altura media de los árboles es de 11 m. En Le Rouquet la densidad es menor que en el Montseny pero el área basal es considerablemente mayor ya que la clase con mayor número de pies es la de 15-20 cm mientras que en nuestro caso es la de 5-7,5 cm y el límite superior de DBH es menor. La biomasa total es lógicamente más elevada, así como el cociente Biomasa Total/Área Basal (6,99 en su caso y 6,03 en el nuestro) como corresponde a un bosque con más abundancia de árboles mayores. Hay que señalar el valor marcadamente inferior al nuestro de la biomasa de ramas, a pesar de que estos autores utilizan un criterio más amplio; esta diferencia se debe probablemente a diferencias en la estructura de los árboles. La biomasa de hojas representa el 2,6% de la total en Le Rouquet mientras que en el Montseny representa el 3,8%; esto concuerda con la menor cantidad de copa y con el hecho de que el bosque de Le Rouquet está más desarrollado. En nuestro caso el porcentaje de hojas de 1 año es menor que el de 2 años, debido a que durante la primavera de 1978 las encinas brotaron muy poco.

Por otra parte Susmel *et al.* (1976) dan los siguientes valores para el encinar de Supramonte di Orgosolo (Cerdeña) situado a unos 900 m sobre el nivel del mar : 394 pies ha^{-1} (consideran sólo pies de DBH superior a 17,5 cm), con un área basal de $39,27 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y una biomasa total de 340 t ha^{-1} repartida en :

Madera 332,6 t ha⁻¹

Hojas 7,4 t ha⁻¹ repartidas en 3,8 t ha⁻¹ de 1 año
2,2 t ha⁻¹ de 2 años
1,0 t ha⁻¹ de 3 años
0,4 t ha⁻¹ de 4 años

Utilizando el mismo criterio obtenemos en nuestro caso: 303 pies ha⁻¹ con un área basal de 9,8 m² ha⁻¹ y una biomasa total de 64,5 t ha⁻¹ repartida en :

Madera 62,1 t ha⁻¹

Hojas 2,4 t ha⁻¹

En su caso las hojas representan un 2,18% de la biomasa total y la relación Biomasa Total/Área Basal toma un valor de 8,66; estos valores son respectivamente más bajo y más alto que los nuestros como corresponde a un encinar más maduro. Para dar idea del grado de desarrollo de los encinares en los que trabajan estos autores señalaremos que el límite superior de DBH es de 90 cm y que en una de las parcelas de estudio el área basal es de 66 m² ha⁻¹; en nuestro caso todos los árboles están dentro de la categoría de 0-30 cm, que denominan jóvenes, faltando totalmente las categorías de maduros (30-60 cm) y senescentes (DBH superior a 60 cm).

Finalmente Susmel y Viola (1975) dan una tabla alométrica para la encina construida a partir de 18 ejemplares de su zona de estudio. De la comparación con la construida a partir de nuestros datos deducimos: los valores que dan para la biomasa total son ligeramente superiores en su caso pero muy concordantes con los nuestros; en cuanto a la biomasa de ramas dan valores inferiores pero utilizando un criterio más restrictivo ($\emptyset < 3$ cm). Los valores que dan para la biomasa de hojas no son muy distintos a los nuestros, pero mientras en su caso el porcentaje de peso de hojas sobre el total disminuye sensiblemente al aumentar el DBH, en el nuestro presenta tan sólo una ligera tendencia a disminuir. Los valores que dan para la corteza son tan inferiores a los nuestros (del orden de 1/3) que hacen difícil por el momento cualquier explicación.

SUMMARY

Above-ground tree biomass data are reported as first results of a study on the structure and dynamics of the tree stratum in the evergreen-oak wood at La Castanya (Montseny, Barcelona) .

15 evergreen-oaks (*Quercus ilex* L.ssp *ilex*) were fallen from a spot near the experimental plot. An allometric table for the evergreen-oak is given, together with estimates of the total above-ground tree biomass - for the experimental plot, partitioned in wood $\emptyset \geq 5$ cm, wood $\emptyset < 5$ cm, bark, and leaves by leave-age . Results are compared with those from evergreen-oak woods obtained by other workers .

BIBLIOGRAFIA

- BRAY, Jr. y GORHAM, E. 1964 . Litter Production in Forests of the World . *Advances in Ecological Research* 2:101-157, London-New York Academic Press .
- DUVIGNEAUD, P., DENAEYER, S., AMBROES, P. y TIMPERMAN, J. 1971 . Biomasse, productivité et cycle des polyéléments biogenes dans l'écosysteme Chenaie caducifoliée . *IRSN de Belgique*, Mem.164.
- LOSSAINT, P. 1967 . Etude intégrée des facteurs écologiques de la productivité au niveau de pédosphère en région méditerranéenne dans le cadre du PBI . Programme et description des stations . *Oecol.Plant.* 4:341-366 .
- LOSSAINT, P. y RAPP, M. 1971 . Repartition de la matière organique, productivité et cycle des éléments minéraux dans des écosystèmes de climat méditerranéen . En P.Duvigneaud (ed.). *Productivité des écosystèmes forestiers* . Actes Coll.Bruxelles, - Unesco .
- SUSMEL, L. y VIOLA, F. 1975 . Tavola allometrica del leccio . Secondo contributo allo studio dell'ecosistema lecceta di Supramonte . *Monti e Boschi* n°4 .
- SUSMEL, L., VIOLA, F. y BASSATO, G. 1976 . Ecologia della lecceta del Supramonte di Orgosolo . III contributo : Produzione primaria, produzione secondaria (erbivori), condizioni attuali e possibilità de conservazione . CEDAM Casa Editrice Dott. Antonio Milani .
- TERRADAS, J., FERRES, LL., LOPEZ-SORIA, L., RODA, F. y VERDU, A.M.C. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny . I. Objetivos generales y descripción del área de estudio . *Mediterránea* 4 .
- VERDU, A.M.C., FERRES, Ll. y RODA, F. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny .IV. Producción - de hojarasca . *Mediterránea* 4 .
- WHITTAKER, R.H. y WOODWELL, G.M. 1969 . Measurement of the Net Primary Production of Forests . En P.Duvigneaud (ed.). *Productivité des écosystèmes forestiers* . Actes Coll.Bruxelles, Unesco.

ESTRUCTURA Y FUNCIONALISMO DE UN ENCINAR MONTANO EN EL MONTSENY .

III. CONTENIDO DE SODIO, POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO EN LAS AGUAS DE LLUVIA¹ .

Por

F.RODA², LL.FERRES², A.M.C.VERDU³ y J.TERRADAS²

INTRODUCCION

La circulación de los elementos nutritivos en el seno de los ecosistemas, y de los ecosistemas forestales en particular, está parcialmente acoplada a la circulación del agua, por ser ésta un eficaz vehículo de transporte de sustancias disueltas y particuladas .

La composición química de las precipitaciones atmosféricas ha sido estudiada durante más de un siglo (cf. Hutchinson, 1957) y existe una extensa bibliografía revisada por Eirksson (1952) y por Egnér *et al.* (1955-1960), aunque pocos o ninguno de los trabajos anteriores a 1960 se enfocaron desde el punto de vista de la nutrición vegetal . Posteriormente han proliferado estudios sobre los ciclos biogeoquímicos en ecosistemas terrestres que incluyen en el balance de nutrientes los aportes en el agua de lluvia (p.ej. Carlisle *et al.*, 1966, 1967; Denaeyer-De Smet, 1966, 1969; Allen *et al.*, 1968; Gore, 1968; Rapp, 1969; Eaton *et al.*, 1973; Lemée, 1974; Henderson *et al.*, 1977) . En los últimos tiempos, los posibles efectos ecológicos de las lluvias ácidas han avivado el interés por el tema (Likens y Bormann, 1974; Braekke, 1976; Dochinger y Seliga, 1976) .

-
1. Este trabajo ha disfrutado de una Ayuda de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana .
 2. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .
 3. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .

Del agua de lluvia que llega a la superficie de las copas de los árboles (precipitación incidente) una parte es interceptada por la vegetación y se evapora sin alcanzar el suelo (pérdidas por intercepción). La lluvia restante puede llegar al suelo por dos vías distintas : 1) por penetración directa o goteando desde las copas (trascolación, *throughfall*); 2) resbalando por los troncos (escorrentía cortical, *stemflow*). Los aportes de cada nutriente por unidad de superficie y de tiempo se calculan multiplicando el flujo de agua por la concentración del nutriente en el agua considerada . Podemos distinguir tres categorías de aportes de nutrientes : aportes en la precipitación incidente; aportes totales que llegan al suelo (= aportes por trascolación + aportes por escorrentía cortical); y aportes netos, que resultan de restar los incidentes a los totales y que son los nutrientes transferidos desde las copas al suelo en el agua de lluvia .

Los aportes incidentes son en su casi totalidad nutrientes importados por el ecosistema, especialmente en terrenos forestales bajo clima húmedo . Por el contrario, los aportes netos son una mezcla poco menos que inseparable de nutrientes importados en forma de deposición seca (polvo y aerosoles retenidos por la vegetación cuando no llueve) y de nutrientes reciclados dentro del ecosistema mediante el lavado de copas y troncos (Likens *et al.*, 1977) .

Los aportes incidentes de elementos en las precipitaciones atmosféricas varían mucho de un lugar a otro y de una lluvia a otra en el mismo lugar, tendiendo a aumentar con el grado de influencia marítima, con el contenido de polvo del aire y con la concentración de contaminantes atmosféricos . En general, las máximas concentraciones se observan en lluvias escasas después de un período seco, y las mínimas en lluvias abundantes después de un período lluvioso .

Debido al lavado de las copas, la precipitación dentro del bosque es mucho más concentrada y tiene diferente composición química que la precipitación incidente . Los aportes netos de nutrientes varían según las especies forestales (Denaeyer-De Smet, 1966, 1969; Comerford y White, 1977; Henderson *et al.*, 1977), la densidad

y edad de los árboles (Lemée, 1974), la naturaleza de la roca y del suelo (Astrup y Bülow-Olsen, 1979) y la época del año (Denaeyer-De Smet, 1966, 1969; Henderson *et al.* 1977) .

En este artículo se presentan resultados preliminares sobre los aportes de sodio, potasio, calcio y magnesio disueltos en las precipitaciones atmosféricas recogidas fuera y dentro del encinar montano de La Castanya (Montseny, Barcelona) .

MATERIAL Y METODOS

Las características del área de estudio han sido descritas en el primer artículo de esta serie (Terradas *et al.*, 1980).

La precipitación incidente se mide con dos pluviómetros colocados en sendos claros que distan unos 100 m entre sí y unos 300 m de la parcela experimental del encinar montano de La Castanya . La trascolación se mide con 4 pluviómetros colocados al azar en un cuadrado de 10 x 10 m en el centro de la parcela experimental, bajo cobertura densa de encinas arbóreas . Cada pluviómetro consta de un embudo de polietileno de 19 cm de diámetro colocado a 1.1 m del suelo y unido por un tubo de plástico a un depósito de 6 l enterrado en el suelo . Para evitar la evaporación se añaden 50 ml de aceite a cada depósito .

La composición química de las precipitaciones se estudia mediante 2 colectores de lluvia para análisis - fuera del bosque, junto a los pluviómetros exteriores, y con 8 colectores dentro del bosque . Los colectores constan de un embudo igual al de los pluviómetros, colocado a 1.1 m del suelo y unido por un tubo de cloruro de polivinilo a una botella de polietileno de 1 l enterrada en el suelo . El embudo lleva encima un capuchón cónico de malla de plástico de 2 mm de abertura para evitar la entrada de hojas, insectos, etc. En el cuello del embudo se coloca un trozo de algodón para excluir las partículas menores . La botella receptora lleva 2-3 cristales

de timol para retardar el crecimiento de los microorganismos .

El material de los colectores se lava en el laboratorio: los embudos y botellas con HCl diluido y abundante agua destilada; los capuchones y el algodón sólo con agua destilada .

Aproximadamente cada dos semanas se mide el volumen de agua recogida en los pluviómetros y se cambian los colectores por otros limpios (excepto los tubos, que se limpian *in situ* con agua destilada) . Las posiciones de los pluviómetros y de los colectores son fijas. En el laboratorio se miden el pH y la conductividad de la lluvia recogida en los colectores y se congelan las muestras a -20°C . Na y K se analizan por fotometría de llama, añadiendo HNO_3 1% a blancos, patrones y muestras. Ca y Mg se analizan por absorción atómica en el Servicio de Espectroscopía de la Universidad de Barcelona, añadiendo HNO_3 1% y La 400 ppm a blancos, patrones y muestras .

Se ha analizado sólo la fracción soluble de los cuatro metales considerados y, hasta el momento, no se ha medido ni analizado la escorrentía cortical . Los datos del presente artículo se refieren al período comprendido entre el 24 junio 1978 y el 30 junio 1979 .

RESULTADOS Y DISCUSION

La varianza de los dos pluviómetros exteriores es pequeña : en cada período de recogida, la diferencia entre ambos suele ser menor del 10% y a menudo es menor del 5% . La variabilidad entre los 4 pluviómetros dentro del bosque es lógicamente mayor: el porcentaje del error estandar respecto a la media del volumen recogido, varía de 0.9 a 14.9, y acostumbra a ser bajo en los períodos más lluviosos .

El total de las precipitaciones incidentes recogidas durante el año (372 días) de estudio es de 969 mm. Durante este mismo período, la estación meteorológica - del Turó de l'Home (en la cima del macizo del Montseny,

a 1712 m s.n.m. y a 7 km de la parcela) recogió 933 mm, equivalentes a 916 mm año⁻¹. Las precipitaciones en el Turó de l'Home, contadas de 1 julio a 30 junio, presentan una media de 1063 mm anuales y una mediana de 985 mm (34 años). Por lo tanto, el período de estudio ha resultado ser, en el Turó de l'Home, bastante normal respecto a la cuantía de la precipitación aunque con cierto déficit (14%) frente a la media.

La trascolación anual totaliza 617 mm, lo que representa un 64% de la precipitación incidente. El resto, un 36%, corresponde a pérdidas por intercepción y a escorrentía cortical. En dos encinares cercanos a Montpellier (Rapp y Romane, 1968), la trascolación anual es un 68-72% de la precipitación incidente.

La distribución de las precipitaciones incidentes a lo largo del año estudiado puede verse en la figura 1a. Destacan: el período seco durante el otoño de 1978; las lluvias extraordinarias de diciembre-enero (400 mm, el 41% del total anual, en mes y medio); y la sequedad general entre febrero y mayo de 1979.

Las concentraciones de Na, K, Ca y Mg en el agua de lluvia de La Castanya son muy variables tanto fuera como dentro del bosque (figs. 1 y 2). Los cuatro cationes están bastante correlacionados entre sí. Las lluvias de primavera-verano tienden a ser más concentradas que las invernales, y las lluvias escasas más que las copiosas. Los intervalos de concentraciones observados (mg l⁻¹) son, fuera del bosque: Na 0.2-3.2, K 0.03-1.1, Ca 0.4-8.7, Mg 0.07-0.8; y dentro del bosque: Na 0.3-10.6, K 0.4-17.0, Ca 1.0-14.4, Mg 0.2-2.1.

En la tabla 1 se presentan las concentraciones medias, ponderadas por volumen, en la precipitación fuera y dentro del bosque. Se observa en La Castanya una concentración relativamente alta de Ca en la lluvia incidente, hecho que parece ser típico de gran parte de Europa Occidental y que algunos autores han atribuido al uso de fertilizantes agrícolas (Allen *et al.*, 1968). En La Castanya, parte de este Ca podría venir de las extracciones de áridos, movimientos de tierra, canteras y fábricas de cemento que abundan en la vecina Depresión Prelitoral Catalana sobre terrenos ricos en Ca.

Figura 1 . Volumen y composición química de la precipitación incidente en el encinar montano de La Castanya (Montseny, Barcelona), desde 24 junio 1978 a 30 junio 1979 .

Amount and chemistry of incident precipitation in the evergreen-oak wood at La Castanya (Montseny, Barcelona) during 24 June 1978 to 30 June 1979 .

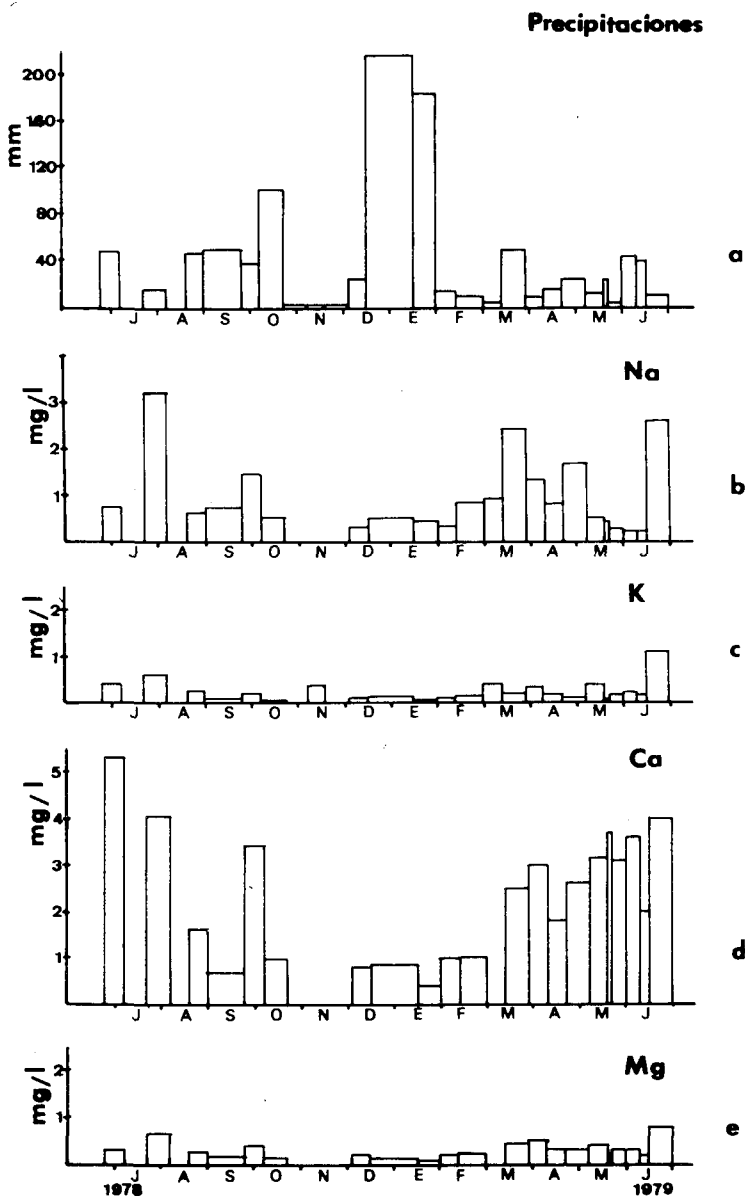


Figura 2 . a Volumen de la precipitación incidente y b-e composición química de la trascolación en el encinar montano de La Castanya (Montseny, Barcelona), desde 24 junio 1978 a 30 junio 1979 .

a Amount of incident precipitation and b-e Chemistry of throughfall in the evergreen-oak wood at La Castanya (Montseny, Barcelona) during 24 June 1978 to 30 June 1979 .

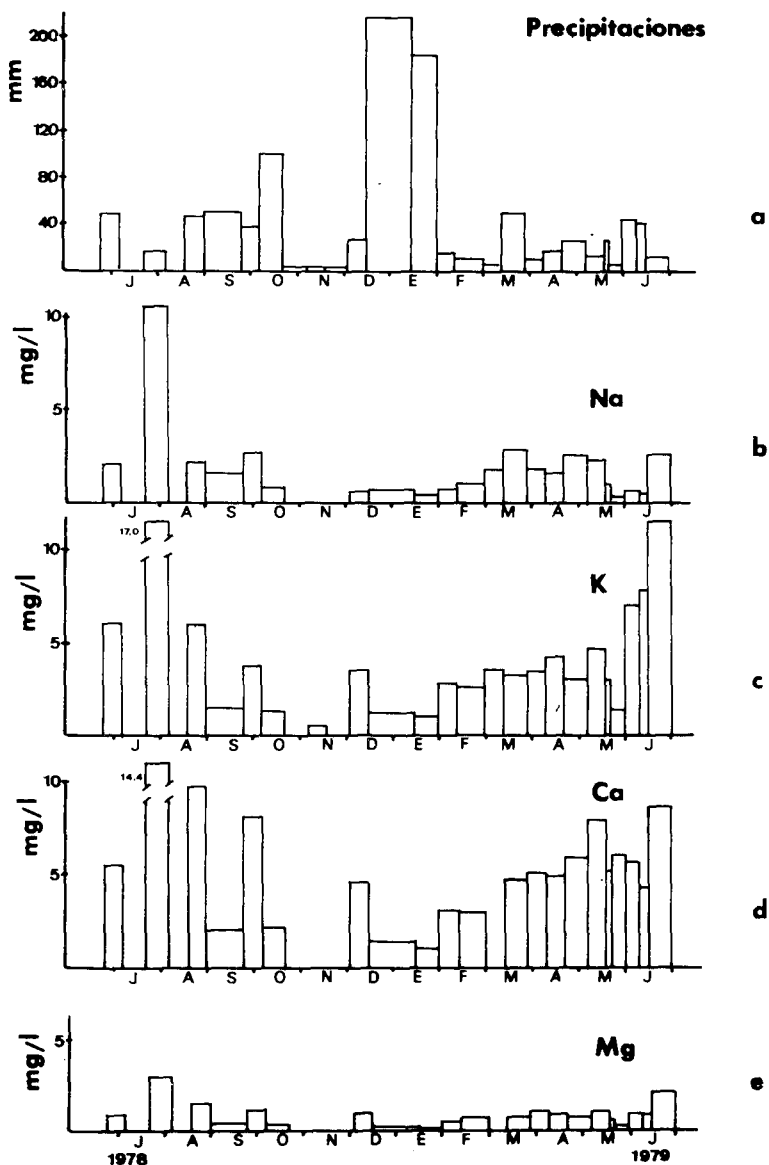


Tabla 1.

Concentraciones medias, ponderadas por volumen, de Na, K, Ca y Mg en la precipitación incidente y en la trascolación en el encinar montano de La Castanya (Montseny) desde 24 junio 1978 a 30 junio 1979 (mg l⁻¹).

Volum-weighted mean concentrations of Na, K, Ca and Mg in bulk precipitation and throughfall in the evergreen-oak forest at La Castanya (Montseny) during 24 June 1978 to 30 June 1979 (mg l⁻¹).

ELEMENTO	PRECIPITACION INCIDENTE (1)	TRASCOLACION (2)	DIFERENCIA (2) - (1)	RELACION (2)/(1)
Na	0.70	1.34	0.64	1.91
K	0.15	3.20	3.05	21.33
Ca	1.49	3.74	2.25	2.51
Mg	0.20	0.63	0.43	3.15

En la precipitación incidente, Na y Mg se consideran fundamentalmente de origen marino, mientras que K y Ca se consideran fundamentalmente de origen continental . Se han utilizado las proporciones Na/K y Mg/Ca como indicadores del grado de influencia marítima en el quimismo de las precipitaciones (Gore, 1968; Eaton *et al.* 1973) . Estas proporciones, en equivalentes, valen en el agua de mar Na/K = 47.0 y Mg/Ca = 5.6 según datos de Goldberg (1963) . En lugares muy oceánicos las proporciones iónicas de la lluvia se acercan a estos valores, mientras que en lugares continentales son mucho más bajas (Gore, 1968) . En La Castanya, las medias ponderadas por volumen de estas relaciones son (entre paréntesis - los extremos observados) : Na/K = 8.0 (1.6-23.4), Mg/Ca = 0.2 (0.06-0.4) . El cociente Na/K obtenido podría indicar una influencia marítima débil o moderada, quizá menor de la esperable si tenemos en cuenta que la distancia al mar es tan sólo de 27 km, y que el eje Riera de La Castanya-Alto Tordera, encarado a mar, debe ser una vía de penetración del aire marítimo . El bajo cociente Mg/Ca reflejaría el enriquecimiento en Ca ya comentado.

El agua de trascolación está enriquecida en los cuatro elementos (fig.2, tabla 1) . El enriquecimiento es máximo para el K, intermedio para el Ca y Mg, y mínimo para el Na . Este orden de enriquecimiento diferencial es casi una constante en todos los trabajos sobre el tema y refleja el origen y la movilidad de cada ión. El K es escaso en la lluvia incidente y en la deposición seca, pero abunda en los tejidos vegetales, en los que, por no tener función estructural, es un elemento muy móvil y fácilmente lixiviable; esto explica el gran aumento de K dentro del bosque . El Ca es abundante en la precipitación incidente, en la deposición seca y en los tejidos vegetales, con una movilidad moderada en estos últimos, por lo que resulta una concentración alta dentro del bosque, pero un enriquecimiento relativo menor que el K . El Mg es escaso en la lluvia incidente y en la deposición seca y no muy abundante y poco móvil en los tejidos vegetales, por lo que experimenta un enriquecimiento moderado . El Na es relativamente abundante en la lluvia incidente pero muy escaso en los órganos vegetales, resultando un enriquecimiento mínimo dentro del bosque.

En la tabla 2 figuran los aportes anuales de Na,

Tabla 2.

Aportes anuales en la precipitación incidente, en la trascolación, y aportes netos de Na, K, Ca y Mg en el encinar montano de La Castanya (Montseny) desde 24 junio 1978 a 30 junio 1979 (kg ha⁻¹ año⁻¹).

Na, K, Ca, and Mg fluxes in bulk precipitation and throughfall, and amount of nutrients removed from the canopy in throughfall in the evergreen-oak forest at La Castanya (Montseny) during 24 June 1978 to 30 June 1979 (kg ha⁻¹ year⁻¹).

ELEMENTO	PRECIPITACION INCIDENTE	TRASCOLACION	APORTES NETOS
Na	6.7	8.3	1.5
K	1.4	19.7	18.3
Ca	14.4	23.1	8.7
Mg	2.0	3.9	1.9

K, Ca y Mg fuera y dentro del bosque, así como los aportes anuales netos en las aguas de lluvia . A falta de la escorrentia cortical, los aportes netos quedan subestimados . Los aportes incidentes de K y Mg son bajos y es difícil que tengan mucha significación en el funcionamiento del bosque . Los aportes incidentes de Na son mayores, pero el Na no es un elemento indispensable para las plantas, y los pequeños requerimientos de los animales deben ser más que satisfechos por la meteorización de los esquistos que, según datos propios no publicados, libera gran cantidad de Na . Los aportes incidentes de Ca podrían tener alguna influencia en el bosque .

En los aportes por trascolación (tabla 2) destacan mucho el K y el Ca, elementos para los cuales, al igual que para el Na, una fracción importante del retorno al suelo se realiza en las aguas de lluvia (cf. Verdú *et al.*, 1980) . Los resultados de Rapp (1969) en dos encinares cercanos a Montpellier son ($\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$): a) aportes por trascolación, Na 25-62, K 21-52, Ca 26-48, Mg 3-8; b) aportes netos, Na 9-20, K 19-38, Ca 16-23, Mg 1-5. Estos aportes son, en conjunto, bastante más elevados que los obtenidos en La Castanya . Los dos encinares estudiados por Rapp están a menor altitud, sobre terrenos calcáreos y tienen aparentemente mayor influencia marítima que La Castanya, todo lo cual tiende a aumentar los aportes de nutrientes en las aguas de lluvia .

SUMMARY

Volume and dissolved nutrient content (Na, K, Ca, and Mg) of incident precipitation and throughfall are under study in a montane-mediterranean evergreen-oak (*Quercus ilex* L.) forest at La Castanya (Montseny, Barcelona) .

Amount of precipitation is measured with 4 (within) and 2 (outside the forest) polyethylene gauges with 19 cm funnels . Precipitation chemistry is monitored through 8 (within) and 2 (outside the forest) acid-washed, continuously-open polyethylene rain collectors with the funnels covered by a hood made of 2 mm plastic mesh to exclude insects and coarse debris . Rain collectors are changed by clean ones on a biweekly basis and the precipitation samples deep frozen until chemical analyses .

This paper reports preliminary results from the first year of study : 24 June 1978 to 30 June 1979 . As judged through the records of a nearby weather station, this year proved to be a normal one as for total rainfall, although an abnormal one as for monthly distribution of precipitations .

Total incident precipitation and throughfall amounted to 969 and 617 mm, respectively . Concentrations of the four analysed cations were highly variable along the year (figs. 1-2), being generally higher in spring-summer than in autumn-winter rains both within and outside the forest . Volume-weighted mean concentrations are given in table 1, and nutrient fluxes in table 2. On the average, incident precipitation at La Castanya is relatively high in Ca (1.5 mg l^{-1}), medium in Na (0.7), and low in K (0.2) and Mg (0.2) . Throughfall is enriched - in all four elements with respect to incident precipitation: K 21 times, Mg 3 times, Ca 2.5 times, and Na 2 times .

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, S.E., CARLISLE, A., WHITE, E.J. y EVANS, C.C. 1968 . The plant nutrient content of rainwater . *J.Ecol.*, 56:497-504 .
- ASTRUP, M. y BULOW-OLSEN, A. 1979 . Nutrient cycling in two Danish beech forests growing on different soil types . *Holarctic Ecology*, 2:125-9 .
- BRAEKKE, F.H. (ed.) 1976 . *Impact of Acid Precipitation on Forest and Freshwater Ecosystems in Norway* . Research Report FR 6/76, 111 pp., Oslo .
- CARLISLE, A., BROWN, A.H.F. y WHITE, E.J. 1966 . The organic matter and nutrient elements in the precipitation beneath a sessile oak (*Quercus petraea*) canopy . *J.Ecol.*, 54:87-98 .
- CARLISLE, A., BROWN, A.H.F. y WHITE, E.J. 1967 . The nutrient content of tree stemflow and ground flora litter and leachates in a sessile oak (*Quercus petraea*) woodland . *J.Ecol.*, 55:615-627 .
- COMERFORD, N.B. y WHITE, E.H. 1977 . Nutrient content of throughfall in paper birch and red pine stands in northern Minnesota. *Can. J.For.Res.*, 7:536-561 .
- DENAËYER-DE SMET, S. 1966 . Bilan annuel des apports d'éléments minéraux par les eaux de précipitation sous couvert forestier dans la forêt mélangée caducifoliée de Blaimont (Virelles-Chimay) . *Bull.Soc.Roy.Bot.Belg.*, 99:345-375 .
- DENAËYER-DE SMET, S. 1969 . Apports d'éléments minéraux par les eaux de précipitations, d'égouttement sous couvert forestier et d'écoulement le long des troncs (1965, 1966, 1967) . *Bull.Soc.Roy.Bot.Belg.*, 102:355-372 .
- DOCHINGER, L.S. y SELIGA, T.A. (eds.) 1976 . *Proceedings of the First International Symposium on Acid Precipitation and the Forest Ecosystem* . USDA For.Serv.Gen.Tech. Rep. NE-23 .
- EATON, J.S., LIKENS, G.E. y BORMANN, F.H. 1973 . Throughfall and stemflow chemistry in a northern hardwood forest . *J.Ecol.* 61: 495-508 .
- EGNER, H., ERIKSSON, E. y BRODIN, G. 1955-1960 . Current data on the chemical composition of air and precipitation. *Tellus*, 7-12
- ERIKSSON, E., 1952 . Composition of atmospheric precipitation. II. Sulfur, chloride, iodine compounds . Bibliography . *Tellus*, 4: 280-303 .

- GOLDBERG, E.D. 1963 . The Oceans as Chemical Systems . En M.N. - Hill (ed.) *The sea*, vol.2, pp.3-25 . Interscience Publishers , New York .
- GORE, A.J.P. 1968 . The supply of six elements by rain to an upland peat area . *J.Ecol.*, 56:483-495 .
- HENDERSON, G.S., HARRIS, W.F., TODD Jr.D.E. y GRIZZARD, T. 1977 . Quantity and chemistry of throughfall as influenced by forest-type and season . *J.Ecol.*, 65:365-374 .
- HUTCHINSON, G.E. 1957 . *A Treatise on Limnology* . Vol.1, Wiley, - New York .
- LEMEE, G. 1974 . Recherches sur les écosystèmes des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau . IV. Entrées d'éléments minéraux par les précipitations et transfert au sol par le pluviollessivage . *Oecol.Plant.*, 9:187-200 .
- LIKENS, G.E. y BORMANN, F.H. 1974 . Acid rain : a serious regional environmental problem . *Science*, 184:1176-1179 .
- LIKENS, G.E., BORMANN, F.H., PIERCE, R.S., EATON, J.S. y JOHNSON, N.M. 1977 . *Biogeochemistry of a Forested Ecosystem* . Springer-Verlag, New York .
- RAPP, M. 1969 . Apport d'éléments minéraux au sol par les eaux de pluviollessivage sous des peuplements de *Quercus ilex*, *Quercus lanuginosa* et *Pinus halepensis* . *Oecol.Plant.*, 4:71-92 .
- RAPP, M. y ROMANE, F. 1968 . Contribution a l'étude du bilan de l'eau dans les écosystèmes méditerranéens . I. Egouttement des précipitations sous des peuplements de *Quercus ilex* L. et de *Pinus halepensis* Mill. *Oecol.Plant.*, 3:271-284 .
- TERRADAS, J., FERRES, LL., LOPEZ-SORIA, L., RODA, F. y VERDU, A.M.C. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny . I. Objetivos generales y descripción del área de estudio . *Mediterránea*, 4
- VERDU, A.M.C., FERRES, Ll. y RODA, F. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny . IV. Producción de hojarasca . *Mediterránea*, 4 .

ESTRUCTURA Y FUNCIONALISMO DE UN ENCINAR MONTANO EN EL MONTSENY .

IV. PRODUCCION DE HOJARASCA ¹

Por

A.M.C.VERDU ², LL.FERRES ³, F.RODA ³ y J.TERRADAS ³

INTRODUCCION

En el presente trabajo, exponemos los primeros resultados sobre la producción de hojarasca y la consiguiente restitución al suelo de algunos elementos minerales (Na, K, Ca y Mg), en el encinar montano de La Castanya (Montseny, Barcelona) . El estudio se inscribe dentro de un programa de investigación más amplio sobre estructura y funcionalismo de los ecosistemas forestales del Montseny .

La caída de hojarasca al suelo constituye una de las transferencias de energía y materia más importantes para el mantenimiento del funcionalismo del bosque (Rochow, 1974), ya que cubre una de las fases de la circulación de nutrientes dentro del ecosistema forestal, la de retorno desde la biomasa vegetal a la reserva edáfica. No es de extrañar por ello que haya sido objeto de numerosas publicaciones, destacando entre éstas la revisión de Bray y Gorham (1964) .

Prácticamente, los únicos estudios de esta índole realizados en bosques del mismo tipo que el escogido por nosotros son los de Rapp (1969), que ha completado el balance de los nutrientes principales en dos encinares mediterráneos (Rouquet y Madeleine) cercanos a Mont

-
1. Este trabajo ha disfrutado de una Ayuda de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana .
 2. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .
 3. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .

pellier (Francia) y los de Poli, Leonardi y Bella (1974) que han trabajado en la producción de hojarasca en un en cinar mediterráneo de la vertiente occidental del Etna, Monte Minardo .

METODOS

El área de estudio, la parcela experimental de La Castanya, en el Montseny, se describe en el primer artículo de la serie (Terradas *et al.*, 1980).

Los resultados¹ que presentamos corresponden al período de un año de estudio, comprendido entre los me ses de Mayo de 1978 y 1979 .

Para la recolección de la hojarasca se han uti lizado trampas en forma de cono invertido de malla plás tica de 2 mm de poro, con una superficie receptora de 0.25 m², situada a 84 cm del suelo .

Inicialmente se instalaron ocho trampas. Seis me ses más tarde se colocaron otras ocho . En total dieci-seis trampas, distribuidas al azar en la parcela experi mental de 0.22 ha .

Los dispositivos son vaciados dos veces por mes. La hojarasca recogida en cada una de las trampas es lle vada al laboratorio, secada en la estufa a 75°C durante tres días y pesada . A continuación se separa en las si guientes fracciones:

- hojas de encina
- ramas finas de encina (diámetro inferior a 0.5 cm y longitud menor de 40 cm)
- inflorescencias y frutos de encina
- el resto constituye la fracción que denomina-

1. Estos resultados no incluyen la fracción "ramas" de diámetro superior a 0.5 cm y de longitud mayor de 40 cm . Desde el 2/4/79 se muestrea mensualmente la citada fracción .

mos miscelánea (hojas, ramas finas, frutos de otras especies arbóreas y arbustivas, deyecciones de aves e insectos, restos no identificados, etc.)

Una vez clasificado, este material es pesado, triturado y digerido según el método de la digestión húmeda (Duque Macías, 1971) para la determinación cuantitativa de los elementos minerales. Na y K se analizan por fotometría de llama. Ca y Mg por absorción atómica en el Servicio de Espectroscopía de la Universidad de Barcelona. En todos los patrones se añade un volumen constante de mezcla ácida (H_2SO_4 , HNO_3 y $HClO_4$ - en la proporción 1-10-4) hasta conseguir la concentración de las muestras. Para Ca y Mg se añade La 400 ppm a muestras, blancos y patrones.

RESULTADOS Y DISCUSION

El grado de cobertura y la pauta de distribución de las ramas en las copas de los árboles, principalmente, provocan la heterogeneidad espacial que se refleja en los errores estandar (expresados en tanto por ciento de la media) de las tasas quincenales de caída de hojarasca, que varían entre 6.5 y 52.6.

La cantidad de hojarasca caída en el período de estudio ha sido de 4.52 ± 0.39 t ha⁻¹ año⁻¹ (I.C. del 95%). Por fracciones, las hojas representan el 68.11% del total (3.08 t ha⁻¹ año⁻¹); las ramas finas, el 23.22% (1.05 t ha⁻¹ año⁻¹); los frutos y las inflorescencias, el 3.21% (0.14 t ha⁻¹ año⁻¹). El porcentaje restante, un 5.46% (0.25 t ha⁻¹ año⁻¹) corresponde a la miscelánea.

El valor de la producción total se aproxima, aunque es inferior, a la media (5.5 t ha⁻¹ año⁻¹) que Bray y Gorham (1964) citan para la zona climática templada meridional (*warm temperate*).

En la tabla 1 presentamos los valores de producción de hojarasca, así como algunas características importantes de los encinares de Rouquet, Madeleine y Monte Minardo.

Tabla 1 . Características y valores de producción de hojarasca de cuatro encinares . (1) Rouquet, Montpellier . (2) Madeleine, Montpellier . (3) M.Minardo (Etna) . (4) La Castanya, Barcelona

Stand characteristics and litterfall in four evergreen-oak woods : (1) Rouquet, Montpellier; (2) Madeleine, Montpellier; (3) M.Minardo, Etna; (4) La Castanya, Barcelona .

	(1)	(2)	(3)	(4)
Densidad de árboles (n° ha ⁻¹)	1440	527	-	2008
Area basal (m ² ha ⁻¹)	38.8	42.0	-	26.6
Edad (años)	130-150	-	25	-
Producción de hojarasca (t ha ⁻¹ año ⁻¹)	3.8	7.0	3.4	4.5

En (1), (2) y (3) los valores de producción representan el promedio de cuatro años de estudio.

In (1), (2) and (3), litterfall figures are mean values of a four-year study .

Si comparamos la participación de cada fracción en el total caído (tabla 2) de los encinares mencionados con el de La Castanya, destaca la concordancia de porcentaje de las hojas . Por el contrario, el valor que obtenemos para frutos e inflorescencias es muy bajo, lo que puede atribuirse a las condiciones del año de estudio, particularmente poco favorables, aunque es posible que esta explicación resulte insuficiente .

VARIACION ESTACIONAL

Durante todo el año se ha registrado caída de hojarasca (fig.1) . Por mínima que fuera la cantidad, las fracciones hojas y ramas finas han estado presentes en todas las recolecciones . Han sido seis los períodos en que no se ha recogido cantidad alguna de frutos e inflorescencias .

En el gráfico de las tasas de caída de hojarasca para cada período (fig.1), observamos tres máximos (tasa superior a $2 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), dos de los cuales se deben a fenómenos meteorológicos, los de la segunda quincena de agosto (granizada) y la segunda de noviembre (tormentas). En Rouquet, Madeleine y Monte Minardo la frecuencia anual de estos sucesos es de 0 ó 1, según los años .

La caída de hojas tiene una marcada pauta estacional, siendo el período de más intensidad el que va de mayo a mitades de agosto (más de un 55% del peso total de hojas caídas), con un máximo hacia junio . Esta pauta concuerda bastante con las que se han observado en Rouquet, Madeleine y Monte Minardo . En el período de estudio no hemos constatado la presencia de un máximo en setiembre que, ocasionalmente, aparece en los encinares mencionados .

Las ramas finas, como ya han señalado diversos autores, no manifiestan una tendencia a caer en determinada estación . Frecuentemente, la caída es atribuible a factores meteorológicos . Los dos máximos para esta fracción coinciden con los dos períodos a los que aludíamos antes .

Tabla 2 . Comparación del porcentaje de cada una de las fracciones respecto al total caído en los encinares de Rouquet (1), M.Minardo (2) y La Castanya (3) .

Amounts of the different litter fractions (leaves, branches, fruits plus inflorescences, and other material) expressed as a percentage of total litterfall in the evergreen-oak woods of Rouquet (1), M. Minardo (2) and La Castanya (3) .

	(1)	(2)	(3)
Hojas	63.7	59.9	68.1
Ramas	20.8	9.0	23.2*
Frutos e inflor.	15.5	18.0	3.2
Otras	-	13.0	5.4

En (1) y (2) los valores representan el promedio de cuatro años de estudio.

* Este valor sólo incluye ramas finas (ver texto).

In (1) and (2) figures are mean values of a four-year study .

* Large branches not included (see text) .

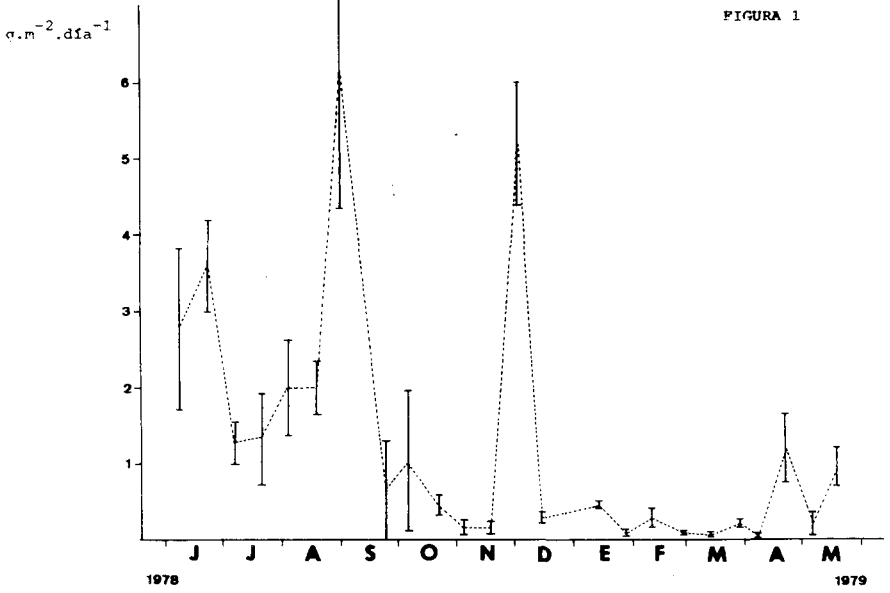


FIGURA 1

Figura 1 . Tasa de caída de hojarasca en el encinar de La Castanya .
En $\text{g/m}^2/\text{d}$ (peso seco) .

Litterfall tax in the La Castanya evergreen-oak forest .
In $\text{g/m}^2/\text{d}$.

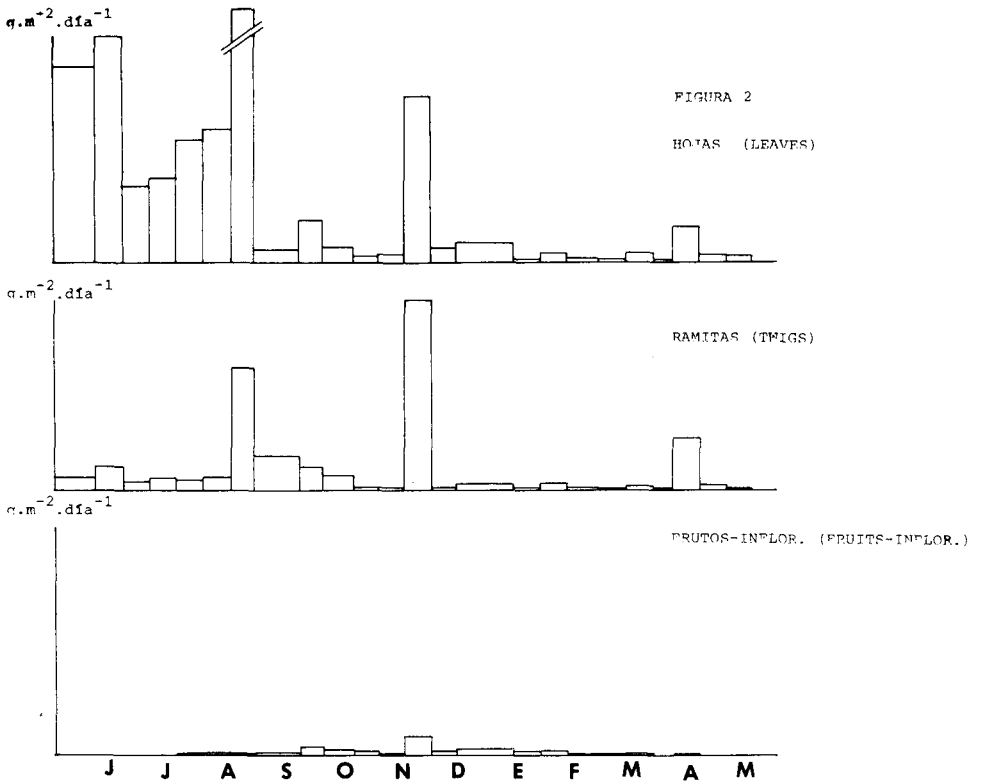


Figura 2 . Tasa de caída de las diferentes fracciones de hojarasca en encinar de La Castanya . En $g/m^2/d$.

Litterfall tax for different litter fractions in the La Castanya evergreen-oak forest . In $g/m^2/d$.

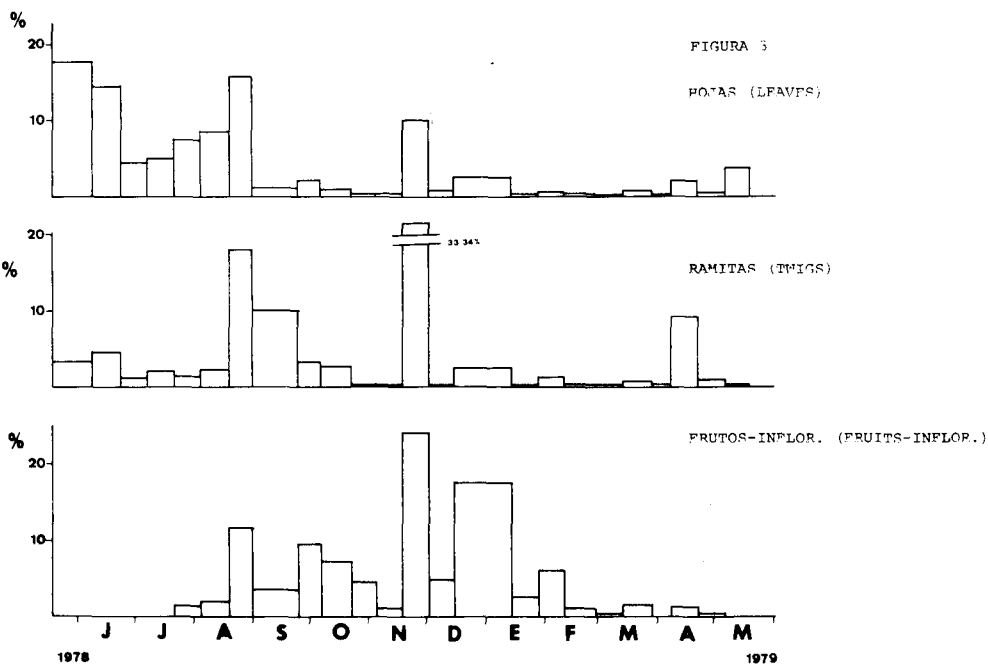


Figura 3 . Fluctuaciones en la caída de la hojarasca (por fracciones) .
 En ordenadas, el peso (g) caído en el período considerado,
 referido al total de la fracción correspondiente (en %) .

Litterfall fluctuations; litter weight (in g) is referred
 to total litter weight failed during the observation time.

La caída de frutos se da en dos fases: en otoño caen, predominantemente, las bellotas abortadas y en invierno hacen lo propio las desarrolladas y sus cúpulas.

Las figuras 2 y 3 resumen lo que acabamos de comentar .

RENOVACION DE LA BIOMASA FOLIAR DE LA ENCINA

En el encinar de La Castanya, la biomasa foliar de la encina durante el invierno de 1978-79 era de 6.1 t ha^{-1} (Ferrés *et al.*, 1980), y la producción anual, estimada por la recolección de hojarasca, de $3.08 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Así pues, el tiempo de renovación de esta biomasa es de dos años. Esta cifra es ligeramente superior a la hallada en Rouquet (1.8 años), tras cuatro años de observaciones. Este tiempo de renovación sería coherente con la interpretación de los autores que han trabajado en Rouquet, Madeleine y Monte Minardo, de que en estos encinares se presenta un ciclo bianual en la caída de -hojas, que se traduce en una producción de hojas más ele vada uno de cada dos años. Por consiguiente, consideran do como unidad de tiempo períodos de dos años, la producción de hojas tendrá fluctuaciones mucho menores que las que pueden aparecer de año en año .

APORTES ANUALES DE NA, K, CA Y MG POR LA CAIDA DE HOJARASCA

En la tabla 3 se presentan los aportes anuales de estos cuatro elementos, en las distintas fracciones de la hojarasca. En la tabla 4 figuran los valores ex tremos de las concentraciones de estos cationes en las citadas fracciones .

Las variaciones de la concentración a lo largo del año, de estos cuatro elementos y en las tres fraccio nes son moderadas y resultan difíciles de interpretar .

Tabla 3 . Aportes anuales en las tres fracciones de la hojarasca de encina de Na, K, Ca y Mg en el encinar montano de La Castanya (Montseny) . En kg ha⁻¹ año⁻¹ .

Annual inputs of Na, K, Ca and Mg to the forest floor through evergreen-oak litterfall in the evergreen-oak wood at La Castanya (Barcelona) . In kg ha⁻¹ yr⁻¹ .

	Na	K	Ca	Mg
Hojas	0.62	15.08	27.53	4.03
Ramas finas	0.13	2.35	13.53	1.24
Frutos e Inflor.	0.01	0.85	0.58	0.16
Total	0.76	18.28	41.64	5.43

Tabla 4 . Valores extremos de las concentraciones de Na, K, Ca y Mg en las tres fracciones de la hojarasca de encina del encinar montano de La Castanya . En % peso seco .
 Extreme values of Na, K, Ca and Mg contents in evergreen-oak litter-fall in the evergreen-oak wood at La Castanya (Barcelona) . In % oven-dry weight .

	Na	K	Ca	Mg
Hojas	0.01 - 0.03	0.31 - 0.60	0.73 - 1.15	0.09 - 0.18
Ramas finas	0.009 - 0.02	0.09 - 0.49	0.72 - 1.65	0.07 - 0.15
Frutos - Inf.	0.005 - 0.01	0.26 - 0.77	0.17 - 0.65	0.07 - 0.18

Tabla 5 . Aportes anuales de Na, K, Ca y Mg en la trascolación de la lluvia, netos en la lluvia; en la hojarasca caída y totales restituidos al suelo . En Kg ha⁻¹ año⁻¹.

Annual inputs of Na, K, Ca and Mg to the forest floor in the evergreen-oak wood at La Castanya (Barcelona): in throughfall; removed from the canopy; in litterfall; and in throughfall plus litterfall. In kg ha⁻¹ yr⁻¹ .

ELEMENTO	TRASCOLACION	NETOS	HOJARASCA	TOTALES
Na	8.3	1.5	0.8	9.1
K	19.7	18.3	18.3	38.0
Ca	23.1	8.7	41.6	64.7
Mg	3.9	1.9	5.4	9.3

Las más destacables son las del Ca y K, en especial es
te último .

La suma de los aportes anuales de Na,K,Ca y Mg representa un porcentaje de 1.46 respecto al peso total de la hojarasca caída . En Rouquet es de 2.23 y en Madeleine de 2.47 . La diferencia estriba, en gran parte, en los aportes de calcio, que son notablemente más elevados en estos dos encinares, sobre sustrato calcáreo.

La ordenación de cationes, según la importancia cuantitativa de los aportes, es idéntica a la que se -
obtiene en los encinares franceses y en cambio muy diferente, lógicamente, de la que resulta en los aportes anuales por trascolación de la lluvia (*throughfall*) y en los aportes netos (diferencia entre los primeros y los de la lluvia incidente) (Rodá *et al.*, 1980) . En la tabla 5 se reúnen los aportes de los distintos compartimentos citados, así como los totales, que son restítuídos al suelo .

SUMMARY

Litterfall and its concomitant mass and nutrient (Na, K, Ca and Mg) fluxes to the forest floor are studied in a montane-mediterranean evergreen-oak (*Quercus ilex* L.) wood at La Castanya (Montseny, Barcelona) .

Litterfall is collected biweekly in 16 (only 8 during the first 6 months) conical, 0.25 m² litterfall traps randomly distributed over a 0.22 ha experimental plot .

Results from the first year of study (May 1978 - May 1979) are reported in this paper . Litterfall amounted to 4.5 t ha⁻¹ yr⁻¹, not including in this figure the branches longer than 40 cm or thicker than 5 mm.

Leaves represented 3.08 t ha⁻¹ yr⁻¹ (68.11% of litterfall), twigs 1.05 t ha⁻¹ yr⁻¹ (23.22%), and fruits and inflorescences 0.14 t ha⁻¹ yr⁻¹ (3.21%) . Leaf fall exhibited a distinct seasonal maximum in late spring-early summer, but total litterfall peaked later when an autumn hailstorm and a november windstorm struck the forest .

Nutrient contents of freshly-fallen evergreen-oak litter were within the range of published values - for this species .

Nutrient fluxes in litterfall were (kg ha⁻¹ yr⁻¹) : Na 0.76, K 18.28, Ca 41.64 and Mg 5.43 .

Throughfall data from Rodá *et al.* (1980) allowed to compute the following nutrient fluxes in litterfall plus throughfall (kg ha⁻¹ yr⁻¹): Na 9.1, K 38.0, Ca 64.7 and Mg 9.3 .

BIBLIOGRAFIA

- ALVERA, B. 1973 . Estudios en bosques de coníferas del Pirineo Central : Pinar con acebo de San Juan de la Peña: 1)"Producción - de hojarasca" . *Pirineos*, 109:17-29, Jaca .
- ALVERA, B. 1974 . Retorno al suelo de materia orgánica y bioelementos minerales en dos bosques altoaragoneses . *Comunicación al VII Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos* . Seo de Urgell .
- AUSSENAC, G. 1969 . Production de litière dans divers peuplements forestiers de l'est de la France . *Oecol.Plant.* IV:225-236 .
- BRAY, J.R. y GORHAM, E. 1964 . Litter production in forest of the world . *Advances in Ecological Research*, 2:101-157 . London , - N.Y., Academic Press .
- DUQUE MACIAS, F. 1971 . Determinación conjunta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y cinc en plantas . *An.Edaf.Agrób.*, 30(3-4):207-229 . Madrid .
- DUVIGNEAUD, P., DENAEYER-DE SMET, S. y MARBAISE, J.L., 1969 . Litie re totale annuelle et restitution au sol des polyéléments biogènes . *Bull.Soc.Roy.Bot.Belgique.*, 102:339-354 .
- FERRES, Ll., RODA, F. y VERDU, A.M.C. 1980 . Estructura y funcionamiento de un encinar montano en el Montseny . II. Biomasa arbórea . *Mediterránea*, 4 .
- LOSSAINT, P. y RAPP, M. 1971 . Répartition de la matière organique productivité et cycles des éléments minéraux dans des écosystèmes de climat méditerranéen . En P.Duvigneaud (ed.). *Productivité des écosystèmes forestiers* . Actes Coll. Bruxelles, Unesco.
- POLI, E., LEONARDI, S. y BELLA, R. 1974 . Produzione di lettiera - nella lecceta del M. Minardo (Etna) nel periodo Settembre 1970 Giugno 1974 . *Arch. Bot. Bio.Ital.*, L, 4a.Ser., XIX, fasc. III -IV, 87-106 .
- RAPP, M. 1967 . Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux et d'azote dans un bois de pins d'alep (*Pinus halepensis* Mill.). *Oecol.Plant.*, 2:325-338 .
- RAPP, M. 1969 . Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux dans deux écosystèmes méditerranéens. La forêt de *Quercus ilex* L. et la garrigue de *Quercus coccifera* L. *Oecol. - Plant.*, 4:377-410 .
- ROCHOW, J.J. 1974 . Litter fall relations in a Missouri forest . - *Oikos*, 25:80-85 .

- RODA, F., FERRES, Ll. y VERDU, A.M.C. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny . III . Contenido de sodio, potasio, calcio y magnesio en las aguas de lluvia . *Mediterránea*, 4 .
- SYKES, J.M. y BUNCE, R.G.H. 1970 . Fluctuations in litter-fall in a mixed deciduous woodland over a three-year period 1966-68 . *Oikos*, 21:326-329 .
- TERRADAS, J., FERRES, Ll., LOPEZ-SORIA, L., RODA, F. y VERDU, A.M.C 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny . I. Objetivos generales y descripción del área de estudio . *Mediterránea*, 4 .

DATOS DE FENOLOGIA, REDUCCION DE HOJA Y VARIACIONES ESTACIONALES DE LA COMPOSICION FOLIAR, EN CUATRO ESPECIES DEL MATORRAL COSTERO DEL MEDITERRANEO MERIDIONAL IBERICO¹.

Por J.MARTIN² y A. ESCARRE³

INTRODUCCION

En un trabajo anterior (Seva y Escarré, 1976) se dejó constancia de la presencia en la isla de Nueva Tabarca (provincia de Alicante) de un espinar xérico formado por *Withania frutescens*, *Lycium intricatum* y *Asparagus albus*, que presentaba la particularidad de estar desprovisto de hojas por completo en algún momento del verano. En opinión de Rigual (1972) se trataría de un fragmento relicto del *Quercus-Lentiscetum*. Bolós (1967) considera *Asparagus albus* y *Withania frutescens* especies características del *Oleo-Ceratonion* junto con, entre otras, *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides*. Además reconoce a *Lycium intricatum* como característica de la alianza *Salsolo-Peganion* si bien deja como probable que también lo sea de *Oleo-Ceratonion*.

El agrupamiento espacial de los tres arbustos citados imbricados en un denso espinar y aparentemente sin cronizados en la pérdida estival de la hoja, sugirió un estudio más detallado de estas especies, a las que se añadió el *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides*, ausente de Nueva Tabarca pero presente en el Cabo de Santa Pola, donde se seleccionó la zona de estudio. En primer lugar se consideró importante seguir un esquema fenológico inicial como el que se aporta en este trabajo, primera aproximación que no considera las relaciones entre la fenología de las especies y los factores climáticos en espera de

1. Este trabajo ha disfrutado de una Ayuda de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana.

2. Departamento de Biología. C.E.U. de Alicante

3. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Univ. Alicante.

poder completar un mínimo de tres años de observación. Además, en esta primera aportación se intenta cuantificar el fenómeno de reducción de hoja y relacionarlo con los contenidos foliares en agua, pigmentos y elementos minerales, con el fin de detectar procesos de reaprovechamiento y acumulación que permitan una valoración de la eficacia de estas especies frente a los caducifolios otoñales.

ZONA DE ESTUDIO, SISTEMA DE MUESTREO Y PROCEDIMIENTOS ANALITICOS .

En Marzo de 1978 se eligió como enclave de estudio la zona inferior del Cabo de Santa Pola (UTM YH320180) situada a unos 20 Km. al sur de Alicante, y cuyo substrato está constituido por calizas biohêrmicas del Mioceno superior (Messiniense) pertenecientes a la formación conocida como "Arrecife de Santa Pola" . Sobre este substrato se desarrolla un matorral abierto de carácter termófilo perteneciente, muy probablemente, a la asociación *Chaerophoro-Rhamnetum lycioides* O.de Bolós 1957, en la que dominan las cuatro especies seleccionadas, en especial el *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides* .

A partir de la fecha indicada se seleccionaron y marcaron diez individuos de cada especie de los que se recogen muestras y se hacen observaciones fenológicas con intervalos de quince días . Cada muestra está compuesta de diez submuestras individuales de aproximadamente 10gr. cada una, todas ellas tomadas de la parte superior soleada de cada ejemplar . Cada submuestra es introducida en una bolsa de plástico y etiquetada, y se conserva en una nevera portátil hasta la llegada al laboratorio . Una vez en él se pesan hoja y tallo de cada submuestra y se hacen muestras alícuotas duplicadas de 20gr. cada una; las primeras se secan en una estufa a 105° para calcular su peso seco; las segundas, una vez lavadas, se secan a 80° y son utilizadas para el análisis de elementos . Con flores y frutos se realiza un proceso similar . Previamente se extraen dos submuestras de 250 mg. de la muestra de hojas, para la extracción de pigmentos . Una vez conocidos los pesos secos de hojas y tallos se aplican a los pesos frescos de las submuestras y se calcula el Índice de Persistencia Foliar (abreviado IPF) que se define como el cociente entre la suma de los pesos secos de hoja de las

submuestras, partida por la suma de los pesos secos de tallo de las mismas .

La técnica utilizada para la extracción y valoración de pigmentos es la recomendada en Sestak *et al.* (1971) para pequeñas cantidades de muestra, consistente en la utilización de un pistón homogeneizador para disgregar la muestra y el uso de acetona al 80% como extractante . Rigau (1966) en un estudio comparativo sobre díversas técnicas de extracción y valoración de pigmentos foliares llega a la conclusión de que esta es la técnica cuantitativa más adecuada en todos los aspectos .

La muestra utilizada para el análisis del contenido en pigmentos es, como se ha dicho anteriormente, de 250 mg. de peso fresco y está hecha alícuotamente a partir de la muestra de hoja de cada individuo . La extracción se hace con un volumen de acetona suficiente para asegurar la máxima extracción de pigmento . En el momento de su realización se añade una pequeñísima cantidad de carbonato magnésico a la acetona para neutralizar todos los ácidos que puedan degradar las clorofilas . Una vez realizado el extracto se filtra a través de un embudo placa filtrante Pyrex 4 con ayuda de una trompa de vaccío . Con los filtrados se realiza un barrido en un espectrofotómetro Hitachi 100-60, desde 390 nm hasta 750nm. Como criterio de pureza de los filtrados se utiliza la absorbancia a 750 nm. que ha de ser menor de 0.01. Para el cálculo de los contenidos de clorofila se han utilizado las expresiones propuestas por Ziegler y Egle (1965). Los contenidos en clorofila a y b en mg l^{-1} son referidos posteriormente a contenido en mg gr^{-1} de peso seco.

Para el análisis de elementos las muestras secadas a 80° se muelen hasta convertirlas en polvo fino, la hoja y fruto en un molino de café y el tallo en un molino de anillos . Estas muestras se vuelven a secar y de ellas se hacen tomas de análisis, pesadas con cuatro de cimales .

La técnica utilizada para la determinación del nitrógeno es la de Kjeldahl . La valoración se hace en un aparato Kjeldahl-Bouat-Afora . Previamente la muestra, de 0.2 gr. se somete a una digestión ácida en caliente con ácido sulfúrico y como catalizador una mezcla de sulfato potásico, sulfato de cobre y selenio .

Para la determinación de fósforo se ha utilizado el método de Kitson y Mellon o del amarillo de vanadato-molibdato descrito en Chapman y Pratt (1973) y en Jackson (1964) .

Los restantes elementos Ca, Mg, Na y K se determinan mediante espectrofotometría de absorción atómica - con un aparato Perkin-Elmer 373 . Para estas determinaciones, así como para la de fósforo, se hacen tomas de 0.5 gr. de material pulverizado que se incineran en un horno-mufla a 450° durante 12 horas . Una vez enfriadas las cenizas se disuelven con ácido clorhídrico al 20% v/v y se filtran, elevando el volumen del filtrado a 50 ml., de los que se hacen las tomas y diluciones pertinentes .

RESULTADOS Y DISCUSION

FENOLOGIA

La estimación precisa del estado fenológico de una población es en la práctica más complicada de lo que a primera vista parece . La presencia en una misma población de individuos precoces y tardíos, hace que un momento fenológico pueda ser observado durante un amplio periodo de tiempo .

Por otro lado, la existencia de distintos estados dentro de la foliación, floración y fructificación, hacen necesario tomar un criterio lo más objetivo posible para definir el estado fenológico . Malaisse (1963, 1964), en un estudio sobre la fenología de las hayas, utiliza un método basado en la distinción de diferentes estadios (siete para la foliación y siete para la floración) y un simple recuento le permite calcular una media representativa de toda la muestra estudiada . En el presente trabajo, un estadio fenológico se define como tal cuando por lo menos el 50% de los individuos de la muestra lo presentan . Para la representación gráfica de los estados fenológicos se usan los diagramas que aparecen en Medway (1972) .

Los resultados que aquí se presentan tienen por una parte la limitación de estar basados en sólo diez - individuos de la población de cada especie y por otra , la de corresponder principalmente al período comprendido entre Noviembre de 1978 y Diciembre de 1979, aunque se tiene constancia del período anterior desde Marzo de 1978 y del posterior hasta Agosto de 1980 .

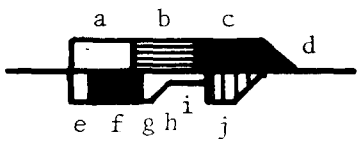
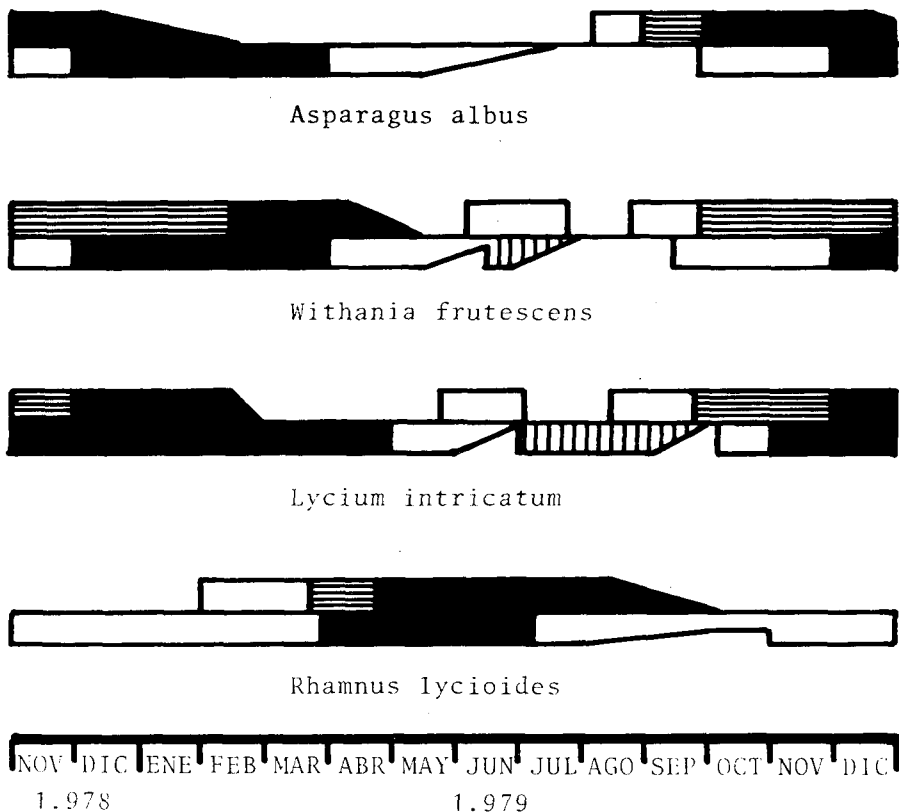
Asparagus albus

Los individuos seleccionados muestran un ciclo anual estricto y sincrónico, que se representa en la figura 1 . La iniciación del crecimiento de los filóclados es en los meses de Octubre-Noviembre, adquiriendo su máximo desarrollo en Marzo : En el mes de Abril se observa la pérdida de pigmentos clorofílicos, iniciándose el pardeamiento . A mediados de Mayo comienza la caída de filóclados que dura hasta la segunda semana de Julio. La floración empieza en las tres últimas semanas de Agosto y va hasta finalizado Septiembre .

Los frutos aparecen en los primeros días de Septiembre, alcanzando su madurez como bayas rojas en Octubre-Noviembre; la caída de éstas es desde la segunda semana de Diciembre hasta Febrero . A partir de mediados de Julio se produce el desarrollo de tallos nuevos en algunos ejemplares .

Withania frutescens

Su fenología viene esquematizada también en la figura 1 . Los brotes foliares comienzan a desarrollarse a partir de la segunda quincena de Septiembre; en Diciembre la hoja está totalmente desarrollada, alcanzando su máximo entre los meses de Febrero y Marzo . A comienzos de Abril se inicia la pérdida de pigmentos y el amarilleamiento foliar; a mediados de Mayo comienza la caída de hoja hasta finales de Junio en que casi es total, observándose en este momento la aparición de nuevos brotes foliares que habrán caído totalmente en la última semana de Julio sin haber llegado a un desarrollo completo. La floración tiene su inicio a finales de Agosto y va - hasta la segunda semana de Febrero .



L E Y E N D A

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| a = flor | f = hoja desarrollada |
| b = flor fruto | g = pardeamiento foliar |
| c = fruto | h = caída de hoja |
| d = caída de fruto | i = reducción biomasa foliar |
| e = hoja joven | j = hoja joven sin desarrollar |

Figura 1 . Fenogramas de las distintas especies .
Phenological diagrams of the different species.

A partir de Octubre aparecen los frutos que en la segunda quincena de Febrero llegarán a su madurez, volviéndose de color marrón y que permanecen en las ramas hasta mediados de Abril . En la segunda semana de Mayo la caída del fruto es completa . En algunos de los ejemplares seleccionados, se ha observado una segunda floración entre los meses de Junio-Julio, paralela al desarrollo de nuevos brotes foliares, no observándose la aparición de frutos .

Lycium intricatum

El comportamiento de todos los individuos no está absolutamente sincronizado, por lo que en la figura 1 se representa la fenología media según el criterio definido . La aparición de brotes foliares es a principios de Octubre, alcanzando su completo desarrollo a partir de Noviembre . En Mayo se produce la pérdida de pigmentos, y desde primeros hasta finales de Junio cae la hoja; en estos momentos aparecen nuevos brotes de hoja que no llegan a desarrollarse y que caerán en Septiembre. - La floración tiene lugar desde la segunda semana de Agosto hasta últimos de Noviembre . A partir de últimos de Septiembre aparecen los frutos que alcanzan su madurez de Diciembre a Febrero; a finales de este mes la caída del fruto es total . Paralelamente a la caída de hoja en el mes de Junio, algunos individuos tienen una segunda floración de la que no se han observado frutos .

Rhamnus lycioides ssp. lycioides

Todos los individuos de la parcela muestran un ciclo anual sincronizado, que viene dado en la figura 1. Esta especie nunca llega a perder totalmente la hoja. Los brotes foliares aparecen en Noviembre, y en el período de Abril a Junio alcanzan su completo desarrollo . A finales de Agosto comienza la pérdida de hoja hasta finales de Septiembre, sobre todo en las partes más externas de las plantas . La floración va desde primeros de Febrero hasta finales de Abril . Los frutos aparecen a finales de Marzo, alcanzando el color negro de la madurez desde Mayo a Agosto; a mediados de este mes de inicia la caída, que será total finalizado Septiembre .

En la comparación de las cuatro fenologías que aparecen en la figura 1 cabe destacar un modelo básico distinto para las tres primeras en relación con el *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides*. Por una parte, mientras que en aquellas llega a perderse la hoja totalmente, en algún momento, en ésta última se da únicamente una pérdida parcial que ya ha sido descrita para la especie por Terradas (1973). La segunda característica diferencial importante es la floración que en las tres especies con pérdida completa de hoja se inicia precisamente cuando carecen de follaje, mientras que el *Rhamnus lycioides* - florece cuando tiene hoja. En las dos solanáceas existe una floración precoz que podría estar relacionada con el estrés hídrico, tal como ha sido citado en Poore (1968) y Medway (1972) en especies del bosque tropical. Esta floración va seguida de la aparición de algunas hojas, más regular en *Withania frutescens* que en *Lycium intricatum*.

VARIACIONES DEL CONTENIDO FOLIAR EN AGUA, PIGMENTOS Y NUTRIENTES MINERALES

En los análisis de contenidos de elementos o compuestos en hojas se ha puesto de manifiesto, además del efecto derivado de la especificidad (Denaeyer - de Smet, 1969) la existencia de variaciones estacionales correspondientes a las etapas juvenil, madura y senescente del desarrollo de las hojas.

La capacidad de los vegetales de reaprovechar - los nutrientes contenidos en las hojas es ya conocida desde hace tiempo (Combes 1926 a, 1926 b; Murneek y Logan 1932). Sin embargo, solo recientemente se ha destacado la importancia cuantitativa que esa reabsorción de nutrientes en hojas viejas puede tener para el conjunto del ecosistema (Ryan, 1979).

En el presente estudio se ha ensayado el valor del índice de persistencia foliar (I.P.F.) como predictor del contenido hídrico, de clorofilas y de nutrientes en las cuatro especies tratadas. Inicialmente se calcularon las regresiones lineales entre los valores de I.P.F. y los correspondientes a las distintas variables. Para facilitar las comparaciones entre especies pareció de in

terés considerar las regresiones de los incrementos o decrementos de cada variable respecto de su valor correspondiente al I.P.F. máximo de cada período, sobre los correspondientes valores de I.P.F. Tanto en *W. Frutescens* como en *L. intricatum* se han evitado los datos correspondientes en el esquema fenológico a "hoja joven sin desarrollar", ya que tratándose de valores de I.P.F. bajos tienen un significado muy distinto a los correspondientes a hojas senescentes. En los casos en que el modelo lineal es aceptable, las pendientes de las rectas representan las velocidades de pérdida o acumulación de sustancia al envejecer la hoja. Los resultados obtenidos en este segundo tipo de regresiones, se expresan en las tablas 1 y 2. En la primera de ellas se indica para cada especie los valores de los coeficientes de correlación; los guiones corresponden a valores no significativos y los asteriscos, de uno a tres, indican respectivamente niveles de significación de p menor que 0.05, 0.01 y 0.001. En la tabla 2 aparecen los valores de las pendientes de las mismas regresiones. En la figura 2 se ilustra, a título de ejemplo, las rectas de regresión para *Asparagus albus*, correspondientes a las relaciones entre incrementos o decrementos de nitrógeno, calcio y magnesio, respecto a los valores de I.P.F.

Evidentemente la disminución del contenido en un cierto elemento en una hoja que envejece, no indica únicamente la existencia de reabsorción por parte del vegetal sino que debe tenerse presente el proceso de lixiviación (Ryan, *op.cit.*), si bien en este caso se le puede presumir escasa importancia cuantitativa dado los mínimos valores de pluviosidad que corresponden a los períodos de pérdida de hoja.

Varios son los aspectos que cabe destacar de la tabla 1. En primer lugar aparece un mayor número de correlaciones en las tres primeras especies, auténticas caducifolias, en las que se manifiesta un cierto sincronismo, más atenuado en *R. lycioides*. Es notable además el gran paralelismo existente entre *W. frutescens* y *A. albus*.

En relación con los contenidos hídricos se percibe una mayor regularidad en la progresiva deshidratación del tallo que de las propias hojas.

	CONT. HIDRICO HOJA	CONT. HIDRICO TALLO	CLOR. a	CLOR. b	N	P	Ca	Na	Mg	K
<i>Withania frutescens</i>	-.606 ⁺⁺	-.836 ⁺⁺⁺	-.491 ⁺	--	-.755 ⁺⁺⁺	-.589 ⁺	.780 ⁺⁺⁺	sin datos	.870 ⁺⁺⁺	-.705 ⁺
<i>Asparagus albus</i>	--	-.551 ⁺	-.884 ⁺⁺⁺	-.845 ⁺⁺⁺	-.897 ⁺⁺⁺	-.626 ⁺	.804 ⁺⁺⁺	--	.934 ⁺⁺⁺	-.741 ⁺⁺
<i>Lycium intricatum</i>	-.721 ⁺	-.692 ⁺	-.651 ⁺	-.645 ⁺	-.623 ⁺	-.796 ⁺	--	--	--	--
<i>Rhamnus lycioides</i>	--	--	--	--	--	--	.692 ⁺	.733 ⁺⁺	.687 ⁺	--

Tabla 1. Valores de los coeficientes de correlación correspondientes a las regresiones de los incrementos o decrementos de cada variable respecto de su valor correspondiente al I.P.F. máximo de cada periodo, sobre los correspondientes valores de I.P.F.
(Correlations coefficients corresponding to linear regression between, increment and decline of variable values in reference to the ones corresponding to the maximum L.P.I. (leaf persistence index) and its L.P.I. values .

	<u>W. frutescens</u>	<u>A. albus</u>	<u>L. intricatum</u>	<u>R. lycioides</u>
Contenido hídrico hoja	- 9.41	- 9.01	-14.85	-
Contenido hídrico tallo	-38.11	-18.97	-39.90	-
Clorofila a	- 2.77	- 6.10	- 4.50	-
Clorofila b	-	- 1.34	- 1.33	-
Nitrógeno	- 2.40	- 3.02	- 1.71	-
Fósforo	- 0.21	- 0.19	- 0.16	-
Calcio	1.27	4.14	-	2.16
Sodio	-	-	-	0.51
Magnesio	0.45	1.03	-	0.43
Potasio	- 2.60	- 2.28	-	-

Tabla 2 . Valores de las pendientes correspondientes a las regresiones de los incrementos o decrementos de cada variable respecto de su valor correspondiente al I.P.F. máximo de cada periodo, sobre los correspondientes valores de I.P.F. Slopes corresponding to linear regression between, increment and decline of variable values in reference to the ones corresponding to the maximum L.P.I. and its L.P.I. values .

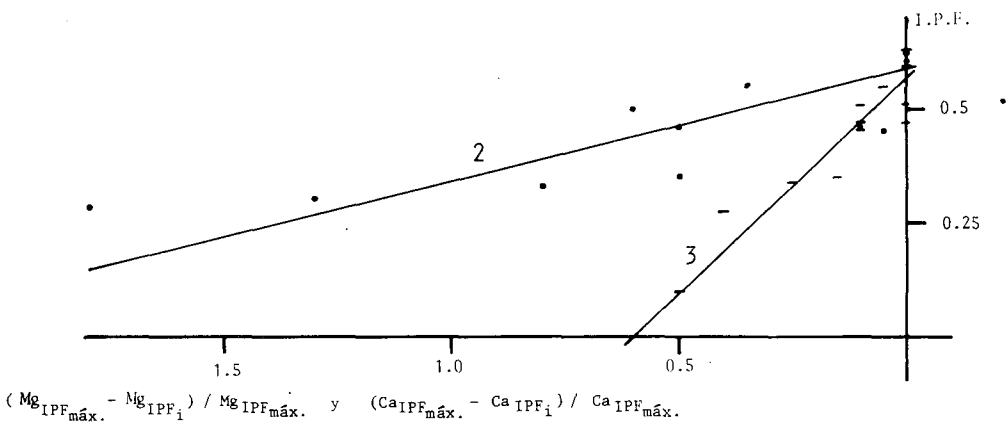
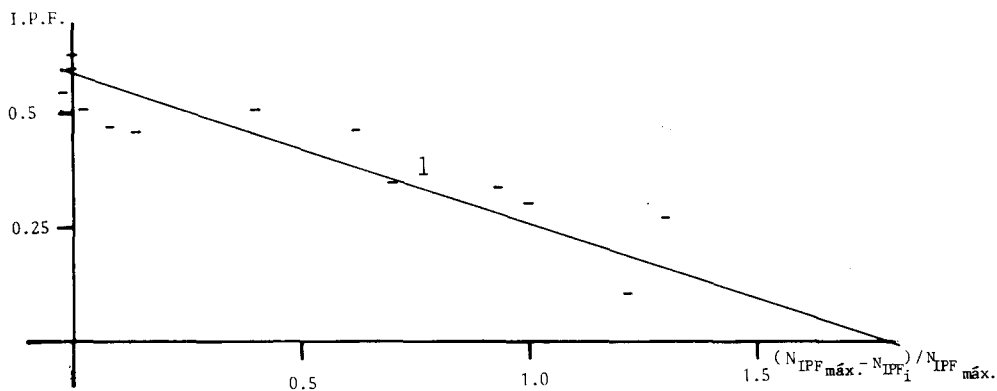


Figura 2 . Rectas de regresión para *Asparagus albus* correspondientes a las relaciones entre incrementos o decrementos de : - (1) nitrógeno; (2) calcio ; (3) magnesio, respecto a los valores de I.P.F.

Linear regression for *Asparagus albus* corresponding to the relationship between the increment or decline of: (1) nitrogen, (2) calcium, (3) magnesium, and values of L.P.I. (leaf persistence index) .

En las especies caducifolias la concentración de clorofila a disminuye al envejecer las hojas; lo mismo ocurre con la clorofila b en *A.albus* y *L.intricatum*. En estas dos especies se ha ensayado la correlación entre el I.P.F. y el cociente clorofila a/clorofila b, y se obtienen valores del coeficiente de correlación positivos y no muy alejados de la significación a nivel $p < 0.1$. En *L.intricatum* además es significativa ($p < 0.05$) la correlación entre el I.P.F. y el cociente D_{430}/D_{665} (Margalef *et al.* 1966) entre las absorbancias a 430 y 665 nm., índice que se ha utilizado para caracterizar el grado de madurez en ecosistemas, sobre todo pelágicos, y que se relaciona positivamente con la diversidad de especies y negativamente con la productividad (Margalef 1968). La relación entre I.P.F. y el índice pigmentario en el caso de *L.intricatum* es negativa y refleja una mayor sincronía en el pardeamiento foliar que en las otras especies, lo que resulta también patente en el esquema fenológico.

En relación con los elementos minerales aparece clara la disminución del contenido en N, P y K junto con la acumulación de Ca y Mg, lo que coincide, salvo en el comportamiento del Mg, con lo señalado por Denayer de Smet (1969) en su recopilación de datos de contenidos minerales en árboles de bosques caducifolios europeos. El mismo proceso de pérdida de N y K y enriquecimiento en Ca y Mg ha sido descrito en la senescencia foliar de plantas herbáceas (Muller 1978, Leonardi 1974). Las tendencias opuestas a la desaparición de N y P y simultáneo aumento de Ca y Mg aparece también en correlación positiva entre dichos elementos por parejas pero negativa entre parejas, que ha sido puesta de manifiesto en la hojarasca de un bosque esclerófilo (Lee y Correll 1978).

La tabla 2 tiene interés sobre todo ya que permite comparar las cuatro especies según la velocidad con que las hojas senescentes disminuyen o aumentan la concentración de los diversos compuestos o elementos por unidad de variación de I.P.F. Destaca ante todo la mayor importancia relativa de la deshidratación de tallos frente a hojas, especialmente notable en las dos solanáceas. En la progresiva desaparición de las clorofilas es sin embargo mayor la semejanza desde el pun

	<u>K</u>	<u>N</u>	<u>P</u>
<i>Quercus robur</i>	34.1	45.4	20.0
<i>Fagus sylvatica</i>	52.7	39.0	30.7
<i>Carpinus betulus</i>	51.8	70.0	50.0
<i>Prunus avium</i>	48.4	48.3	35.7
<i>Acer campestre</i>	26.0	41.6	33.3
<i>Asparagus albus</i>	34.5	35.0	21.0
<i>Withania frutescens</i>	29.4	39.3	39.4
<i>Lycium intricatum</i>	66.9	70.3	57.1
<i>Rhamnus lycioides</i> ssp. <i>lycioides</i>	63.9	54.4	33.3

Tabla 3 . Porcentajes de los contenidos en K,N y P de las hojas recién muertas respecto de las hojas vivas en cinco caducifolios otoñales, tomados de DENAEYER-DE SMET, 1969, y de las cuatro especies aquí tratadas .

Percentage contents of K,N and P in recently dead leaves in relation to the live ones in five deciduous species (data from DENAEYER-DE SMET, 1969) and the four species studied here .

to de vista cuantitativo entre el *L.intricatum* y el *A. albus* . Para elementos como N y P, *W.frutescens* y *A.albus* se comportan como especies más ahorrativas que *L.intricatum* que además no reabsorbe K, mientras que los primeros sí lo hacen, y de forma notable .

Finalmente, en la tabla 3 se incluyen los porcentajes de los contenidos en K, N y P de las hojas recién muertas respecto de las hojas vivas en cinco caducifolios otoñales y en las cuatro especies aquí tratadas . Los datos de los primeros se han calculado sobre los aportados por Denaeyer-De Smet (1969) para el *Quercetum mixtum* de Virelles (Bélgica) . Según esta tabla hay que asignarles a *A.albus* y *W.frutescens* una eficacia recicladora no inferior a los árboles caducifolios otoñales, mientras que *R.lycioides* ssp. *lycioides* y sobre todo *L.intricatum* deben considerarse especies más "dilapidadoras" de sus recursos minerales .

Para el bosque nororiental de Estados Unidos, se ha calculado que en conjunto la reabsorción de nutrientes representa el 36% del N, el 30% del P y el 5% del K que se utilizan durante el año (Ryan 1979). Aunque estas estimas no son comparables con las aquí obtenidas, sí cabe destacar que muy probablemente, para un espinar de este tipo las componentes de lixiviación y trascolación tendrían mucha menor importancia que - en un bosque caducifolio en el transporte de K, por lo que sería de esperar un porcentaje de reabsorción más equilibrado con los de N y P .

RESUMEN

En la isla de Nueva Tabarca se localizaron tres arbustos espinosos (*Withania frutescens*, *Lycium intricatum* y *Asparagus albus*) que también convivían en el - Cabo de Santa Pola, zona elegida para el estudio, junto con *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides*, formando la asociación *Chamaeropo-Rhamnetum lycioides* O.de Bolós 1957. Todas estas especies presentan una interesante caracte

rística común : la pérdida o reducción de la hoja en los momentos más secos del estiaje .

En este trabajo se da una fenología preliminar de estas especies y se ensaya también la cuantificación del fenómeno de reducción foliar con la definición de un Índice de Persistencia Foliar (IPF) y la búsqueda de sus relaciones con los contenidos en agua, pigmentos y elementos minerales .

Se muestrearon diez individuos de cada especie con intervalos de quince días, a la vez que se hacían a notaciones fenológicas . En las muestras recolectadas se midieron los contenidos hídricos de hoja y tallo, - las clorofilas a y b, y cantidades de N, P, Mg, Ca, Na y K de la hoja .

En la fenología es diferente el comportamiento en *R.lycioides* ssp. *lycioides* que en las otras tres especies que llegan a perder la hoja por completo en algún momento, y es precisamente entonces cuando florecen .

El estudio de la variación de los contenidos de la hoja en relación con el IPF muestra correlaciones positivas que corresponden a acumulación y negativas que representan pérdida .

En el ajuste a regresiones lineales los resultados son muy similares en *W.frutescens* y *A.albus* y - también en parte en *L.intricatum* . La otra especie, *R.lycioides* ssp. *lycioides* es la menos sincronizada en la pérdida de hojas . La velocidad de acumulación de e elementos en relación con los cambios de IPF en hojas se niles puede medirse por medio de la pendiente del ajuste lineal . Las pérdidas de agua en los tallos son especialmente elevadas en las dos Solanáceas . La desaparición de clorofilas es más similar en *A.albus* y en *L.intricatum* . En elementos como el N y el P, *W. frutescens* y *A.albus* presentan un comportamiento más economizador que *L.intricatum* .

SUMMARY

Three species of spiny shrubs (*Withania frutescens*, *Lycium intricatum* and *Asparagus albus*) were found living together in Nueva Tabarca island and, with *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides* in the Santa Pola cape, the study site selected, forming the association *Chamaeropo Rhamnetum lycioides* O.de Bolós 1957 . All these species have a common, interesting feature: loss or reduction of leaves in dry summer .

In this work, a first approach to the phenology of this species was done and also one attempt of quantification of the leaf reduction phenomenon, with the definition of Leaf Persistence Index (LPI) and the searching for its interrelations with water, pigments and the mineral nutrient content in leaves .

A sampling of ten individuals of each species was made with two week intervals and phenological observations were made each time . In the samples, water content of leaves and stems, chlorophyll a and b and N, P Ca, Mg, Na and K concentrations in leaves were measured.

In the phenology the behaviour is different in *R.lycioides* ssp. *lycioides* than in the other species , completely deciduous during part of the summer, which is precisely when they flower .

The study of the variation of leaf content in relation with the LPI shows positive (accumulation) and negative (loss) significative correlations . In the fit to linear regressions the results are very similar in *W.frutescens* and *A.albus* and also, in part, in *L.intricatum* . The other species, *R.lycioides* ssp. *lycioides* is the more asynchronous in leaves' fall . The speed of accumulation of elements in relation to LPI changes in senescing leaves, can be measured with the slope of fitted linear regressions . Loss of water in stems was especially high in *Solanaceae* . The disappearance of chlorophylles is more similar in *A.albus* and *L.intricatum* . In elements such N and P, *W.frutescens* and *A.albus* have a more economical behaviour than *L.intricatum*.

BIBLIOGRAFIA

- BOLOS, O.de 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura . *Mem.R. Acad.Cien.Art. Barcelona*, XXXVIII:1-269, Barcelona .
- COMBES, R. 1926 a . Etude de la migration automnale des substances azotées chez le Chêne, par l'analyse de plantes entières. *Compt. Rend.Acad.Sci.*, Paris, 182:984-987 .
- COMBES, R. 1926 b . La migration des substances azotées chez l'Hê tre au cours du jaunissement autumnal . *Compt.Rend.Acad. Sci.*, Paris 182:1169-1171 .
- CHAPMAN, H.D. y PRATT, P.F. 1973 . *Métodos de análisis para suelos plantas y aguas* . Ed.Trillas, México .
- DENAEYER-DE SMET, S. 1971 . Teneurs en éléments biogènes des tapis végétaux dans les forets caducifoliées d'Europe . En P. Duvig-neaud (ed.) *Productivité des écosystèmes forestiers*. Actes Coll. Bruxelles, Unesco .
- JACKSON, M.L. 1964 . *Análisis químico de suelos*, Ed.Omega, Barcelona .
- LEE, K.E. y CORRELL, R.L. 1978 . Litter fall and its relationship to nutrient cycling in a South Australian dry sclerophyll forest . *Aust.J.Ecol.* 3:243-252 .
- LEONARDI, S. 1974 . Comportamento stagionale dell'azoto in *Cirsium acaule* (L.) Scop e *Sanguisorba minor* Scop. *Arch.Bot.Biog. Ital.* vol.L 4^a ser.vol. XIX:135-147 .
- MALAISSÉ, F. 1963 . Contribution a l'étude des hêtraies d'Europe occidentale . Remarques préliminaires sur la phénologie des hêtraies . *Bull. Nat. Bel.* 44:369-382 .
- MALAISSÉ, F. 1964 . Contribution a l'étude des hêtraies d'Europe occidentale . Quelques observations phénologiques de hêtraies en 1963 . *Bull. Soc.Roy. Bot. Belg.* 97:85-97 .
- MARGALEF, R., HERRERA, J., STEYAERT, M. y STEYAERT J. 1966 . Distribution et caractéristiques des communautés phytoplanctoniques dans le bassin tyrrhenien de la Méditerranée en fonction des facteurs ambiants et à la fin de la stratification estivale de l'année 1963 . *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique* 42(5): 1-56 .
- MARGALEF, R. 1978 . *Perspectiva de la teoria ecológica* . Ed.Blume. Barcelona .
- MEDWAY, L. 1972 . Phenology of a tropical rain forest in Malaya . *Biol.J.Linn. Soc.* 4:117-146 .

- MULLER, R.N. 1978 . The phenology, growth and ecosystem dynamics of *Erythronium americanum* in the northern hardwood forest. *Ecol. Monog.* 48:1-20 .
- MURNEEK, A.E. y LOGAN, J.C. 1932 . Autumnal migration of nitrogen carbohydrates in apple trees . *Missouri Ag. Expt. Sta. Res. Bull.* 171 .
- POORE, M.E.D. 1968 . Studies in Malaysian rain forest I. The forest on triassic sediments in Jengka forest reserve . *J. Ecol.* 56:143-196 .
- RIGAU, M.C. 1966 . Correlaciones de los pigmentos foliares con el crecimiento y la producción . I. Técnica seleccionada para la determinación de pigmentos . *P.Inst. Biol. Apl.* 41:69-87 .
- RIGUAL, A. 1972 . *Flora y vegetación de la provincia de Alicante*. I.D.E.A., Alicante .
- RYAN, D.F. 1979 . Nutrient resorption from senescing leaves: a mechanism of biogeochemical cycling in a northern hardwood forest ecosystem, Ph. D. dissertation, Yale University .
- SESTAK, Z., CATSKY, J. y JARVIS, P.G. (ed.) 1971 . *Plant photosynthetic production . Manual of methods* . Dr.W.Junk., The Hague .
- SEVA, E. y ESCARRE, A. 1976 . El eslizón ibérico (*Chalcides bedriagae*) en el medio insular de Nueva Tabarca (provincia de Alicante). *Mediterránea*, 1:61-115 .
- TERRADAS, J. 1973 . Clima y economía hídrica en comunidades vegetales de los Monegros . Resumen de la Tesis Doctoral, Secc. Publ. Universidad de Barcelona .
- ZIEGLER, R. y EGGLE, K. 1965 . Zur quantitativen Analyse der Chloroplastenpigmente . I. Kritische Überprüfung der spektralphotometrischen Chlorophyll-Bestimmung . *Beitr. Biol. Pflanzen* 41 : 11-37 .

DEMOGRAFIA DE DOS JARAS MEDITERRANEAS (*Cistus albidus* L. Y *Cistus clusii* DUNAL) EN EL *Rosmarino-Ericion* DE LA SIERRA DE CREVILLENTE - (PROVINCIA DE ALICANTE)

Por J.BELLOT¹ y A.ESCARRE¹

INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte de un estudio más amplio que se lleva a cabo en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, sobre el matorral mediterráneo, y que abarca aspectos de la biomasa, producción, reproducción, demografía y ocupación del espacio, de algunas de las especies cuantitativamente más importantes .

En enfoque demográfico, muy raramente utilizado por los botánicos con anterioridad a los años setenta , ha sido sin embargo objeto principal de estudio de varios autores durante la pasada década . Entre las primeras publicaciones están las de Sarukhan y Harper (1973), Sarukhan y Gadgil (1974), que centran el problema en los diferentes modos de reproducción y en el flujo de la población; es sin duda Harper (1977) el que centra definitivamente el estudio de la demografía vegetal, aportando datos y modelos de estudio para un amplio espectro de especies . Posteriormente, los trabajos de Werner y Caswell (1977), Watkinson y Harper (1978), Caswell y Werner (1978) Hubbell y Werner (1979), plantean la demografía vegetal desde el punto de vista de la autorregulación de las poblaciones y de la capacidad de predicción que se tiene a partir de estudios instantáneos .

1. Departamento de Biología . Facultad de Ciencias . Univ. Alicante

Es muy probable que el dinamismo que comporta el enfoque demográfico en los vegetales, tradicionalmente - vistos por los ecólogos como organismos excesivamente es táticos, haya influido en el desarrollo de una nueva con cepción de los mismos, que busca definir sus estrategias de vida y encontrar en ellos regularidades (Grime, 1974, 1977 y 1978; Whittaker y Goodman, 1979) .

En el mismo sentido Margalef (1968) mantiene que la población debe verse más como un proceso que como un estado, y que a nivel de la comunidad se integran los - procesos demográficos de las distintas especies, con es trategias de vida diferentes, pero no de forma aleatoria sino regularizadas por su incorporación en el proceso más general de la sucesión .

Con el presente trabajo se pretende comparar el comportamiento demográfico de dos especies de jaras (*Cistus albidus* y *Cistus clusii*), con el aporte de datos que ponen de manifiesto este proceso, y que permiten di ferenciar estrategias de vida y hacer predicciones de - los cambios de vegetación .

AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION GEOGRAFICA

El área estudiada se encuentra al oeste de la provincia de Alicante, en una comarca caracterizada por grandes llanuras cultivadas, que separan afloramientos montañosos, generalmente desprovistos de arbolado, en los que dominan los matorrales . La parcela de estudio, for ma parte de la Sierra de Crevillente, situada en su sec tor noroeste; sus coordenadas U.T.M. son XH-859401. Tie ne una extensión de 15 ha y su cota máxima es de 530m.

GEOLOGIA

La bibliografía consultada (Azema, 1977) indica que el substrato está formado por brechas dolomíticas - del Jurásico Inferior, en el dominio Subbético (subdivisión dentro de las cordilleras Béticas) .

En cuanto a la estratigrafía, los estratos calizos buzan sensiblemente al Noroeste, y en los puntos donde no afloran las calizas, existe Cuaternario (cantos, arenas, arcillas) . Por causa del clima y del substrato, existe un desarrollo acusado de Karts, siendo evidentes las formas de Lenar y Lapiaz .

CLIMA

Los datos de precipitación para el período de 1959-1972, tomados en la estación de Hondón de las Nieves (situada a 2 km de la parcela) dan una precipitación media anual de 271.4 mm ; para el periodo de 1972-1979, datos tomados en la estación de Aspe (a 8 km), la precipitación media anual es de 270.5 mm . Es de señalar que recientemente la sequía ha sido más acentuada; en 1978 la precipitación total anual fue de 159 mm .

Aunque no se dispone de datos de temperaturas, parece lógico encuadrar a la zona en una situación intermedia entre las zonas Semi-Arida y Arida en que se divide a la provincia .

VEGETACION

La zona de estudio estaría encuadrada dentro de la Alianza *Rosmarino-Ericion* Br.-Bl. 1930, y muy próxima a la asociación *Fumano (ericoidis)-Stipetum tenacissimae* Br.-Bl. et Bolòs (1957), recientemente tratada por BOLÒS (1979) .

La comunidad tiene aspecto de un herbazal-matorral claro o medianamente denso, en el que el estrato arbóreo de *Pinus halepensis* no es nunca denso, ni consigue gran altura . Bolòs (*op.cit.*) apunta que la aridez extrema de la zona podría ocasionar actualmente en dicha comunidad, una sustitución o predominio de las especies linearifolias sobre las planifolias, lo cual, dado que *C. albidus* es planifolia y *C. clusii* es linearifolia, aumenta el interés de sus predicciones demográficas y su interpretación posterior en relación con la sucesión .

MATERIAL Y METODOS

El empleo del método de regresión alométrica (Whittaker y Woodwell, 1969; Duvigneaud y col., 1977), proporciona la biomasa y producción de cada una de las fracciones en que se secciona la planta, y que en este caso fueron: hojas, ramas de uno y dos años, resto de ramas y tronco, y frutos, referidas a las variables independientes estimadas que son: el diámetro basal (tomado entre 0 y 3 cm), la altura de la planta (distancia vertical desde el suelo al punto más alto de la planta), y la longitud de la rama más larga (L.R.L.) que se define como el recorrido más largo que se puede hacer desde la base del tronco, siguiendo el contorno de la rama de mayor longitud, hasta el extremo de ésta. Asimismo se determinó la edad por medio de los anillos de la base del tronco. Cada una de las fracciones fueron secadas a estufa a 105°C hasta peso constante, y pesadas con una balanza cuya precisión es de 0.01 g. Para los diámetros, la precisión fue de 0.1 mm, mediante un pie de rey.

La estructura de la población se determinó mediante el estudio detallado de 43 parcelas de 2 x 2 m, distribuidas regularmente por la zona de estudio, en las que se realizaron dos censos. En el primero (Junio 1978) se marcaron todos los individuos de las dos especies y se tomaron las variables independientes, empleadas en la regresión alométrica. Un año después se comprobaron los supervivientes de la población inicial, así como el porcentaje de ramas muertas respecto al total de la planta. En el segundo censo, se delimitaron 43 subparcelas de 50 x 50 cm, en las que se estudió con detalle la dinámica de la fase de plántula, que se definió como los individuos de menos de 3 cm de altura, con el fin de completar los datos de altas en la población y el éxito de la germinación en el campo. Todos los individuos censados se clasifican por regresión de la variable independiente L.R.L. en clases de tamaño-edad. Las clases de edad establecidas en la población corresponden a periodos de un año.

Los datos de reproducción provienen igualmente de la regresión alométrica, completada con el estudio de la capacidad germinativa de las semillas, que se determinó según las Reglas Internacionales para Ensayo de Se

millas, de 1976 . La predación se estimó por observación directa de las señales y larvas de insectos, en todos los frutos recolectados (Bostock y Benton, 1979) .

Obtenidos los datos de la estructura de la población, las tasas de supervivencia y natalidad, para cada clase de tamaño-edad, se aplicó el modelo de la matriz de Leslie, que permite obtener una idea de la estabilidad y tendencia futura de la población (Usher, 1972) .

RESULTADOS Y DISCUSION

CENSOS DE LA POBLACION

Los resultados globales de los censos realizados (tabla 1) muestran que no hay apenas variación en la densidad de la población de ninguna de las especies, al pasar un año . En los datos de dicha tabla no se toman en cuenta las plántulas, puesto que en 1978 no se estimó su población .

	C E N S O DE 1978		C E N S O DE 1979	
	<i>C.albidus</i>	<i>C.clusii</i>	<i>C.albidus</i>	<i>C.clusii</i>
N° INDIVIDUOS	189	255	187	254
N° INDIV/M ²	1.09	1.48	1.08	1.47

TABLA 1 . Resultados globales de los censos realizados en la zona de estudio en Junio 1978 y Junio 1979 . Los datos consideran sólo los individuos mayores de 3 cm.

Summary of data from two census, June 78 and June 79 .

MORTALIDAD DE LA POBLACION

Uno de los aspectos más interesantes de la demografía vegetal es la peculiaridad de las plantas de sufrir pérdidas de sólo parte de su biomasa vegetativa. Este hecho se manifiesta como muerte de parte de un individuo censado que, sin embargo, permanece como tal individuo en la población .

Este tipo de mortalidad que hemos denominado "parcial" parece tener su causa (Zimmerman y Brown, 1971) en un fenómeno fisiológico por el que algunos arbustos, incapaces de mantener en continuo aumento el sistema de haces conductores, resuelven eliminar parte de sus ramificaciones, originando así una disminución de su biomasa aérea .

Las figs. 1 y 2 muestran la variación de la tasa de mortalidad parcial encontrada en ambas especies con relación a la clase de tamaño-edad; como se ve en los dos casos, dicha tasa aumenta con la clase tamaño-edad, es decir, la mortalidad parcial afecta más a los individuos adultos que a los jóvenes . Este comportamiento parece concordar con la interpretación dada por Zimmerman y Brown (*op.cit.*) .

Al tipo de mortalidad que afecta a todo el individuo la denominamos "total"; en este caso es todo el individuo el que causa baja en la población . Las figuras 3 y 4 muestran la distribución de la tasa de mortalidad total respecto a las clases de tamaño-edad . Se observa que en el caso de *C.clusii* (fig.3) la tasa de mortalidad total es independiente de la edad, afectando por igual a individuos de toda la población, mientras que *C.albidus* (fig.4) parece tener un comportamiento distinto, afectando más a los individuos más adultos de la población, de forma semejante a la hallada en especies de *Pinus strobus* y *Acer rubrum* por Hett y Loucks (1968) .

Ante este fenómeno propio de la vegetación, y al considerar que tanto la mortalidad "parcial" como la "total" suponen una pérdida de biomasa para la población, se ha optado por establecer las tasas de mortalidad para cada clase de tamaño-edad, tomando como unidad la biomasa (Biomasa perdida por la clase i / Biomasa total de la cla-

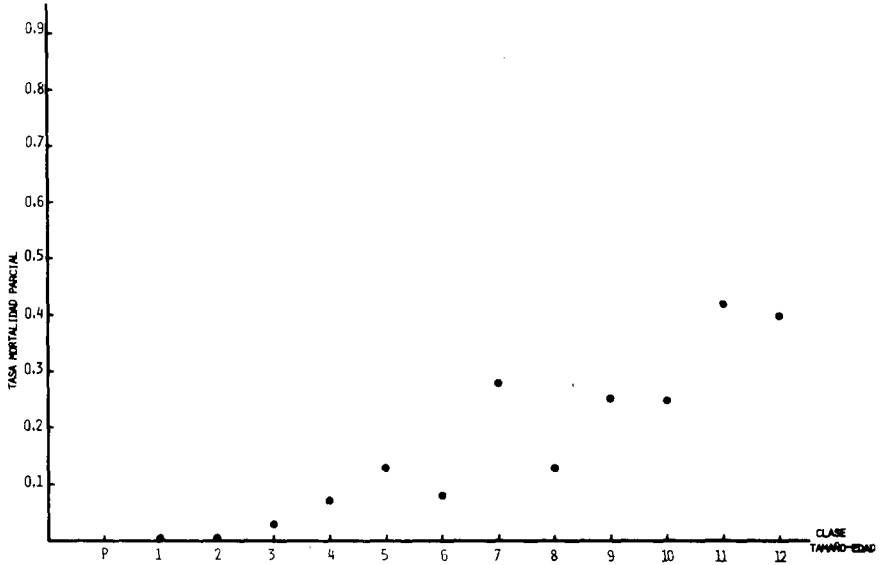


Figura 1 . Variación de la tasa de mortalidad parcial con relación a la clase tamaño-edad en *Cistus clusii* .
 Partial mortality rate variation in relation to size-age class, in *Cistus clusii* .

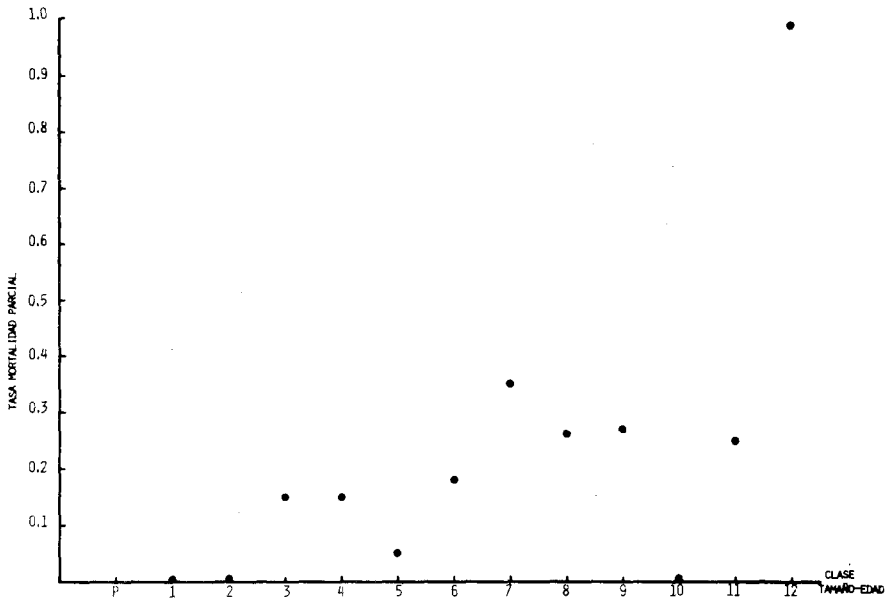


Figura 2 . Variación de la tasa de mortalidad parcial con relación a la clase tamaño-edad en *Cistus albidus* .
 Partial mortality rate variation in relation to size-age class, in *Cistus albidus* .

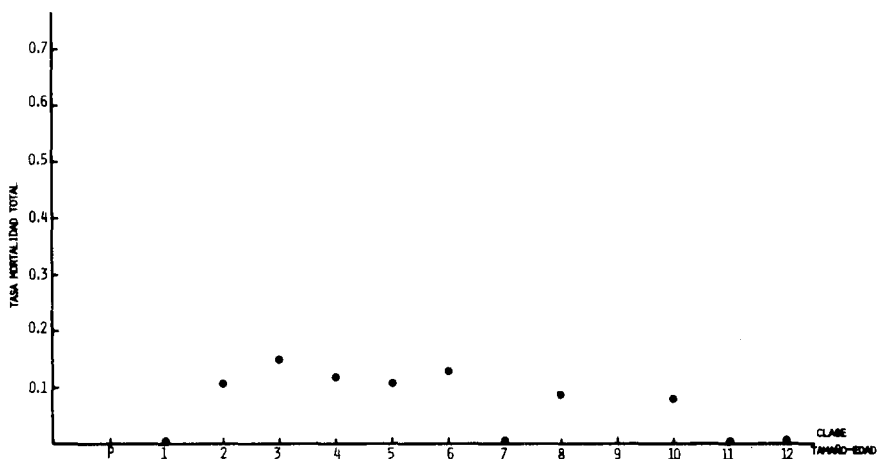


Figura 3 . Variación de la tasa de mortalidad total con relación a la clase tamaño-edad en *Cistus clusii* .
 Total mortality rate variation in relation to size-age class, in *Cistus clusii* .

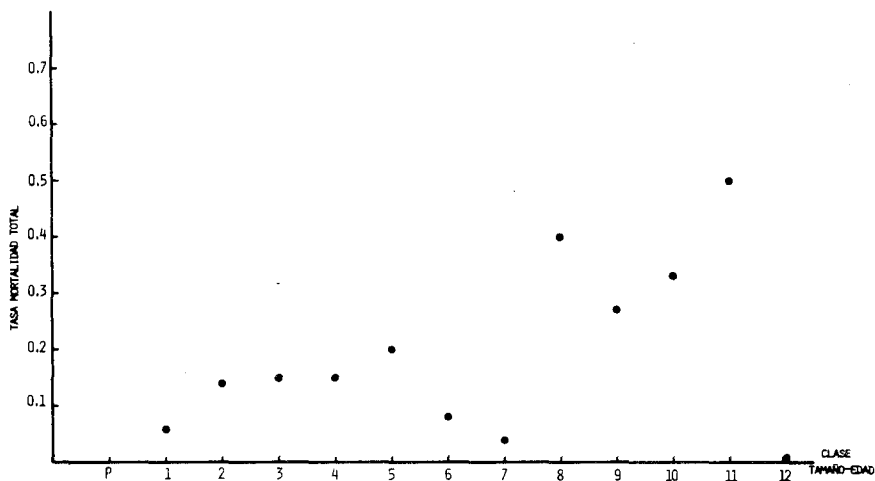


Figura 4 . Variación de la tasa de mortalidad total con relación a la clase tamaño-edad en *Cistus albidus* .
 Total mortality rate variation in relation to size-age class, in *Cistus albidus* .

se i). El efecto de esta tasa de mortalidad para cada clase de tamaño-edad, se refleja en las curvas de supervivencia de ambas especies (fig.5), donde se observa una alta mortalidad en las plántulas en las dos especies, y cierta diferencia a partir de este punto, que sugiere una mayor independencia entre edad y mortalidad en *C.clusii*.

Una forma de explorar la dependencia de la supervivencia respecto a la edad, aspecto que está en la base de la distinción de tipos de curvas de supervivencia, es el propuesto por Hett y Loucks (1976) por medio del ajuste a expresiones de tipo exponencial o potencial, según se presuma o no la existencia de relación entre ambas variables .

Para las jaras se han encontrado mejores ajustes a funciones exponenciales (tabla 2) que a potenciales, lo que hablaría a favor de aceptar una independencia de la mortalidad respecto a la edad, más patente en *C.albidus* que en *C.clusii* .

Dado que en trabajos como el anteriormente citado, la estructura sincrónica de edades se proyecta como diacrónica, ha parecido de interés comparar para los *Cistus*, aunque de vida mucho más corta que las especies arbóreas por ellos tratadas, tal procedimiento con el seguido en este estudio que sí contiene, aunque sólo para un año, una estima de las variaciones diacrónicas . En la tabla 2 puede apreciarse que los ajustes son peores si se parte de un sólo análisis estructural .

NATALIDAD

Uno de los apartados previos al presente trabajo, permite obtener una estima del esfuerzo reproductivo de las especies, tal como lo definen Gadgil y Solbrig (1972) así como la eficiencia de dicho esfuerzo (número de plántulas final/número total de semillas producidas), que resume en cierta forma el % de semillas perdidas por predación de insectos, las no germinadas (análisis de germinación) y las que pasan al "banco de semillas del suelo" (Paterson *et al.*, 1976; Harper, *op.cit*; Turkington *et al.* 1979) .

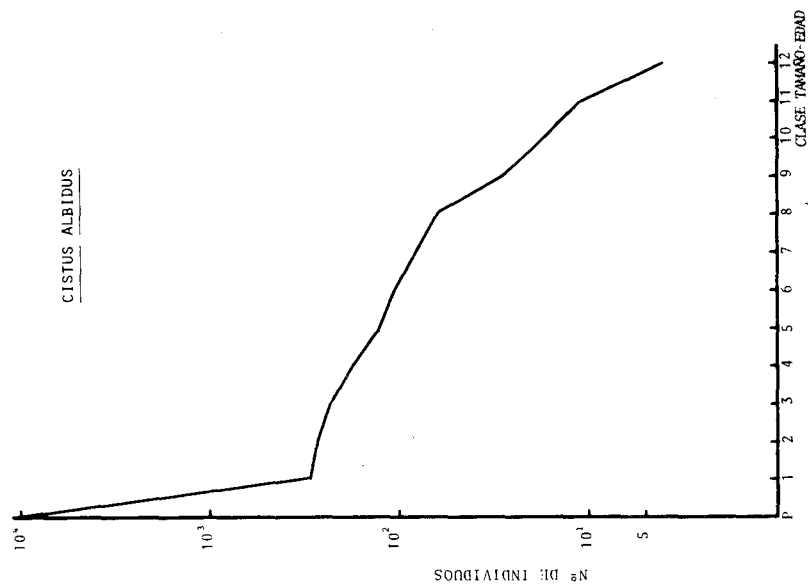
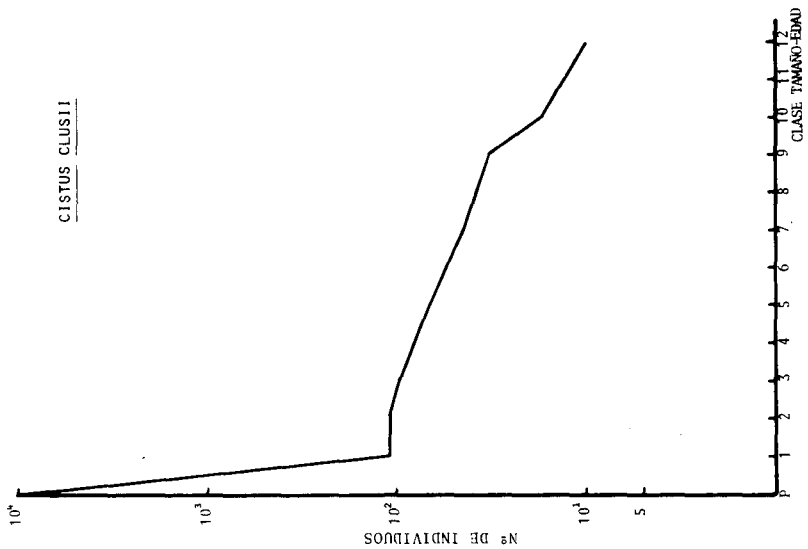


Figura 5 . Curvas de supervivencia de las dos especies estudiadas .
Survivorship curves, in the two species .

	MOD. DIACRONICO		MOD. SINCRONICO	
	Potencial	Exponencial	Potencial	Exponencial
<i>C. albidus</i>	- 0.87 *	- 0.97 *	- 0.84 *	- 0.84 *
<i>C. clusii</i>	- 0.92 *	- 0.96 *	- 0.54	- 0.54

Tabla 2 . Valor de los coef. de correlación r encontrados para el ajuste del n° de indiv. para cada clase tamaño-edad, a expresiones de tipo exponencial y potencial, tanto para el mod. diacrónico como para el mod. sincrónico. (*) Indican valores de r significativos con una seguridad $P < 0.001$

Correlation coefficients (r) for the fit - between the number of plants for size-age class, and two kinds of expressions, exponential and potential, for synchronous as well as diachronous projections .

(*) Corr. coeff. significant for $p < 0.001$.

La tabla 3 resume estos cálculos y se observa un mayor índice de eficiencia para *C. albidus*, a pesar de que es la especie más predada (31%), con menor % de germinación (19%) y con menor producción de semillas; la causa de esta mayor eficiencia radica en la tasa de supervivencia de las plántulas, que compensa a la especie de la eficiencia en los otros aspectos .

Sobre la incidencia de la predación, no se tienen datos de especies próximas a las estudiadas, y los valores encontrados están comprendidos entre los que dan Bos tock y Benton (1979), para *Cirsium arvense* (43%), *Tussilago farfara* (21%) y *Taraxacum officinale* (2%).

El peso medio de la semilla (*C. albidus* 0.98 mg y *C. clusii* 0.29 mg) es similar al de otras especies acompañantes en el matorral (Madueño (1973), cita para *Rosmarinus officinalis* 1.03 mg, y para *Thymus vulgaris* 0.26 mg).

E S P E C I E	RECTA REGRESION PRODUCC. FRUTOS (g.)	PESO MEDIO FRUTOS (g.)	PESO MEDIO SEMILLAS (mg.)	N° SEMILLAS PRODUCIDAS /Ha.	% SEMILLAS PREDADAS	% SEMILLAS GERMINADAS	N° PLAN TULAS /Ha.	INDICE EFICIENCIA
<i>Cistus albidus</i>	$y = 0.27X + 3.89$	0.16	0.98	10×10^6	31	19	26976	0.0026
<i>Cistus clusii</i>	$y = 2.9X - 9.97$	0.04	0.29	72×10^6	14.5	27	6511	0.00009

TABLA N°3.- CAPACIDAD Y EXITO REPRODUCTIVO DE LAS ESPECIES . La producción de frutos corresponde a la ecuación
 $lny = blnx + a$, (siendo $x = L.R.L.$ en cm.)

Data about the capacity and reproductive effort in both species . The regression for production of fruit, is in the formula $ln y = blnx + a$, in which "x" is the LRL in cm.

E S P E C I E	CLASES DE TAMAÑO-EDAD												
	P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Cistus albidus</i>	0	0	0	1.8	3.6	6.1	9.4	13.7	19.0	25.6	33.3	42.4	52.7
<i>Cistus clusii</i>	0	0	0	0.2	0.5	1.2	2.3	4.1	6.8	10.3	15.5	22.2	30.7

TABLA N°4.- CONTRIBUCION DE CADA CLASE DE TAMAÑO-EDAD AL NUMERO DE PLANTULAS FINAL, considerando el número de plántulas final que aporta cada individuo (en función del n° de semillas que produce), y el número de individuos por cada clase de tamaño-edad .

Contribution of size-age class to final number of seedlings in both species, considering the final number of seedlings for individual (in relation to the number of seeds produced) and the number of plants for size-age class .

En cuanto a la capacidad germinativa, datos proporcionados por Catalán (1978), dan para *Rosmarinus officinalis* 36-40% y *Quercus coccifera* 60-80%, lo que sitúa a las especies de *Cistus* estudiadas, en ligera desventaja para ocupar el espacio, frente a estas asíduas acompañantes .

La contribución de cada clase de tamaño-edad a la natalidad final de la población, se muestra en la tabla 4. Aceptamos que la capacidad germinativa de las semillas no está afectada por la edad de la planta madre, aceptación hecha por múltiples autores (Okusanya, 1979; Huiskes, 1979) . Se considera que la aportación de las clases de plántula, uno y dos años es nula, puesto que no se han observado en ellas individuos con frutos .

El esfuerzo reproductivo es una función de la biomasa total aérea y de las condiciones ambientales a que está sometida la población (Gadgil y Solbrig *op.cit.*); su expresión en % de producción (peso seco) de frutos, respecto al % de producción de hojas y % de producción de ramas y tronco, se muestra en las figuras números 6 y 7 . Se observa que en *C.albidus* el % de frutos producidos se mantiene entre 13-19%, y no varía apenas con la edad . En *C.clusii*, el % dedicado a frutos varía ostensiblemente con la edad, siendo 14% para los más jóvenes y llegando al 37% en los adultos . En ambos casos el aumento del % de frutos producidos con la edad, se efectúa a expensas de la producción de hojas .

Datos similares de producción de frutos a los de *C.albidus* los dan Bostock y Benton (*op.cit.*) para *Achillea millefolium* 19-24%; *Taraxacum officinale* 20-29% y *Tussilago farfara* 20-32%. *C.clusii* parece distinguirse por ser una especie con poca eficiencia, que intenta compensarse con un gran esfuerzo reproductivo .

MODELO PREDICTIVO DE LA POBLACION

Con una población inicial con cierta distribución de clases de tamaño-edad, al aplicar sus propias tasas - de natalidad y fertilidad, se obtiene la composición en el siguiente período de tiempo . Podemos proyectar en el tiempo cualquier composición actual de la población, me-

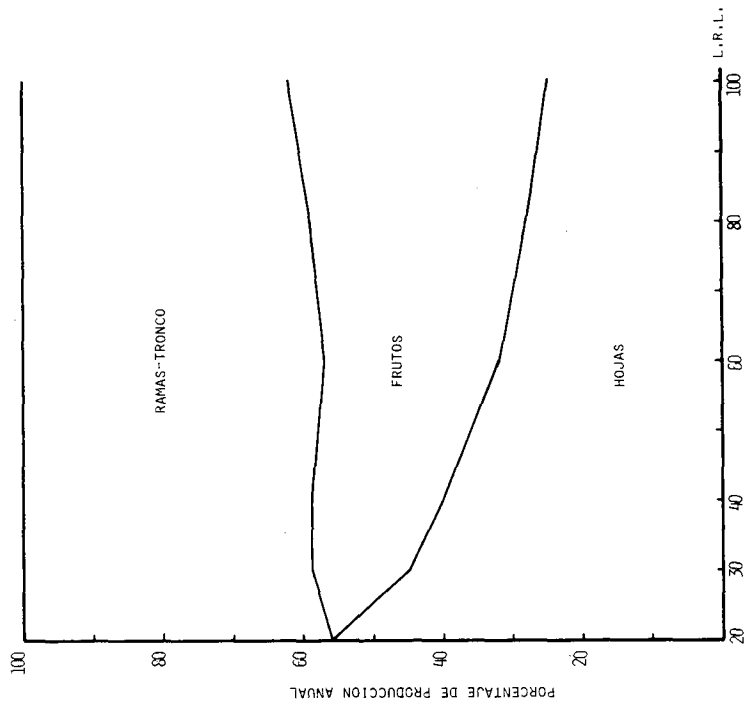


Figura 6 . Variación del % producción anual correspondiente a las fracciones ramas-tronco, hojas y frutos, al aumentar el tamaño-edad de los individuos en *Cistus cistus* .
 Percentage of net primary production (dry g/year) corresponding to stem, leaves and fruit, in relation to size-age class in *Cistus cistus* .

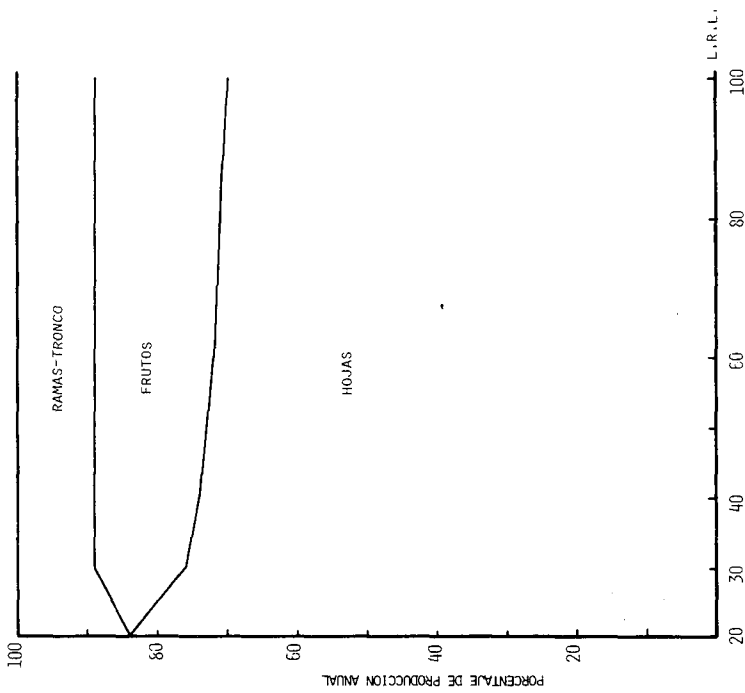


Figura 7 . Variación del % producción anual correspondiente a las fracciones ramas-tronco, hojas y frutos, al aumentar el tamaño-edad de los individuos en *Cistus albidus* .
 Percentage of net primary production (dry g/year) corresponding to stem, leaves and fruit, in relation to size-age class in *Cistus albidus* .

diante un proceso iterativo (modelo matricial de LESLIE) y suponer que dichas tasas se mantienen constantes . Una población que evoluciona así, alcanza asintóticamente una distribución estable (Margalef, 1974) . Esta estructura estable de la población, corresponde en términos matriciales al vector propio λ , que va asociado al valor propio n de la Matriz de Leslie, que debe ser positivo y máximo o igual a otros valores propios de la matriz (Legendre y Legendre, 1979) . El cálculo de los autovalores y autovectores de las matrices de ambas especies (Tablas 5 y 6) se efectuó en la terminal DCT-2000 del Centro de Cálculo de la Universidad de Alicante, con un programa Fortran IV - denominado VECTOR, que utiliza la Subrutina AUTOV que figura en Davis (1971) .

Los valores de λ encontrados (tabla 7) indican - que ambas poblaciones tienen una tasa de crecimiento instantáneo (r) positiva . Werner y Caswell (*op.cit*), en *Dipsacus sylvestris*, encuentran un amplio espectro de valores de λ , en función de la vegetación característica del campo de estudio . Sarukhan y Gadgil (*op.cit*) dan resultados igualmente variables para tres especies de *Ranunculus* . Esta gran variabilidad del valor de λ se atribuye a que viven en situaciones desequilibradas . Comparativamente, los valores de λ encontrados sugieren que las especies estudiadas no están demasiado lejos de la situación estacionaria .

La estructura de la población, obtenida por el modelo de Leslie, se representa en las figs. 8 y 9; se observa que para *C. clusii* hay una acumulación de individuos mayores de 12 años, lo que concuerda con la curva de supervivencia y hace pensar que la población de *C. clusii* todavía no ha llegado a su máxima madurez . En las figs. 8 y 9 se representa también la estructura de la población hallada en el censo de 1979, por la que se muestra el ajuste existente . El grado de identidad entre ambas estructuras (observada y estable) se valora mediante el índice de desemejanza Δ (Keyfitz y Flieger, 1975), que es la suma de las diferencias positivas en porcentaje . Los valores hallados para Δ (tabla 7), indican que ambas especies están fuertemente alejadas de la distribución estable de edades y es mayor el alejamiento en *C. clusii* .

TABLA N° 5

CISTUS ALBIDUS. - MATRIZ DE LESLIE

	P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	0	0	0	1.86	3.61	6.12	9.48	13.79	19.00	25.64	33.37	42.41	52.73
1	0.28	0.93	0.85	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
2	0.93	0.85	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
3	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
4	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
5	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
6	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
7	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
8	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
9	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
10	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50
11	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.46	0.59	0.66	0.37	0.50

TABLA N° 6

CISTUS CLUSII .- MATRIZ DE LESLIE

P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0	0.21	0.56	1.25	2.39	4.18	6.83	10.31	15.58	22.24	30.72
0.11
1	1.00	0.88	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	0.82	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	0.84	...	...	...	...	...	...	...	...
4	0.81	...	...	...	...	...	...	...
5	0.82	...	...	...	...	...	...
6	0.85	...	...	...	...	...
7	0.84	...	...	...	...
8	0.54	...	...	...
9	0.79	...	...
10	0.78	...
11	0.80

	<i>C.albidus</i>	<i>C.clusii</i>
λ	1.298	1.104
r	0.260	0.098
n	0.959 0.207 0.149 0.098 0.058 0.035 0.020 0.012 0.007 0.003 0.001 0.001 0.000	0.985 0.098 0.089 0.071 0.053 0.041 0.030 0.022 0.017 0.013 0.006 0.005 0.012
Δ	20.72	43.45

TABLA N°7.- Valores del autovalor (λ), de la matriz de Leslie, del autovector asociado (n) de la tasa instantánea de crecimiento ($r=\ln\lambda$) y del Índice de desemejanza Δ , para ambas especies .

Values corresponding to the eigenvalues (λ) of the Leslie matrix, to the associated eigenvectors (n), to the instantaneous - growth rates, and to the dissimilarity index (Δ), for both species .

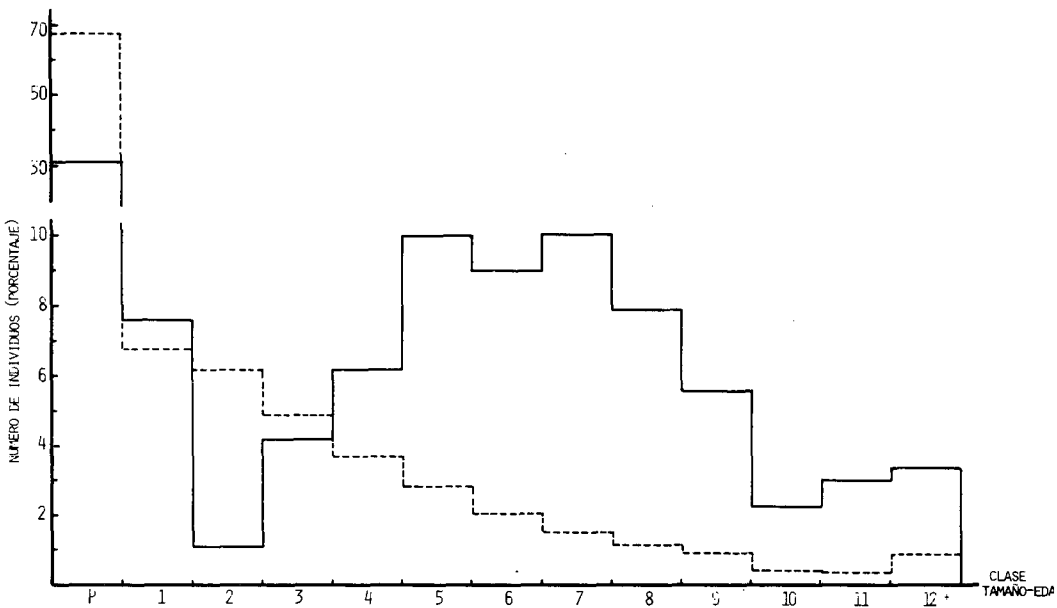


Figura 8 . Histograma continuo de comparación por clases tamaño-edad entre la población observada (—) y el modelo de población estable obtenido por la matriz de Leslie (----) en *Cistus clusii* .

Size-age diagrams for the current structure of population (—) and the stable one obtained from Leslie matrix (----) in *Cistus clusii* .

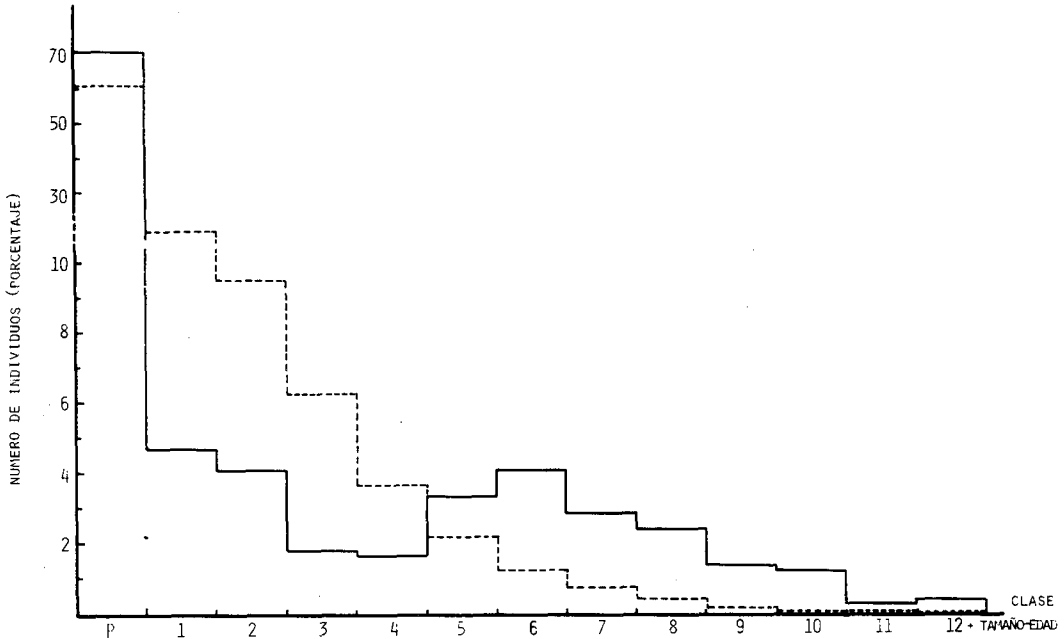


Figura 9 . Histograma continuo de comparación por clases tamaño-edad entre la población observada (—) y el modelo de población estable obtenido por la matriz de Leslie (----) en *Cistus albidus* .

Size-age diagrams for the current structure of population (—) and the stable one obtained from Leslie matrix (----) in *Cistus albidus* .

Con los resultados obtenidos, es difícil apoyar la idea de una sustitución de especies planifolias por linearifolias (Bolos, op. cit) en la zona estudiada, si bien podemos aproximar los resultados a una hipotética sustitución, si interpretamos que la población de *C. albidus* es tá en su máximo grado de madurez (la longevidad actual es la máxima que alcanza la especie) y que su desajuste respecto del modelo estable, se debe a que ha iniciado su retroceso . Respecto a *C. clusii*, su actual desajuste podría deberse por el contrario a que está en fase de desarrollo sin haber alcanzado la población la madurez máxima, a falta de individuos más adultos que, de estar presentes, podrían cambiar totalmente las tasas de reproducción, y alterar el valor actual de λ .

RESUMEN

Se estudia la demografía de dos especies de *Cis*tus, *Cistus albidus* y *Cistus clusii*, muy abundantes en el matorral mediterráneo, en una parcela de 15 Ha. en la Sierra de Crevillente (Alicante) . El substrato es calcáreo y la vegetación puede considerarse perteneciente a la asociación *Fumano (ericoidis)-Stipetum tenacissimae* Br.-Bl. et Bolós (1957) .

El principal interés de este tipo de estudio es la posibilidad de hacer predicciones sobre el futuro de ambas poblaciones en relación con cambios hipotéticos en la sucesión .

Se censaron en dos ocasiones, con un año de intervalo, 43 parcelas de 2 x 2 m. y distribuidas uniformemente . La densidad (*C. albidus* 1.09 y *C. clusii* 1.48 individuos por metro cuadrado) y estructura de tamaño-edad, se obtuvo cada vez . Es posible distinguir dos clases de mortalidad, parcial y total, que muestran distinta relación con el tamaño-edad en las dos especies .

Con las dos tasas de mortalidad combinadas, se obtuvieron curvas de supervivencia . En ellas, y para las dos especies, destaca una mortalidad muy alta para las -

plántulas . Se ensaya el ajuste de estas curvas a expresiones exponenciales y potenciales . El mejor ajuste al modelo exponencial indicaría falta de dependencia entre edad y mortalidad, particularmente en *C.albidus*. Además, la proyección de las estructuras de edades sincrónicas de las poblaciones como diacrónicas, da peores ajustes en ambos modelos .

Se ha evaluado el esfuerzo reproductor como el 13-19% de la producción primaria neta en *C.albidus* y el 14-37% en *C.clusii* . Esto puede considerarse como un carácter "competitivo" de ambas especies, que estaría compensado por la predación de frutos (31 y 14% en peso respectivamente en *C.albidus* y *C.clusii*), tasa de germinación de semillas baja (19 y 27%) y gran mortalidad de plántulas (72 y 89%) . El resultado es una mayor eficiencia de *C.albidus* (0.0026) que en *C.clusii* (0.00009) .

Se utilizó la matriz de Leslie en la predicción de futuras estructuras de las poblaciones . El autovalor fue de 1.298 para *C.albidus* y de 1.104 en *C.clusii*, y los valores correspondientes de r son 0.26 y 0.098, el segundo de los cuales es muy próximo al de un estado estacionario . El desajuste existente entre la estructura actual de la población y la estructura estable obtenida por el autovector asociado al autovalor de la matriz de Leslie puede expresarse por medio del índice de disimilaridad . Los valores de dicho índice son $\Delta = 20.72$ para *C.albidus* y $\Delta = 43.45$ en *C.clusii*, más alejada ésta última especie del modelo estable .

SUMMARY

The demography of two species of *Cistus*, *C.albidus* and *C.clusii*, very abundant in the Mediterranean shrubby vegetation, was studied in a 15 Ha plot in Sierra de Crevillente (Alicante) . The bedrock is calcareous - and the vegetation can be classified as belonging to the association *Fumano(ericoidis)-Stipetum tenacissimae* Br. Bl. et Bolós (1957) .

The main interest of this kind of study is the possibility of making predictions about the future of -

both populations in relation to hypothetical changes in succession .

Forty three plots of 2 x 2 m uniformly distributed were censused for two species twice within a year's interval . The density (*C.albidus* 1.09 individual per square meter, and *C.clusii* 1.48 in sq.m.) and size-age structure were obtained each time . It is possible to distinguish two kinds of mortality, partial and total, that show different relation with the size-age in the two species.

Survivorship curves were obtained with the two - mortality rates combined . The curves show a very high - mortality in plantules in both species . The fit of this curve to exponential and potential expressions was tried. The best fit to the exponential model would indicate lack of dependence between age and mortality, particularly in *C.albidus*. Moreover, the projection of synchronous size-age structures of populations as diachronous ones give a poorer fit to both models .

The reproductive effort was evaluated as the 13-19% of net primary production in *C.albidus* and 14-37% in *C.clusii* . This can be considered as a "competitive" characteristic of both species that must compensate predation on fruits (31 and 14% in weight respectively in *C.albidus* and *C.clusii*), low germination rate of seeds - (19 and 27%) and great mortality of plantules (72 and 89%). The result is a great efficiency of *C.albidus* (0.0026) - that in *C.clusii* (0.00009) .

Leslie matrix was used in the prediction of future structures of populations . The eigenvalue was 1.298 for *C.albidus* and 1.104 in *C.clusii* and the corresponding values for r was 0.26 and 0.098, the first of them very close to the stationary state . The disagreement between the present structure of population and the stable one obtained by the eigenvectors associated to the eigenvalue of the Leslie matrix, can be expressed by the dissimilarity index . The values was $\Delta = 20.72$ for *C.albidus* and $\Delta = 43.45$ in *C.clusii* more far the last of the stable - model .

BIBLIOGRAFIA

- AZEMA, J. 1977 . *Etude geologique des zones externes des Cordilleres Bétiques aux confins des Provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne)* . Thèse Doctoral, 393 pp. Université de Paris VI. Paris
- BOLOS, O. de 1979 . De vegetazione valentina . III. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 44 (Sec. Bot) 3:65-76 .
- BOSTOCK, S.J. y BENTON, R.A. 1979 . The reproductive strategies - of five perennial compositae . *J. Ecol.* 67,1:91-107 .
- CASWELL, H. y WERNER, P.A. 1978 . Transient behavior and life history analysis of teasel (*Dipsacus sylvestris* Huds) . *Ecology* , 59,1:53-66 .
- CATALAN, G. 1978 . Semillas de árboles y arbustos forestales . ICONA . *Monografía*, 17 . Ministerio de Agricultura .
- DAVIS, R.G. 1971 . *Computer Programming in Quantitative Biology* . Academic Press . London and New York .
- DUVIGNEAUD, P., KESTEMONT, P., TIMPERMAN, J. y MONIQUET, J.C. 1977. La Hetraie Ardennaise a *Festuca altissima* a Mirwart . Biomasse et Productivite primaire . En P. Duvigneaud y P. Kestemont (eds.) *Productivité biologique en Belgique* . SCOPE . Tr. Sec. belge du P.B.I.
- GADGIL, M.G. y SOLBRING, O.T. 1972 . The concept of r- and k- Selection : Evidence from wild flowers theoretical considerations . *Amer. Natur.* Vol. 106, n° 947, 14-31 .
- GRIME, J.P. 1974 . Vegetation classification by reference to strategies . *Nature*, Vol. 250, 26-3 .
- GRIME, J.P. 1977 . Evidence for the existence of three primary - strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory . *Amer. Natur.* 111:1169-1194 .
- GRIME, J.P. 1978 . Interpretation of small-scale patterns in the distribution of plant species in space and time . En Freydenberg y Woldenlorg (Eds.) . *Structure and Functioning of Plant Populations* . North-Holland Publishing Company, Amsterdam .
- HARPER, J.L. 1977 . *Population biology of plants* . Academic Press New York .
- HETT, J.M. y LOUCKS, O.L. 1968 . Application of life table analyses to tree seedlings in Quetico Provincial Park, Ontario . *For. - Chron.* 44:29-32 .
- HETT, J.M. y LOUCKS, O.L. 1976 . Age structure models of balsam - fir and eastern hemlock . *J. Ecol.* 64,3:1029-1045 .
- HUBBELL, S.P. y WERNER, P.A. 1979 . On measuring the intrinsic rate of increase of populations with heterogeneous life histories. *Amer. Natur.* Vol. 113, n° 2, 277-293 .

- HUISKES, A.H.L. 1979 . Biological flora of the British Isles, *Amnophila arenaria* (L.) Link. *J.Ecol.* 67,1:363-383 .
- KEYFITZ, N. y FLIEGER, W. 1975 . *Demografía : Métodos Estadísticos* Ed.Marymar . Buenos Aires .
- LEGENDRE, L. y LEGENDRE, P. 1979 . *Ecologie Numerique*, Tome II, *Collection d'Ecologie n°13* . Edit. Masson .
- MADUEÑO, M. 1973 . *Cultivo de plantas medicinales* . Ministerio de Agricultura . Madrid .
- MARGALEF, R. 1968 . *Perspectives in Ecological Theory* . The University of Chicago Press .
- MARGALEF, F. 1974 . *Ecología* . Ed.Omega . Barcelona .
- OKUSANYA, O.T. 1979 . An experimental investigation into the ecology of some maritime cliff species . II . Germination studies. *J.Ecol.* 67,1:293-305 .
- PATERSON, J.G., BOYD, W.J.R. y GOODCHILD, N.A. 1976 . Effect of temperature and depth of buñal on the persistence of seed of *Avena fatua* L. in Western Australia . *J.Appl.Ecol.* 13,3:841-849.
- REGLAS INTERNACIONALES PARA ENSAYO DE SEMILLAS 1976 . Ministerio de Agricultura . Madrid .
- SARUKHAN, J. y HARPER, J.L. 1973 . Studies on plant demography : *Ranunculus repens* L., *R.bulbosus* L. and *R.acris* L. I. Population flux and survivorship . *J.Ecol.* 61,3:675-716 .
- SARUKHAN, J. y GADGIL, M. 1974 . Studies on plant demography: *Ranunculus repens* L., *R.bulbosus* L.; *R.acris*. III. A mathematical model incorporating multiple modes of reproduction . *J.Ecol.* - 62,3:921-937 .
- TURKINGTON, R., CAHN, M.A., VARDY, A. y HARPER, J.L. 1979 . The growth, distribution and neighbour relationships of *Trifolium repens* in permanent pasture . III. The establishment and growth of *Trifolium repens* in natural and pasture sites . *J.Ecol.* 67,1' 231-243 .
- USHER, M.B. 1972 . Developments in the Leslie Matrix Model. En J. N.R. Jeffers (ed.) *Mathematical Models in Ecology* . Blackwell's Scientific Publications .
- WATKINSON, A.R. y HARPER, J.L. 1978 . The demography of a sand dune annual : *Vulpia fasciculata* I. The natural regulation of populations . *J.Ecol.* 66,1:15-35 .
- WERNER, P. y CASWELL, H. 1977 . Population growth rates and age - versus stage-distribution models for teasel (*Dipsacus sylves tris* huds) . *Ecology* 58,5:1103-1112 .

WHITTAKER, R.H. y WOODWELL, G.M. 1969 . Structure production and diversity of the oak-pine forest at Brookhaven, New York . *J. Ecol.* 57, 1: 155-175 .

WHITTAKER, R.H. y GOODMAN, D. 1979 . Classifying species according to they demographic strategy . I. Population fluctuations and environmental heterogenity . *Amer. Naturalist* 113,2:185-200 .

ZIMMERMAN, M.H. y BROWN, C.L. 1971 . *Trees structure and function.* Springer-Verlag . Berlin .

ASPECTOS DE LA BIOLOGIA DE POBLACIONES DE INULA VISCOSA EN UN CAMPO ABANDONADO .

Por L. LOPEZ SORIA ¹

INTRODUCCION

En varias comarcas de la depresión prelitoral - catalana se ha venido observando desde principios de la década de los años setenta, una progresiva transformación de la ocupación del suelo . El abandono de tierras de labor ha sido el elemento de mayor significación y - en la actualidad los campos abandonados ocupan una parte no despreciable del territorio de dichas comarcas, especialmente en el Vallés Occidental .

Desde el punto de vista sociológico cabe asignar en principio a las comunidades desarrolladas en los campos a la asociación *Brachypodium phoenicoidis* (Br.-Bl., 1924) . De las especies colonizadoras de los campos *Inula viscosa* (L.) Aiton ha sido la que mayor importancia ha alcanzado tanto en términos de biomasa como de producción. El área de distribución de *Inula* es mediterránea, y Bolos (1962) sitúa su hábitat de origen cerca de las orillas de los ríos, junto a algunas comunidades meridionales de los *Nerio-Tamaricetea* . La ocupación de zonas próximas a las habitaciones humanas constituyó, hace - bastante tiempo, una primera expansión de su nicho fundamental, expansión que en la actualidad podría haber - recobrado un nuevo impulso, esta vez hacia hábitats de menor intensidad de perturbación, no sólo en campos abandonados de la región catalana, sino también hacia el interior de la península ibérica .

Inula viscosa es una especie de porte arbustivo, perenne, malacófila y caducifolia, que fácilmente sobre pasa los 100 cm de altura . Un individuo de esta especie está formado por un colectivo de ramas independientes -

1. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .

desde la base, de la que cada año se desarrollan ramas nuevas que pueden persistir funcionalmente activas durante más de un ciclo vegetativo. La fisionomía y tamaño medio de *Inula* contrasta con los que pueden presentar las demás especies que habitan en los campos, entre las que cabe destacar por su abundancia a *Plantago lanceolata*, *Scabiosa maritima* y *Cynodon dactylon*.

Tras el primer año de abandono de los campos (colonizados sin demora por especies como *Erucastrum nasturtiifolium* y *Diplotaxis erucoides* entre otras) las especies anteriormente mencionadas junto con *Inula* sustituyen a las dos últimas citadas y rápidamente forman poblaciones relativamente estables, pero las características presentadas por *Inula* hacen que esta especie adquiera una capacidad de control sobre la comunidad muy superior a la de cualquier otra especie.

La ecología de poblaciones de especies colonizadoras es un tema relativamente poco estudiado en el mundo vegetal (Regehr y Bazzaz, 1979; Raynald y Bazzaz, 1975) y la intención del presente estudio cabe situarla dentro de esta tendencia, particularmente en la descripción de la estructura y desarrollo de las poblaciones de *Inula* en la etapa de sucesión que claramente caracteriza.

METODOS

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la U.A.B., en Bellaterra (Barcelona). Dicho campo se abandonó como tierra de cultivo en verano de 1970, y estuvo sometido a un pastoreo relativamente intenso durante los primeros cuatro años de colonización. En el inicio de 1975 se valló el campo y hasta el momento de iniciarse este estudio, en 1976, el campo estuvo libre de la presión de pastoreo durante casi dos años.

La comunidad desarrollada en el campo está formada por dos estratos de vegetación: uno herbáceo, muy rico en especies, y otro arbustivo, formado exclusivamente por *Inula*. La distribución en el espacio de esta especie es de carácter contagioso y las áreas de muestreo

se escogieron en zonas de densidad relativamente constante . En 1976, 1977 y 1978 se realizaron sobre un colectivo de cuadrados (de 8 a 9) de 3 m de lado tomados al azar, las siguientes medidas que constituyeron los - datos de base para una evaluación de la estructura del estrato arbustivo .

- 1.- Contaje del número de individuos de *Inula* presentes en cada parcela .
- 2.- Para cada uno de los individuos hallados en las distintas parcelas se anotó el número de ramas vivas, así como sus edades . En la muestra de 1976 además de las ramas vivas se censaron las ramas muertas de cada individuo .

La edad de las ramas se determinó mediante el examen de la morfología de los tallos (que presentan crecimiento de tipo simpodial), y la edad de los individuos según la edad de la rama más vieja . La frecuencia de casos dudosos, por ausencia o deterioro de los tallitos - que integran las ramas, fue relativamente baja y no afectó en modo significativo a la estructura de edades de la población de individuos que más tarde se elaboró . Para los individuos censados en 1978 no fue posible reconocer sus edades dado que por rotura de los tallos, la datación no ofrecía garantías de fiabilidad .

Además de la estructura de edades de los individuos se consideró la composición media de los mismos para las distintas clases de edad . Para ello se tomó un individuo medio ideal representante de cada clase de edad, cuya composición se obtuvo según el cociente siguiente :

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ de ramas de edad } i, \text{ censadas en los individuos de edad } j}{\text{n}^\circ \text{ de individuos de edad } j}$$

De este modo se obtenía el promedio de ramas de cada clase de edad por individuo de edad j , lo que permitió establecer comparaciones, en términos de estructura y grado de desarrollo, entre los individuos de distintas edades .

Los censos obtenidos en 1976, 1977 y 1978 se realizaron sobre 63, 62 y 42 individuos respectivamente, - siendo el total de ramas vivas contadas de 908, 885 y 558 para cada año . El censo de ramas muertas efectuado en el primer año dió un total de 646 ramas .

RESULTADOS Y DISCUSION

COMPOSICION DEL INDIVIDUO MEDIO POR CLASE DE EDAD

En la figura 1 puede observarse que los individuos medios, en 1976, de las clases de 5 y 6 años presentan aproximadamente doble número de ramas que los individuos de las restantes clases .

Esta relación se aprecia tanto en las ramas vivas como en las muertas . La composición de los individuos medios en 1977 (figura 2) fue bastante diferente a la del año precedente y cabe resaltar la dominancia alcanzada por las ramas de un año en todas las clases de edad . El individuo de 6 años, en 1977, presentó un total de ramas que contrasta con las contabilizadas en las demás clases, es decir, que la diferencia en número de ramas entre el grupo de individuos de 2, 3 y 4 años y el grupo de 5 y 6 años, en 1976, se mantuvo en 1977 . En este año, el grupo más viejo estaría representado básicamente por los individuos de 6 años, dado que sólo se censaron tres de 7 años y se incluyeron en la clase de 6 años . La distinción de ambos grupos de individuos se aprecia claramente en la tabla 1 .

Con los valores citados podría decirse que la - plasticidad de los individuos de *Inula* de la población del campo experimental, quedaría concretada en dos tipos de composición relativamente bien diferenciados, tal como se indica en la tabla 2 .

1976

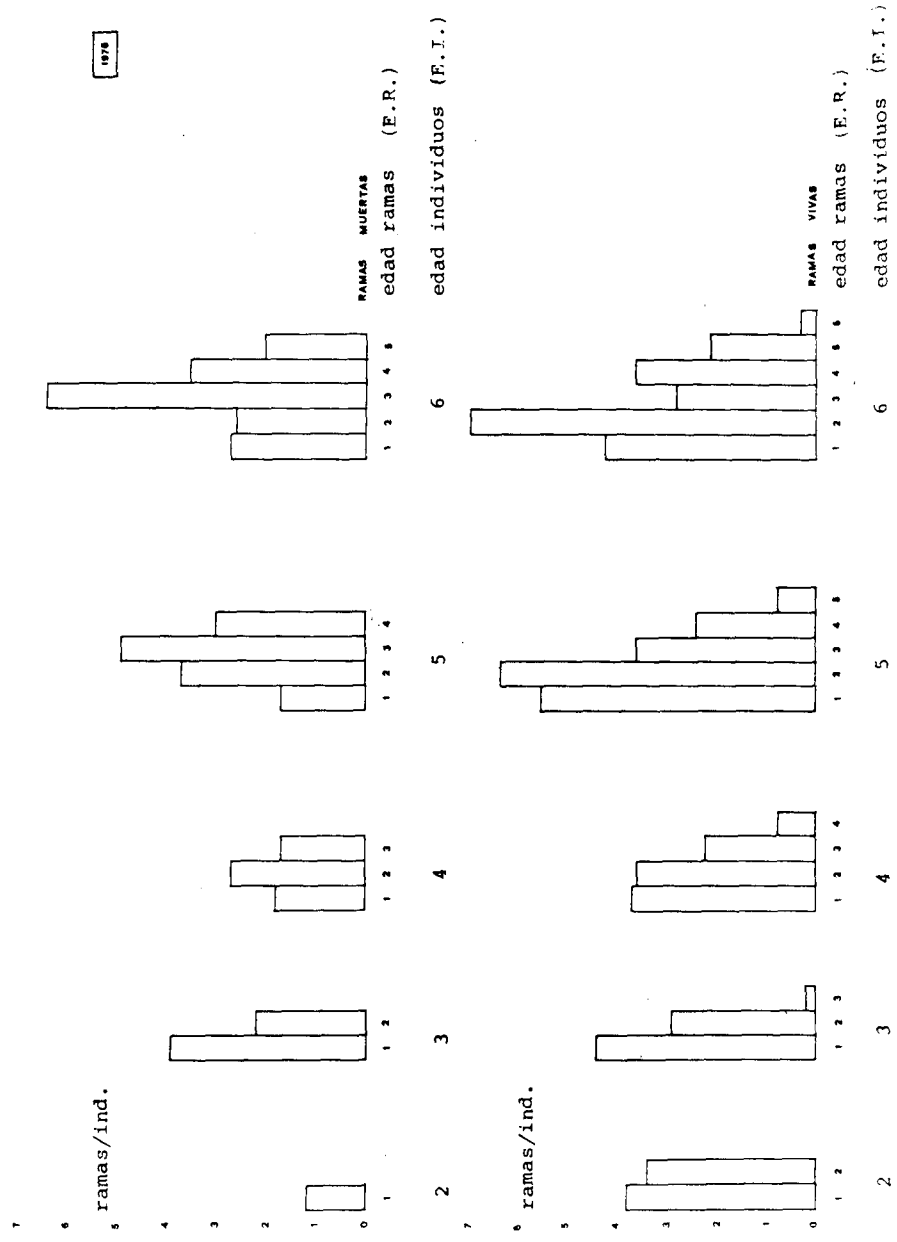


Figura 1. Composición del individuo medio de las distintas edades en 1976. En la parte superior se indica la composición en ramas muertas y en la inferior la de ramas vivas. Average individual composition in 1976 (mean number of stems of age i per individual of age j , on the y -axis). E.R. denotes stem age and E.I. individual age. Upper part: dead stems composition; lower part: living stems composition.

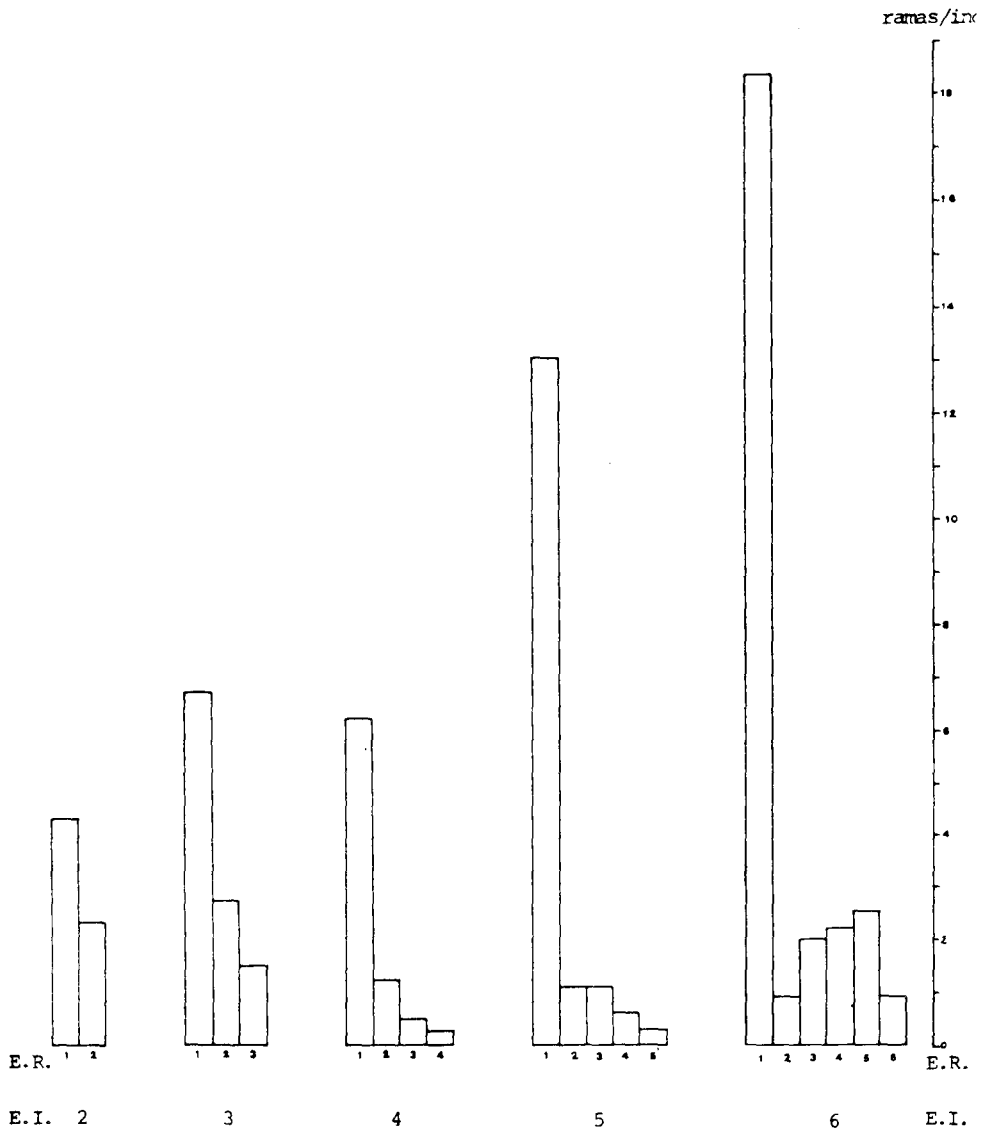


Figura 2. Composición del individuo medio de las distintas edades en 1977. E.R. indica la edad de las ramas y E.I. la de los individuos, ambas en años.

Average individual composition in 1977. The axis units are the same of figure 1.

ESTRUCTURA DE EDADES DE LA POBLACION DE INDIVIDUOS

En la figura 3 se ha representado el porcentaje de individuos censados en las distintas clases de edad según las muestras de 1976 y 1977 . Las discrepancias en las abundancias representadas en ambos gráficos indican que la colonización del campo no se dió de un modo uniforme en toda su superficie, sino más bien en agregados. De este hecho son testigos los individuos de 7 años que corresponden a los ya establecidos en el campo cuando este aún se cultivaba (tras la siega de verano es frecuente ver en los campos poblaciones más o menos densas de *Inula*) .

La información que en general puede proporcionar una estructura de edades debe ser analizada con cautela dado que unos mismos datos pueden apoyar tesis opuestas, es decir, una curva de supervivencia de la población o bien una curva de crecimiento en el tiempo (Harper, 1977). En nuestro caso parece relativamente claro que los datos obtenidos denotan más bien una aproximación hacia la segunda tesis dado que, por una parte, los periodos de mayor probabilidad de muerte para el individuo tienen lugar en la fase juvenil (época de germinación y primer periodo de sequía estival) y, de otra parte, no se han observado indicios de individuos que hubieran muerto antes de 1977; es decir, que la mortalidad es casi nula cuando se ha superado la etapa juvenil (en 1978 se observaron los primeros individuos muertos de la población y representaron un 2,3% de la población censada) . Por lo tanto puede aceptarse en principio que los datos obtenidos dan cuenta del crecimiento de la población durante la colonización del campo.

La estructura de edades sugiere en consecuencia que la población aumentó muy rápidamente hasta 1974 aproximadamente y que desde aquel año en adelante presentó una tendencia lenta hacia la estabilización . En otro sentido ello significa que a partir de 1974 las condiciones iniciales de colonización se vieron modificadas substancialmente . Como prueba se recordará lo dicho anteriormente sobre los grupos I y II de individuos . El grupo II corresponde a los desarrollados en los primeros años (bajo condiciones supuestamente óptimas), y el grupo I a los desarrollados en los últimos años y en condi

Tabla 1. Promedio del número de ramas por individuo medio en el grupo de edades I (clases de 2, 3 y 4 años) y el grupo II (clases de 5 y 6 años).

	<u>GRUPO I</u>		<u>GRUPO II</u>	
	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>
ramas/ind.	9,0	11,7	19,0	25,8
S _x	4,4	6,7	8,9	10,7
S _x	0,8	1,1	1,7	2,8

Tabla 2. Composición del individuo medio del grupo de edades I y II. (n° medio ramas/individuo).

	<u>edad de las ramas (años)</u>					
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
GRUPO I	3,9	3,4	1,3	0,4	-	-
GRUPO II	5,0	6,5	3,3	2,8	1,2	0,1

ciones no tan favorables . Otra prueba demostrativa sería la distribución de las ramas muertas de cada edad según la edad de los individuos (figura 4). En ella lo más destacable sería el hecho de que las ramas de tres años están concentradas en los individuos de 5 y 6 años, lo que indica que dichas ramas debieron morir, en su mayoría en 1973 y 1974 .

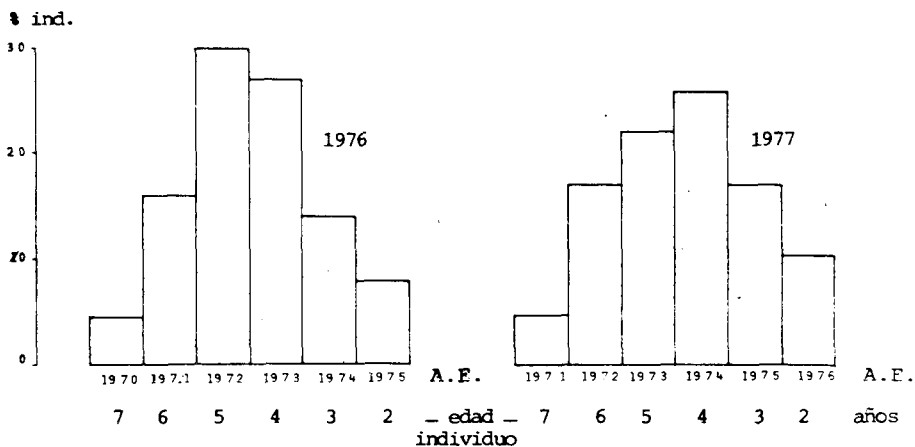


Figura 3. Estructura de edades de la población de individuos en 1976 y 1977. A.E. representa el año en que se establecieron los individuos.

Age structure of individuals population in 1976 & 1977. The year when the individuals were established is indicated by A.E.

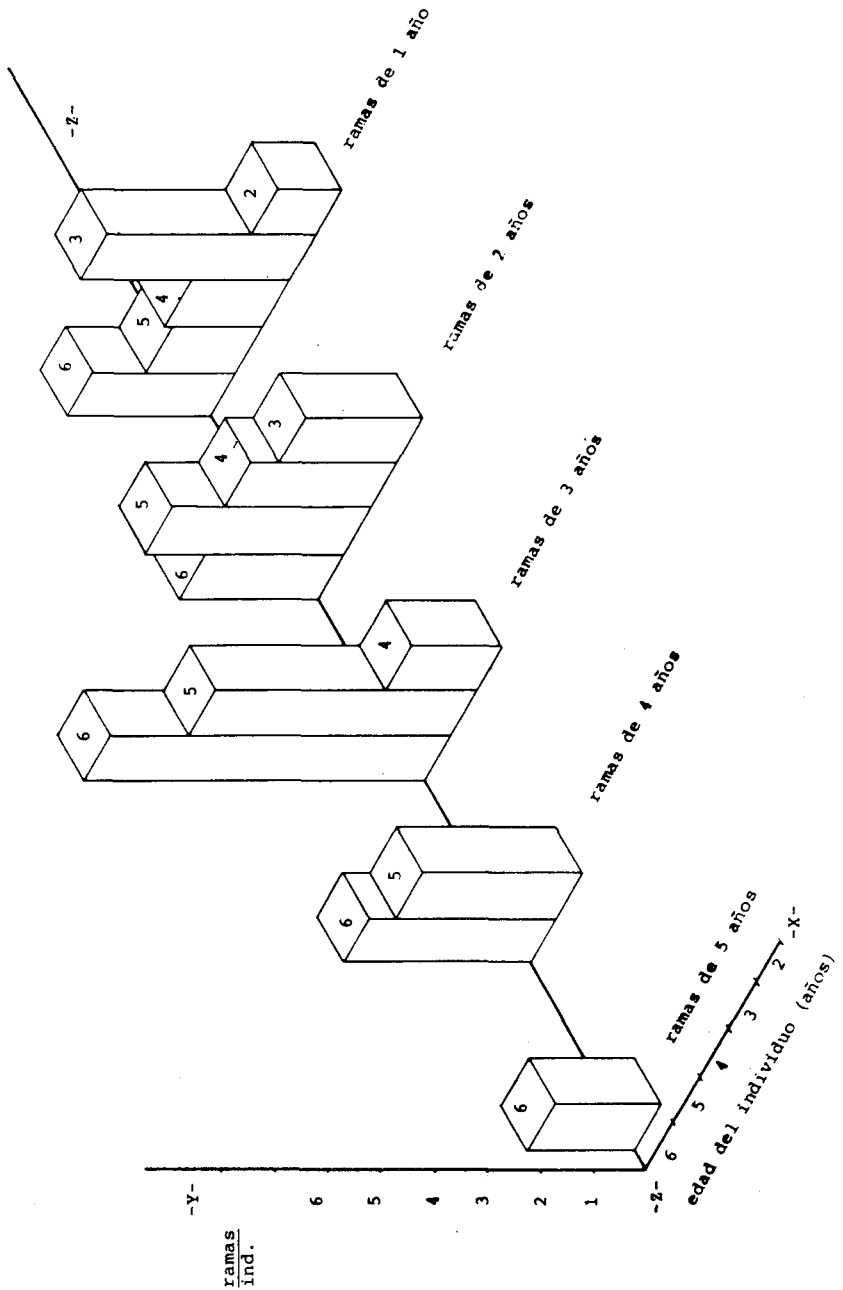


Figura 4. Número de ramas muertas por individuo medio según la muestra de 1976.

Dead stems number per average individual after the sample of 1976. The x-axis represents the individual age; the y-axis stems per individual, and the z-axis stem age.

ESTRUCTURA DE EDADES DE LA POBLACION DE RAMAS

El estrato arbustivo que forma *Imula viscosa* en las comunidades de campo abandonado, puede considerarse desde dos niveles de estructuración, un nivel correspondería a la población de individuos y otro a la población de ramas que los forman . La estructura de edades de la población de ramas en cada uno de los años estudiados - (figura 5) presentó básicamente la misma característica: cuanto mayor es la edad de la clase, menor es la abundancia con la que está representada .

Las tres distribuciones obtenidas muestran en definitiva un proceso acelerado de simplificación de la estructura de edades . En la primavera de 1979 se observó que las únicas yemas activas, en una gran mayoría de individuos, eran las ramas de un año (la cohorte de ramas formadas en 1979) . Es decir, que la estructura de edades había quedado reducida a la clase de un año .

A partir de los tres censos de ramas obtenidos se estimó la supervivencia de las distintas cohortes de ramas, considerando las abundancias registradas en 1976 como valor 100 (figura 6) . Las rectas de las cohortes de 1976, 1977 y 1978 dan cuenta de la forma de sus curvas de supervivencia, dado que en 1979 apenas se encontraron ramas supervivientes . El tipo de curva de supervivencia para las tres cohortes mencionadas se aproximaría al tipo diagonal, en tanto que las rectas de las demás cohortes representarían tan sólo a segmentos de las verdaderas curvas de supervivencia .

El gráfico mencionado señala que la duración máxima de la vida de las ramas de las distintas cohortes ha disminuido progresivamente desde las más viejas a las más jóvenes . Ello podría interpretarse en los siguientes términos . Si suponemos que la tasa de mortalidad de las ramas es parecida en todas las cohortes y relativamente poco variable año tras año, tal como sugiere la figura, el número inicial de ramas producidas por individuo medio en las cohortes de 1971 a 1975 podría estimarse en algo más de 10, cifra que parece algo excesiva pues no coincide con lo observable en campos de menor edad de abandono . Ello implicaría que las curvas de supervivencia de las distintas cohortes han experimentado un progresivo aumento de sus pendientes, es decir, un

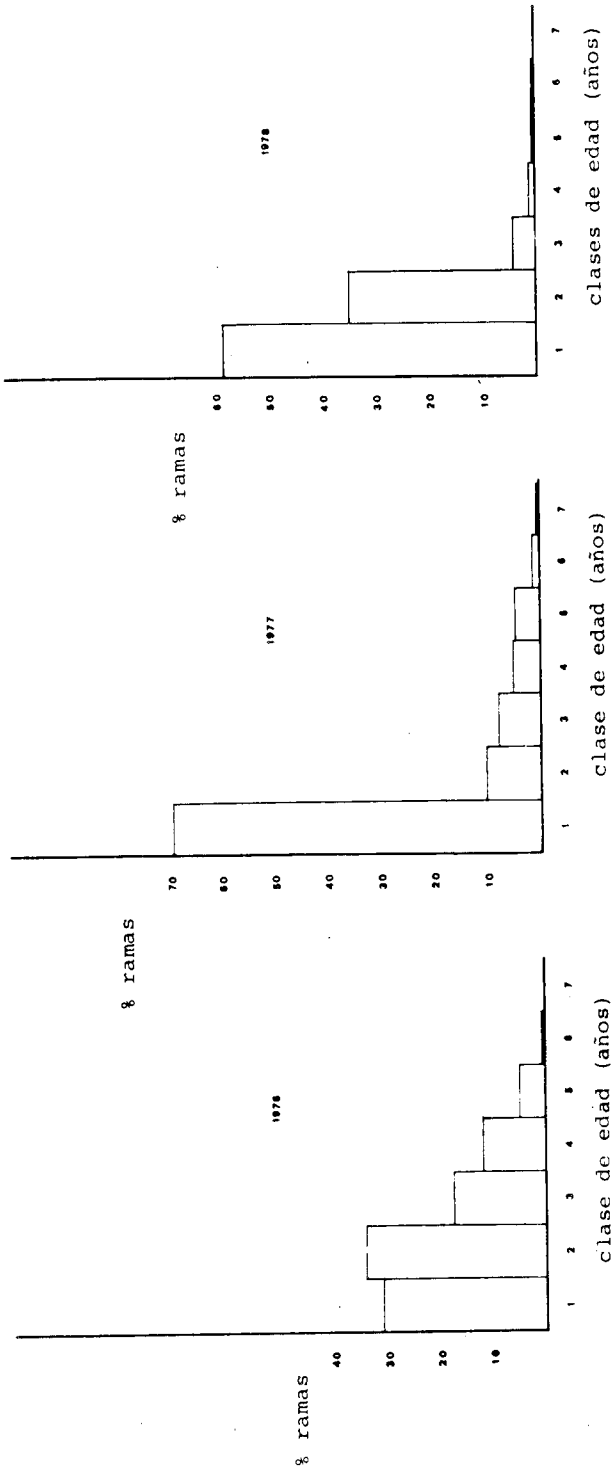


Figura 5. Estructura de edades de la población de ramas en 1976, 1977 y 1978.

Age structure of stems population in 1976, 1977 y 1978. The abundance per cent is given on the y-axis and the age class (in years) on the x-axis.

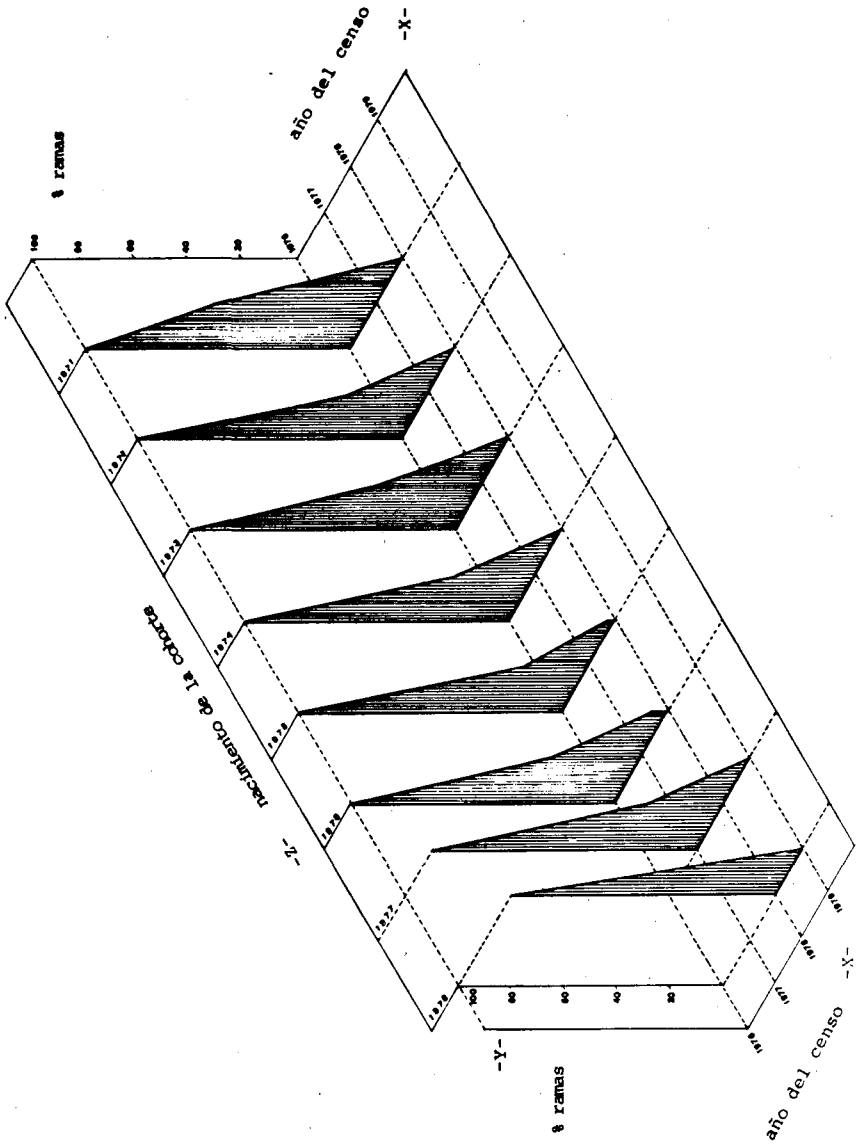


Figura 6. Supervivencia de las cohortes de ramas respecto al valor 100 en 1976.

Survivorship rate of stem cohorts taking the abundances of 1976 as 100. The year when the census were taken is given on the x-axis, the per cent of stems on the y-axis, and the cohort birth in the upper part (Z).

aumento de la tasa de mortalidad específica de cada cohorte .

La organización de la estructura del estrato arbustivo presenta en resumen una modificación que se hace bien patente en la estructura de la población de ramas y, que a su vez, supone el preludio de un cambio aún más drástico en la población de individuos . Dicho cambio se supone tendrá lugar en un futuro inmediato y en consecuencia es de esperar que finalice la etapa de sucesión dominada por *Inula viscosa* .

POSIBLES CAUSAS DEL DECLIVE DE LAS POBLACIONES DE *Inula viscosa*

El proceso de declive de la población de *Inula* supone desde un punto de vista fisionómico, un cambio del tipo biológico de dicha especie, dado que al no sobrevivir las ramas mayores de 1 año, desaparecen las yemas de renuevo situadas a cierta altura (unos 50 cm) y únicamente permanecen funcionales las yemas de las ramas del año, situadas a escasos centímetros del suelo . Por lo tanto, el cambio de tipo biológico es de caméfito (o nanofanerófito) a hemicriptófito . Este fenómeno, relativamente poco frecuente, también se ha citado en especies del semidesierto del sudoeste de Norteamérica (Walter, 1971) y para especies mediterráneas (como *Scabiosa maritima*, *Leontodon hirtus* y *Alyssum maritimum*) que pueden variar su forma biológica según las condiciones climáticas del hábitat (Braun-Blanquet, 1979) .

El cambio del tipo biológico de la especie estudiada o, en otros términos, la simplificación de la estructura de los individuos, podría interpretarse en función de dos causas de carácter fisiológico . Una sería la incapacidad que muchos arbustos presentan para mantener en funcionamiento de un modo continuo el sistema de haces conductores, lo cual limitaría la biomasa (y su persistencia) que el individuo es capaz de acumular en cada una de las ramas que lo integran (Zimmerman y Brown 1971) .

La otra causa podría estar relacionada con un problema de transpiración . En un ambiente sometido a

una perturbación de baja intensidad, los individuos de *Inula* pueden acumular un número de ramas relativamente importante, que a su vez supone un aumento del índice de superficie foliar, y en consecuencia cabría suponer que las pérdidas de agua por transpiración podrían ser de mayor magnitud que el volumen de agua que las raíces son capaces de absorber. Ello supondría necesariamente un reajuste de la relación biomasa supraterrestre / biomasa subterránea, es decir, comportaría una reducción del número de ramas por individuo a partir de un momento dado de su vida .

Además de las causas apuntadas cabe añadir que la escasa abundancia de individuos jóvenes para reemplazar a los más viejos constituiría un tercer factor determinante del declive de la población de *Inula* en los campos abandonados.

El período en que *Inula viscosa* se muestra como especie claramente dominante en las primeras etapas de sucesión de los campos abandonados puede aceptarse que es de alrededor de una decena de años . El éxito alcanzado por esta especie puede interpretarse en el marco de las estrategias primarias para especies vegetales reconocidas por Grime(1977): ruderal, competitiva y tolerancia al "stress" . La estrategia de *Inula* podría ser, en principio, ruderal-competitiva, pues presenta características de una y otra estrategia primaria . Las propias de una ruderal serían básicamente las siguientes: un elevado esfuerzo reproductivo (un individuo medio produce en promedio unas 47000 flores), producción de flores en el primer año de su vida, y dispersión anemócora de las mismas . Dichas características serían las responsables de la gran capacidad para colonizar nuevas áreas. A ello hay que añadir que los vástagos producen esencias (cineol) que las hacen no apetecibles al ganado que pastorea los campos abandonados, lo cual implica una mayor probabilidad de supervivencia de las plantas recientemente establecidas en un campo y una ventaja evidente en la explotación de recursos frente a otras especies .

En cuanto a las características de la estrategia competitiva cabría destacar al importante desarrollo que puede alcanzar el sistema fotosintético y el radicular, el tipo biológico y el período vegetativo marcadamente

estacional y prolongado . Es decir, se trata de características que tienden a maximizar el crecimiento de la planta y, por tanto, a facilitar la adquisición de una habilidad competitiva mayor que la de otras especies de los campos .

SUMMARY

1. *Imula viscosa* (L.)Aiton is a shrub that have reached a great dominance on extensive areas of abandoned arable land in many parts of Catalunya and others mediterranean regions of Spain .

2. The structure and development of a population of this species on a field abandoned in 1970 were studied over a 3-year period .

3. The age structure of individuals can be used to derive an approximation of the population growth in time and suggest:

a. The population increased in density during the first 3-4 years of colonization and since the fourth year showed a trend to stabilization .

b. After 9 years of colonization the population attained a senile state .

4. The survivorship curves of stems cohorts born in 1976, 1977 and 1978 and the depletion curves of others cohorts born in previous years, showed that the mortality rate of each cohort increased from the older to the younger cohorts, so the life span of cohorts were shorter every year (1 year for the cohort born in 1978) .

The corollary of this point is that the individuals of *Imula* will change its life form from chamaephyte (or nanophanaerophyte) to hemicryptophyte in an imminent future .

BIBLIOGRAFIA

- BOLOS, O.de 1962 . *El paisaje vegetal barcelonés*. Fac.Filosofía y Letras Univ.Barcelona .
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979 . *Fitosociología* . Blume . Madrid .
- GRIME, J.P., 1977 . Evidence for the existence of three primary - strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory . *Amer.Natur.* 111:1169-1194 .
- HARPER, J.L. 1977 . *Population biology of plants* . Academic Press New York, London .
- RAYNALD, D.J. y BAZZAZ, F.A. 1975 . Interference of winter annuals with *Ambrosia artemisiifolia* in early successional fields . *Ecology* 56:35-49 .
- REGEHR, D.L. y BAZZAZ, F.A. 1979 . The population dynamics of *Eriogeron canadensis*, a successional winter annual . *J.Ecol.* 67: 923-933 .
- WALTER, H. 1971 . *Ecology of tropical and subtropical vegetation*. Olyver & Boyd . Edimburgh .
- ZIMMERMAN, M.H. y BROWN, C.L. 1971 . *Trees structure and function*. Springer-Verlag . Berlin .

DISTRIBUCION ESPACIAL Y TEMPORAL DE
ACANTHODACTYLUS ERYTHRURUS (SAURIA: LACERTIDAE)
EN UN ARENAL COSTERO ALICANTINO .

Por E. SEVA¹ y A. ESCARRE¹

INTRODUCCION

En el estudio de la ecología de los reptiles es ya casi tradicional considerar alimento, hábitat y tiempo como las tres dimensiones principales que configuran los distintos tipos de aprovechamiento de recursos (Pianka, 1969; Schoener, 1974) tanto a nivel interespecífico como intraespecífico . De ellos, la dimensión temporal ha sido sin embargo la que menos atención ha recibido - (Simon y Middendorf, 1976) .

En una gran mayoría de los estudios que se llevan a cabo para definir el microhabitat de las especies, se hace especial hincapié en los aspectos diferenciales de manera tal que es como si se procediese a muestrear del espacio, únicamente aquellos puntos en que se observan especies . De esta forma se pueden evaluar mejor las preferencias relativas de las distintas especies o clases ontogénicas, que la selección de características del espacio total que cada reptil lleva a cabo en mayor o menor proporción .

La heterogeneidad en los diversos componentes - del espacio condiciona el modo de distribución de las especies que lo ocupan, siendo frecuente que la densidad

1. Departamento de Biología . Facultad de Ciencias . Universidad de Alicante .

de individuos varíe considerablemente de unos lugares a otros, variación que como apuntan Fleming y Hooker(1975) viene de la mano de numerosos aspectos intrínsecos y extrínsecos complicadamente relacionados, por lo que la medida de ciertas variables aisladas sólo da una corta perspectiva de dichas relaciones .

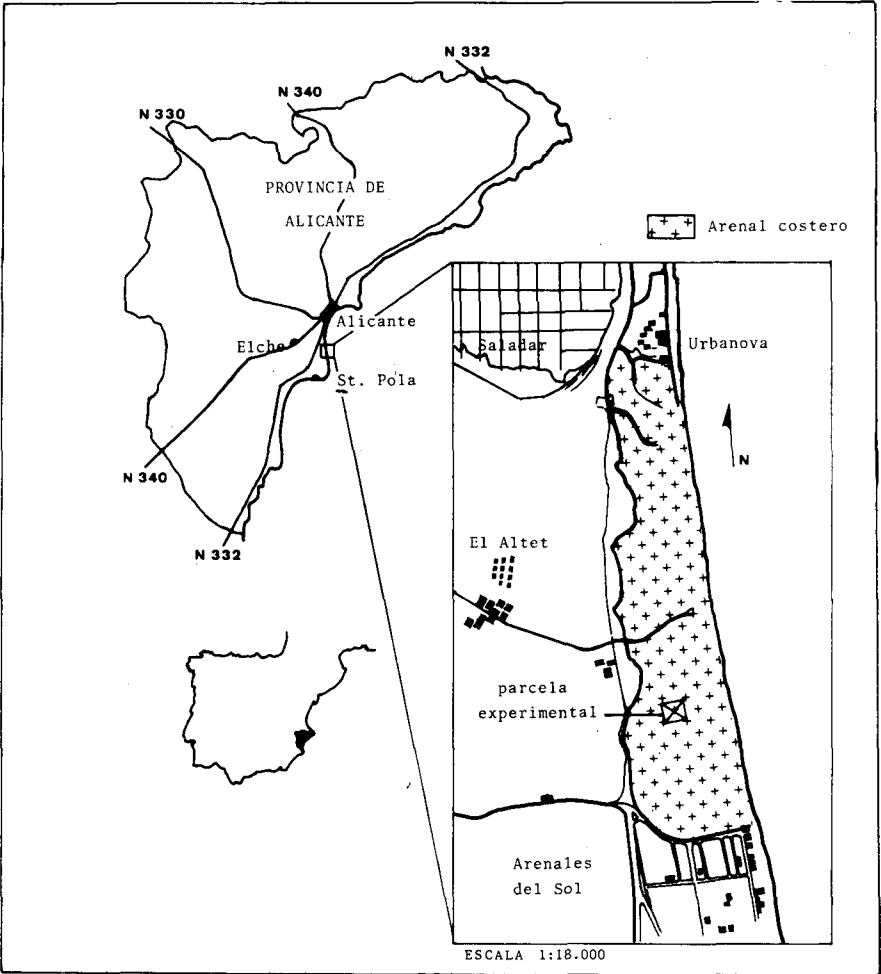
Los cambios de la explotación de recursos en el tiempo son una de las respuestas de la especie a las variaciones cíclicas temporales a que están sometidas ciertas variables que tienen como respuesta la distribución cíclica de la actividad de la especie .

En el presente trabajo se incluyen algunos de los resultados preliminares sobre un estudio más amplio que abarca toda la taxocenosis de reptiles de un arenal costero que tiene como especie dominante el *Acanthodactylus erythrurus*, que pertenece a un género sobre el que existen escasos estudios de tipo ecológico (Valverde, - 1967; Busack, 1976; Pough y Busack, 1978; Cisse, Karns y Karns, 1977; y Bons, 1972 .

El objeto principal del estudio es la descripción de la distribución espacio-temporal de la especie, y de las diferencias existentes entre sexos y clases de edad . En el aspecto espacial hay que resaltar que en la delimitación de los microhabitats se ha partido de una información completa e independiente de las observaciones sobre tres características, una del biotopo, la pendiente, y dos de la biocenosis, la cobertura y tipo de vegetación . Estas últimas son un buen reflejo de otros caracteres físicos : la granulometría y compacidad del substrato . En la dimensión temporal se observan tanto los cambios diarios de actividad como los estacionales.

ZONA DE ESTUDIO

En la mitad sur de la provincia de Alicante se localizan ciertos acúmulos arenosos que conforman franjas de dunas costeras intermitentes de una anchura que varía entre 300 y 500 m. De los tres arenales originales (San Juan, Saladar y Guardamar), el primero ha sido fuer



135

Figura 1 . Localización geográfica de la parcela experimental
 Geographical location of the experimental plot

temente impactado por la urbanización llevada a cabo en los últimos veinte años, mientras que el tercero ha sido fijado con una repoblación de *Pinus pinea* que data de principios de siglo . El arenal de la playa del Saladar no ha escapado por completo a la demanda turística de espacios costeros, pero ha quedado una zona comprendida entre las urbanizaciones Urbanova y Arenales del Sol, de una extensión aproximada de 100 Ha., que se ha mantenido relativamente intacta, y ha conservado mejor la flora y fauna (Sauleda, comunicación verbal) propia de este biotopo .

La parcela experimental es un rectángulo de 100m por 80 m. y está situada en el centro del arenal de la playa del Saladar (figura 1) . Las coordenadas U.T.M. de uno de sus vértices son YH168384 .

El substrato de la parcela está formado en parte por areniscas compactadas, que constituyen el terreno más duro de la zona y ocupan un 40% de la superficie, - por porciones de duna móvil de gran pendiente y que cubren alrededor del 10%, por una porción central más lamosa (5%) y por último las dunas fijadas de menor relieve y representan el 45% restante .

METODOLOGIA

La parcela de estudio se ha dividido en 80 cuadrados de 100 m², cada uno de los cuales se subdividió a su vez en 8 triángulos iguales de 12.5 m²; como referencia se utilizaron botes enterrados en el suelo con algún elemento conspicuo al exterior que permitía la fácil localización . Los 640 pequeños triángulos de la parcela se han tomado como las mínimas unidades de espacio, a las que no se asigna más que un cierto tipo de vegetación , pendiente o cobertura vegetal y en el interior de las cuales no se sitúan más detalladamente las observaciones de lagartijas .

Se ha realizado un levantamiento topográfico de la parcela de estudio a escala 1:100 con curvas de nivel

para equidistancia de cota de 0.25 m. En cada uno de los triángulos se han contabilizado el número de curvas de nivel presentes como una evaluación de la pendiente .

Para el estudio de la vegetación se han hecho - inventarios florísticos de cada uno de los triángulos . De ellos se hace constar la cifra de cobertura total del área por la vegetación, y la lista de las especies presentes para las que se estima la cobertura según la misma escala de tres valores, usada para la cobertura total y cuya correspondencia es la siguiente : 1, cobertura igual o inferior al 10% de la superficie; 2, cobertura comprendida entre el 10 y el 30% de la superficie y 3, cobertura igual o superior al 30% .

La tipificación de la vegetación se inició con una ordenación de los inventarios por medio del análisis factorial de correspondencias con la versión (CRSP) que el Centro de Proceso de Datos del Ministerio de Educación y Ciencia ofrece a la Red de Usuarios Externos en el RUExpres de Enero de 1979 . Debido a la dimensión del problema se procesaron separadamente los 160 inventarios de cada una de las cuatro filas de cuadrados de 20x20m. y un número de especies que varía entre 43 y 48. Las filas de cuadrados de este tamaño se eligieron para evitar que algún tipo de vegetación fuese exclusivo de una de ellas y además, por su orientación, se pretendía que abarcasen el máximo de heterogeneidad de la parcela . En las cuatro representaciones obtenidas del análisis de correspondencias, se han encontrado grupos de especies que se repiten en dos o más análisis y de ellas, se han elegido las más próximas a los centros de gravedad de los grupos de inventarios que forman los distintos tipos de vegetación . Con este procedimiento existen 34 inventarios que no resultan fácilmente asignables a un único tipo de vegetación .

En los años 1977 y 1978 los ejemplares, capturados a mano, se marcaban con una combinación de cortes de dedos y se les señalaba el dorso con marcas coloreadas que permitían la identificación de individuos sin necesidad de aprehenderlos . En las temporadas de 1979 y 1980 se ha prescindido de las marcas de pintura y, por exigencias de otros registros (temperaturas, cloacales, peso...), se han capturado todos los ejemplares .

Como norma, se tratan como juveniles los machos que no sobrepasan los 52 mm. de longitud de cabeza y - cuerpo (LCC) y aquellas hembras que no superan los 50mm. de LCC . Busack (1976) considera juveniles de ambos - sexos a aquellos ejemplares con una LCC inferior a 60mm, pero existen datos de individuos sexualmente maduros y que no alcanzan dicha longitud .

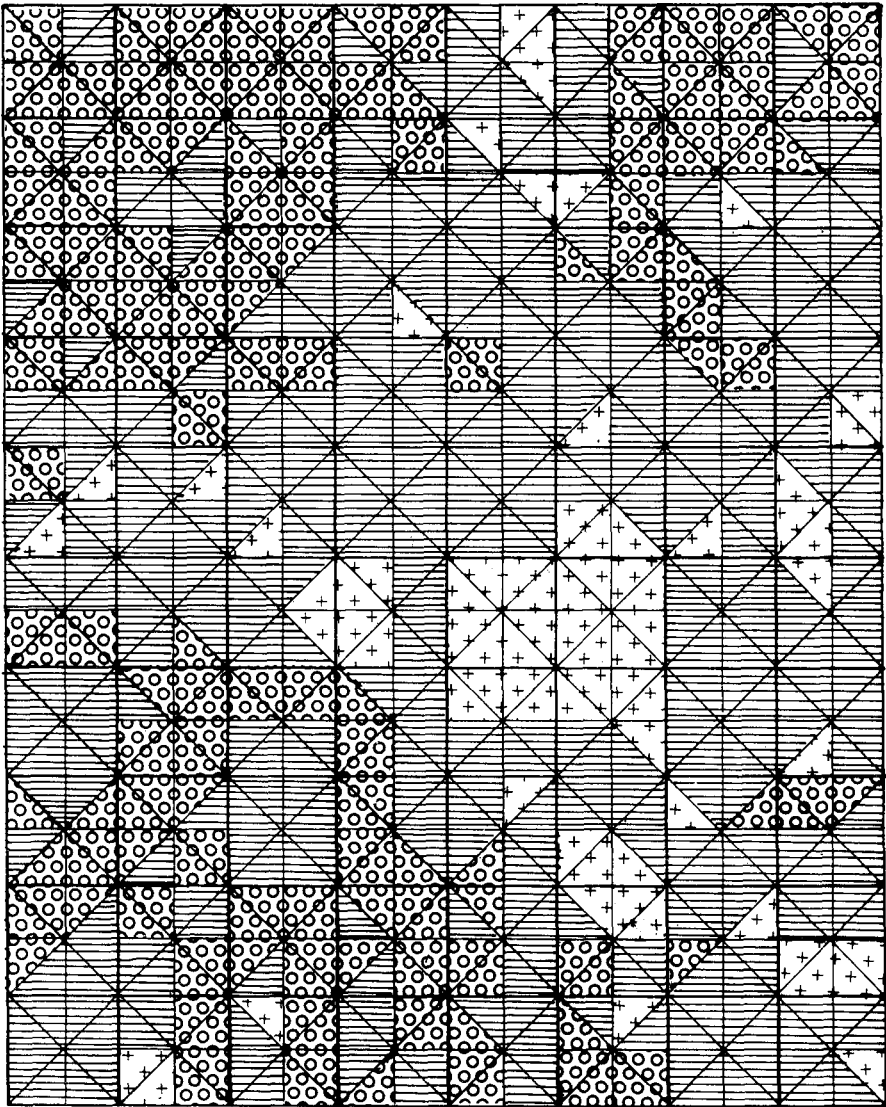
Para conocer los ciclos de actividad diaria a lo largo de los distintos meses del año, se ha recurrido a un transecto fijo de poco más de 1 Km. de largo y una - amplitud de perturbación de 5 m. Los ejemplares no se han capturado, lo que ha dado lugar a que, en ocasiones, el reconocimiento del sexo en individuos adultos haya si do incierto . El trayecto completo elegido, no interfiere con la parcela original de estudio, y fue trazado de ma nera que atravesase las zonas más representativas de la tipología de la vegetación .

El tiempo empleado ha sido el de una jornada com pleta de cada mes, recorriendo el itinerario periódica- mente cada hora a partir de las 5.00 solares con el in dicativo de final de actividad, de un recorrido completo sin avistamiento de ejemplares . Los días elegidos han - sido soleados o con mínima presencia de nubes ya que, en meses templados, ligeras interrupciones de radiación di recta se ven traducidas en un descenso patente de la ac tividad (Heatwole, 1976; Avery, 1978) .

RESULTADOS

TOPOGRAFIA, COBERTURA Y TIPOS DE VEGETACION

En la figura 2 viene representado el mapa de - pendientes de la parcela de estudio . Los triángulos que dan clasificados arbitrariamente en tres tipos: aquellos que no contienen ninguna curva de nivel, los que repre- sentan una o dos (desnivel máximo de 0.5 m.) y los que contienen tres o más curvas . Las zonas más llanas ocu pan una pequeña extensión en el centro del rectángulo y un reducido número de triángulos dispersos . Las zonas



0 curvas nivel

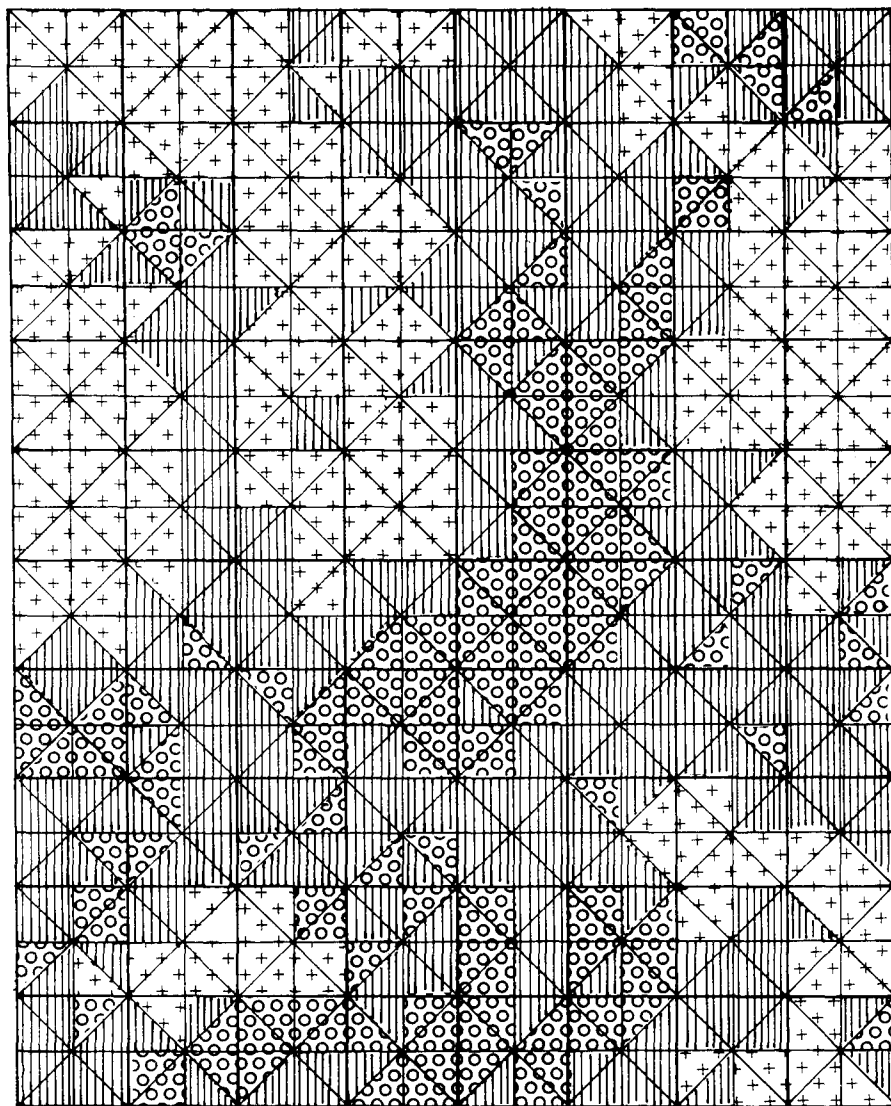


3 ó más curvas



1 y 2 curvas

Figura 2 . Mapa de pendientes de la parcela experimental, por unidades elementales de superficie, según las clases establecidas en el capítulo 3 .
Slope map of the experimental plot by elemental surface units (see chapter 3) .



cobertura tipo 1



cobertura tipo 3



cobertura tipo 2

Figura 3 . Mapa de cobertura dada por la vegetación en unidades básicas de superficie .

Map of vegetation cover in the elemental surface units.

de mayor relieve se concentran en los dos vértices superiores y en un área bastante irregular cercana al vértice inferior izquierdo .

El mapa de cobertura dada por la vegetación se ha representado en la figura 3, de acuerdo al criterio expuesto en el capítulo de metodología . La zona más cubierta comprende una franja que atraviesa longitudinalmente la cuadrícula y un ensanche que ocupa gran parte del cuadrante inferior izquierdo . La superficie de menor cobertura se identifica con las zonas de gran pendiente que rodean a los dos vértices superiores .

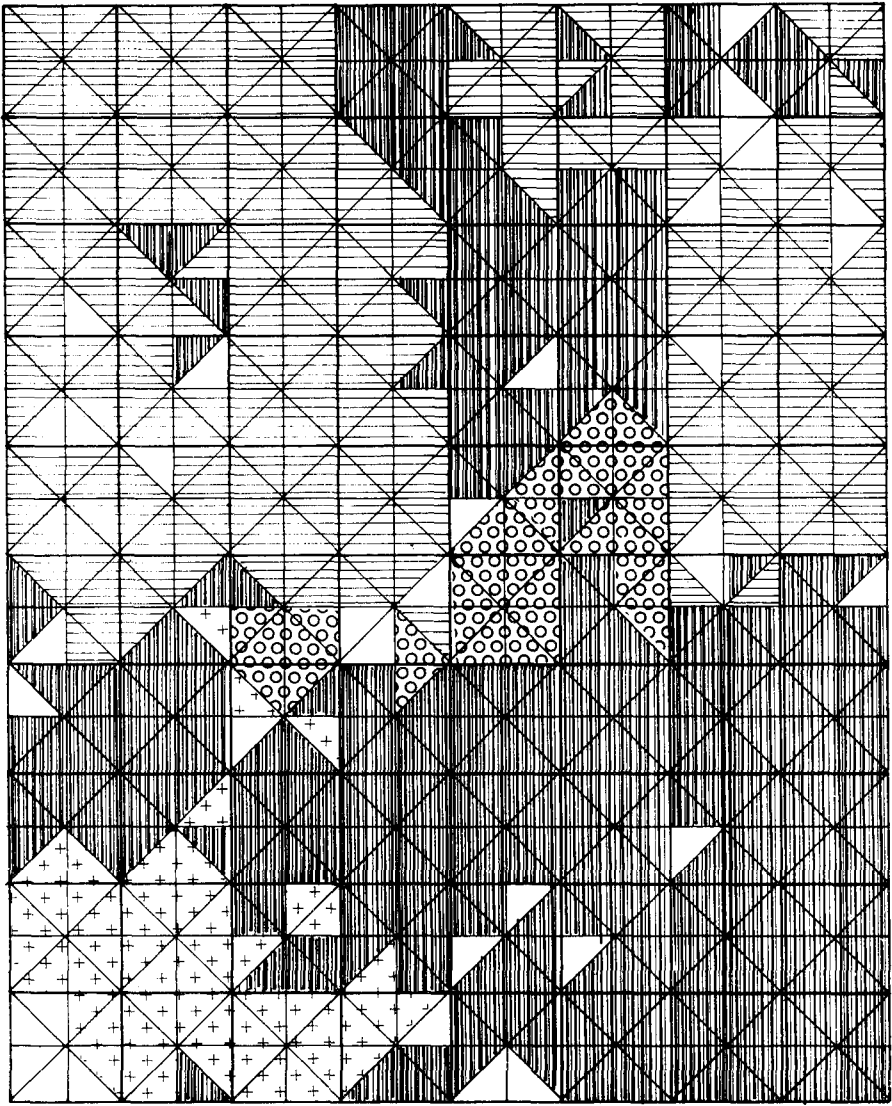
En la clasificación de la vegetación, se han obtenido cuatro tipos, cuyas especies más representativas figuran en la tabla 1, y que tiene una buena correspondencia con la textura y compacidad del substrato. El mapa que representa la distribución de los distintos tipos de vegetación, corresponde al de la figura 4 .

DISTRIBUCION ESPACIAL

- Distribución de la especie

Las observaciones de la distribución espacial de la lagartija colirroja están resumidas en la tabla 2. Para cada uno de los triángulos, que representan la mínima unidad de espacio establecida, se han considerado únicamente tres factores: una del biotopo, la pendiente, y dos de la biocenosis, la cobertura y el tipo de vegetación . Para la construcción de dicha tabla se han calculado los valores teóricos de las observaciones del animal, haciéndolos proporcionales al porcentaje de cada tipo de pendiente, cobertura o tipo de comunidad vegetal. Los valores de χ^2 manifiestan la selección de determinadas clases de estos atributos por la especie .

En relación con la pendiente, es manifiesta la preferencia por zonas llanas, poca diferencia en pendientes medias, y sin embargo, poca tendencia a habitar lugares de gran pendiente .



vegetación tipo I



vegetación tipo II



vegetación tipo III



vegetación tipo IV

Figura 4 . Mapa de distribución de los distintos tipos de vegetación en la parcela . Los triángulos que figuran en blanco no son asignables a un único tipo .

Distribution map of the different types of vegetation in the study plot . White areas aren't assigned to a single type .

TIPO DE VEGETACION	I	II	III	IV
TIPO DE SUBSTRATO	Limoso	Areniscas compactadas	Dunas fijas	Dunas móviles
ESPECIES	<i>Paronychia suffruticosa</i> (L.) Lam. <i>Paronychia capitata</i> (L.) Lam. <i>Plantago albicans</i> L. <i>Centaurea aspera</i> L. <i>Linum strictum</i> L.	<i>Limonium eckloides</i> (L.) Miller <i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench <i>Dittrichia viscosa</i> (L.) W. Greuter <i>Carrichtera annua</i> (L.) DC. <i>Eryngium campestre</i> L. <i>Triplachne nitens</i> Link.	<i>Medicago marina</i> L. <i>Elymus farctus</i> (Viv.) Runemark ex Melderis <i>Ononis natritz</i> L. <i>Launaea resedaeifolia</i> (L.) O. Kuntze <i>Maresia nana</i> (D.C.) Batt	<i>Lotus creticus</i> L. <i>Cyperus macronatus</i> L. <i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link.

Tabla 1 . Especies vegetales más representativas que clasifican los cuatro tipos de vegetación de la parcela .

Representative species and substratum for the different types of vegetation.

Tabla 2 . Número de capturas de *Acanthodactylus erythrus* para cada clase de pendiente, cobertura vegetal y tipo de vegetación . Se dan también los valores teóricos que corresponderían si la especie no discriminase entre las características reseñadas y los valores y nivel de significación de la χ^2 .

Capture number of *A.erythrus* for each class of slope, covering and vegetation type . The table also shows theoretic values as if the species didn't discriminate between the considered characteristics . The values and signification level of χ^2 also appear .

		N°DE CURVAS DE NIVEL POR TRIANGULO				
PENDIENTE		0	1 y 2	3 ó más		
Observado		110	405	177		
Esperado		78.8	394	218.2	$\chi^2 = 20.3$ ($p < 0.001$)	
		COBERTURA DE VEGETACION				
		1	2	3		
Observado		78	357	260		
Esperado		238.8	310.5	145.7	$\chi^2 = 205.3$ ($p < 0.001$)	
		TIPOS DE VE- GETACION				
		I	II	III	IV	
Observado		57	107	446	55	
Esperado		36.3	258.7	316	54	$\chi^2 = 154.3$ ($p < 0.001$)

Más manifiesta todavía es la segregación de *A. erythrurus* respecto a las clases de cobertura vegetal : bajo número de observaciones en zonas escasamente cubiertas, y más frecuentes de las esperadas en valores medios y sobre todo altos de la cubierta vegetal .

Respecto a los tipos de vegetación, se observa una clara preferencia hacia el tipo III y en parte hacia el tipo I, a costa únicamente del tipo II, ya que para el tipo IV no existe apenas discrepancia entre los valores observados y los esperados .

- Diferencias en la distribución espacial por sexos y clases de edad .

Las tablas 3, 4 y 5 expresan los valores de observaciones o capturas de *A. erythrurus* para cada uno de los tres factores considerados anteriormente, distinguiendo el sexo y la clase de edad según la norma indicada en la metodología .

En el factor pendiente se evidencia un distinto comportamiento de los sexos; los machos no son afectados en su distribución y las hembras, más las adultas que las juveniles, muestran preferencia por zonas de escaso relieve .

Respecto a la cobertura vegetal, ambos sexos y clases de edad muestran gran preferencia por las zonas más cubiertas . Individuos juveniles machos muestran tendencia específica por zonas de cobertura 3 ($\chi^2 = 20.25$ para la selección entre 2 y 3), mientras que machos - adultos muestran preferencia por coberturas 2 y 3 indistintamente, tendencia compartida por hembras juveniles. Las preferencias de hembras adultas son por coberturas superiores al 30% ($\chi^2 = 12.19$ para la selección entre 2 y 3) .

Para los diferentes tipos de vegetación, se observan comportamientos poco generalizables por edades o sexos . El tipo I, indiferente para juveniles, es ligeramente preferido por machos adultos, y obtiene la máxima aceptación por parte de las hembras adultas . El tipo II es rechazado en todos los casos en parecida proporción . En zonas de vegetación tipo III se ha observado

Tabla 3 . Número de capturas de *Acanthodactylus erythrus* distribuidas por sexos y tamaños, para cada clase de pendiente . (Ver leyenda tabla 2)

Capture number of *Acanthodactylus erythrus* distributed by sex and size, for each class of slope .

		PENDIENTE (N° DE CURVAS POR TRIANGULO)			
		0	1 y 2	3 ó más	
Juvenil M					
Observado		25	117	53	
Esperado		22.2	111.3	61.5	$\chi^2 = 1.8$
Juvenil H					
Observado		38	127	58	
Esperado		25.4	127.2	70.4	$\chi^2 = 8.3$ ($p < 0.05$)
Adulto M					
Observado		25	95	44	
Esperado		18.7	93.5	51.8	$\chi^2 = 3.3$
Adulto H					
Observado		22	66	22	
Esperado		12.5	62.8	34.7	$\chi^2 = 11.9$ ($p < 0.01$)

Tabla 4. Número de capturas de *Acanthodactylus erythrurus* distribuidas por sexos y tamaños, para cada clase de cobertura de vegetación. (Ver leyenda tabla 2) .

Capture number of *A.erythrurus* by sex and size for each class of vegetation cover (see legend table 2) .

		COBERTURA DE VEGETACION			
		1	2	3	
Juvenil M					
Observado		23	89	82	
Esperado		66.7	86.7	40.6	$\chi^2 = 72.57$ ($p < 0.001$)
Juvenil H					
Observado		33	123	70	
Esperado		77.7	101	47.3	$\chi^2 = 41.39$ ($p < 0.001$)
Adulto M					
Observado		13	95	61	
Esperado		58.1	75.5	35.4	$\chi^2 = 58.6$ ($p < 0.001$)
Adulto H					
Observado		9	50	47	
Esperado		36.4	47.4	22.2	$\chi^2 = 48.5$ ($p < 0.001$)

Tabla 5 . Número de capturas de *Acanthodactylus erythrus* distribuidas por sexos y tamaños, para cada tipo de vegetación .(Ver leyenda tabla 2).

Capture number of *A.erythrus* by sex and size for each vegetation type. (See legend table 2) .

	TIPO DE VEGETACION				
	I	II	III	IV	
Juvenil M					
Observado	12	33	117	21	
Esperado	10	71.2	87	14.8	$\chi^2 = 33.8$ ($p < 0.001$)
Juvenil H					
Observado	13	43	157	6	
Esperado	12	85.2	104	17.8	$\chi^2 = 55.7$ ($p < 0.001$)
Adulto M					
Observado	13	21	109	18	
Esperado	8.8	62.7	76.5	13	$\chi^2 = 45.3$ ($p < 0.001$)
Adulto H					
Observado	19	10	63	10	
Esperado	5.6	39.7	48.4	8.3	$\chi^2 = 59.4$ ($p < 0.001$)

superabundancia de elementos juveniles hembras y, en menor grado, machos adultos, machos juveniles y hembras adultas . Por último, el tipo IV es casi indiferente para todos los casos, excepto para individuos juveniles - hembras, que lo segregan claramente .

DISTRIBUCION TEMPORAL

Los datos obtenidos de la actividad en los distintos meses, figuran en la tabla 6, que muestra el número de ejemplares avistados en el trayecto, separados por sexos y tamaños .

Para cada uno de los días muestreados, se han extraído los datos de las temperaturas ambientes que corresponden a las 7.00 h., 13.00 h. y 18.00 horas, así como la temperatura máxima de la jornada, procedentes del Observatorio Meteorológico del Aeropuerto de Alicante , distante 2 Km. del área de estudio, y que figuran en la misma tabla .

Hemos representado en la figura 5 los histogramas de actividad para sexos y clases de edad, dados por el número de ejemplares vistos en cada hora . Los presupuestos básicos obtenidos a partir de estos resultados, pueden resumirse en los siguientes puntos que posteriormente pasaremos a discutir :

1. En aquellos meses en que existe actividad de individuos juveniles como tales, éstos emergen del refugio con anterioridad a los adultos, excepto en Abril y Julio.

2. La curva de actividad diaria para adultos y juveniles es unimodal en los meses templados de primavera y otoño .

3. En meses más calurosos (Mayo, Junio, Julio y Agosto), la curva de actividad es manifiestamente bimodal , con un primer pico de actividad matinal mayor que el segundo . Coincide con los meses de máximo rango diario de actividad .

4. En los meses más fríos (Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero) el período activo de pocos juveniles y al

Tabla 6. Ejemplares de *A. erythrorus* vistos durante una jornada completa de cada mes, a través del recorrido asignado. Datos de la temperatura ambiente correspondientes a los días en que se efectuaron los transectos. No figura el *sex ratio* de las muestras que no son representativas.

Total number of juvenile and adult lizards in a complet journey on different months. Air temperature data corresponds to the work days. The *sex ratio* of the non representative samples does not appear.

MES	JUV.	ADUL.	M/H	T _{7.00}	T ₁₃	T ₁₈	T _{máx.}	hora
ENE	1	-	-	9.6	14.0	14.0	16.0	20.00
FEB	2	5	-	6.8	14.8	14.0	17.4	11.55
MAR	35	27	3:1	8.0	14.6	12.8	15.0	14.00
ABR	46	53	8:1	12.8	18.0	16.2	18.5	12.10
MAY	50	63	5:2	20.8	22.4	21.6	24.2	14.50
JUN	-	67	5:3	23.6	25.6	24.6	27.6	9.15
JUL	7	49	1:1	24.2	32.8	29.6	33.8	15.20
AGO	61	50	3:2	22.6	28.0	26.0	30.2	15.10
SEP	72	20	15:1	18.0	27.0	23.8	27.0	13.00
OCT	33	3	-	12.4	21.4	18.2	22.4	12.10
NOV	-	1	-	7.4	19.4	11.4	19.7	13.30
DIC	2	-	-	6.6	16.6	14.8	18.0	14.50

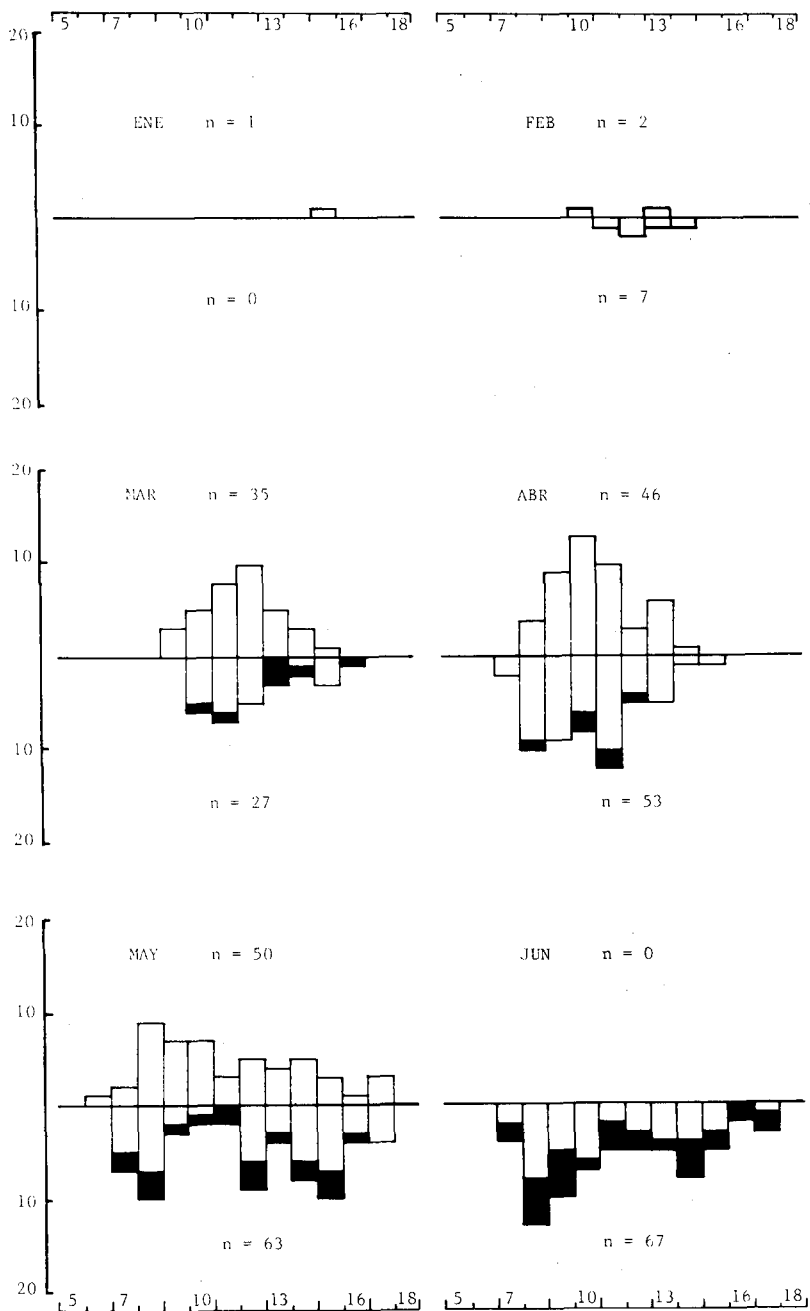
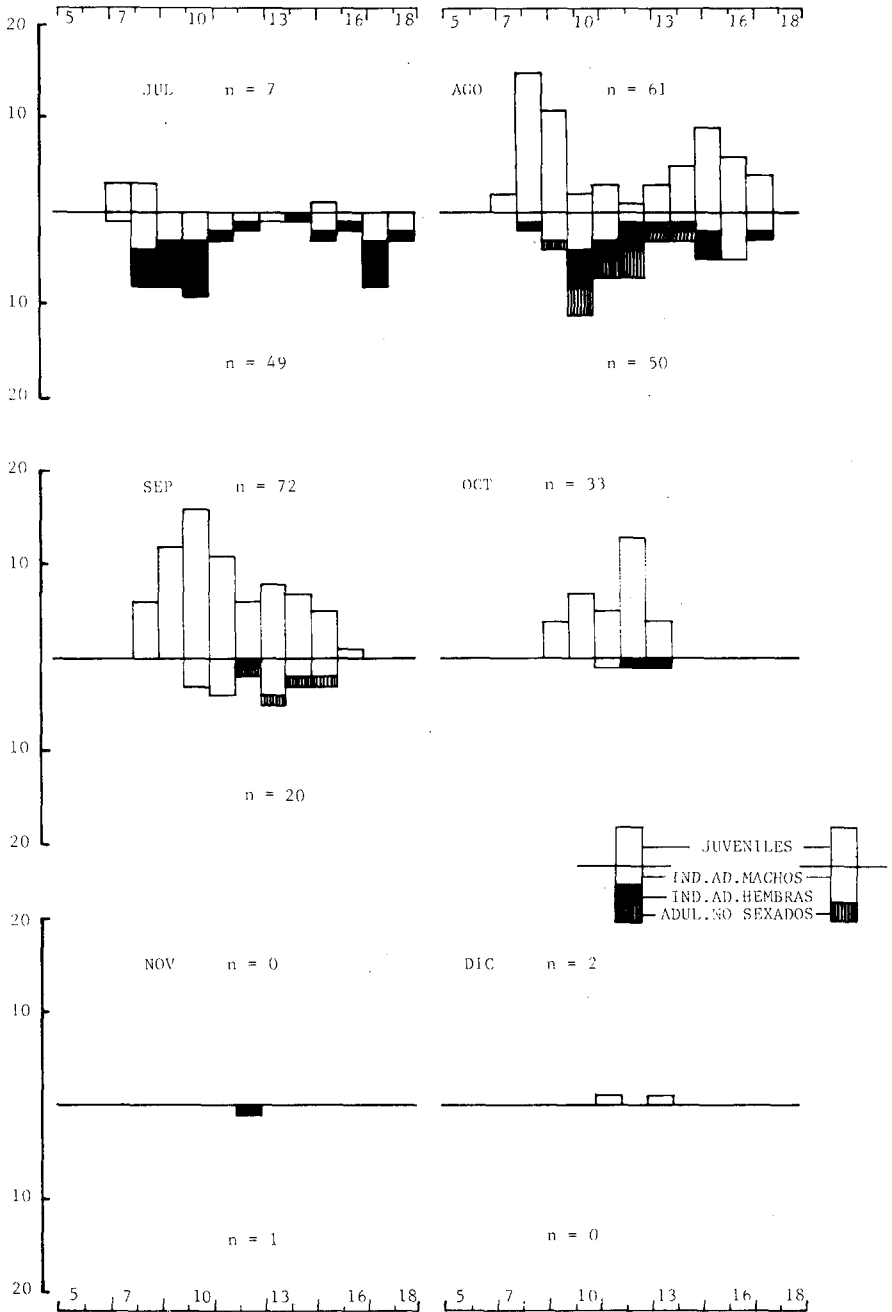


Figura 5 . Histogramas diarios de actividad para los distintos meses del año para adultos y juveniles de *Acanthodaactylus erythrusus* . Se representan en abscisas los intervalos horarios, y en ordenadas el número de ejemplares para cada intervalo . "n" representa el número total de ejemplares para cada clase de edad .



Hourly activity variations in juvenile and adult population of *Acanthodactylus erythrusus*. Time of day figures in horizontal axis and the number of lizards, in a vertical one. "n" means the population size observed on the transect.

gún adulto, tiene lugar en las horas de máxima temperatura ambiente .

DISCUSION

Los reptiles no suelen ocupar el espacio de forma uniforme en ningunas de las escalas en las que usualmente se estudian (Heatwole, 1976) . En realidad no es sencillo encontrar un espacio que se pueda considerar homogéneo, ya que existen un gran número de características que representan distintos motivos de heterogeneidad que se combinan de maneras casi infinitas y ante las que los organismos presentan opciones de preferencia .

Heatwole (1977) señala que, en la selección del habitat, las especies no recurren ni a aquellos factores muy fluctuantes, ni a aquellos tan constantes que no permitan una diferenciación . Es evidente que las especies tienen capacidad de discriminar entre diversas características estructurales del medio y por tanto, seleccionan aquellas combinaciones más favorables . Cuando se pretende este tipo de aproximación autoecológica, la situación más favorable se da cuando la especie en cuestión valora también las características elegidas en el estudio .

Para la especie en conjunto, el orden de influencia de las tres características consideradas, comienza por la cobertura vegetal, seguida del tipo de vegetación y en último término de la pendiente . La generalización esbozada por Heatwole (1977) de que los reptiles serían más morfólogos que taxónomos o meteorólogos no es lo contradictoria que puede parecer a primera vista con estos resultados, ya que la cobertura, y sobre todo el tipo de vegetación, son el reflejo de características físicas del substrato tales como la granulometría y compacidad .

Para las diferencias entre sexos y clases de edad, es interesante la inspección de dos tablas resumen que figuran en Schoener (1977), en las que aparecen diferencias entre distintas dimensiones del nicho, cuyo -

resultado es la disminución de la competencia, tanto entre edades (tabla V de las citadas) como entre sexos - (tabla VI) . Es señalado como resumen que, la diferencia más citada entre clases de edad, es el tamaño de las presas y en segundo lugar, el microhabitat . Entre sexos , por el contrario, se han señalado mayor número de veces diferencias de microhabitat que alimentarias . Al no incluir el presente estudio datos de alimentación, no resulta posible ponderar para esta especie el valor relativo de ambos factores, pero sí es posible afirmar que, de los tres factores del ambiente considerados, la cobertura y el tipo de vegetación intervienen en la selección que se lleva a cabo tanto por sexos como por clases de edad, mientras que la pendiente sólo es "reconocida" por uno de los sexos .

La segregación de zonas de baja cobertura, que va asociada regularmente con el tipo II de vegetación y un substrato de areniscas compactas, parece interpretable tanto desde el punto de vista trófico, al estar buena parte de la fauna entomológica asociada a los vegetales de más porte, como de los aspectos que se relacionan con la ubicación de los refugios, en que intervienen tanto la presencia de estos mismos vegetales como la aptitud del substrato para la excavación de las huras .

La preferencia de las hembras, sobre todo las adultas, por zonas llanas, de suelo limoso, gran cobertura y vegetación de tipo I, podría venir relacionada tanto con un posible óptimo trófico de estas áreas, a las que acudirían tanto hembras gestantes como post-reproductoras, como con cierta preferencia por la mayor humedad de estos suelos que facilitarían una mayor viabilidad de las puestas, al disminuir las posibilidades de desecación (Heatwole, 1976) .

Debido a que las temperaturas ambiente y de substrato varían estacionalmente, la actividad temporal de los reptiles está estrechamente ligada a sus requerimientos termorreguladores (Pianka, 1969; Avery, 1978) . En ambientes como el presente, cuyo substrato está apenas provisto de una leve cubierta vegetal, el rango de temperaturas ambiente y de substrato es muy amplio, y las temperaturas corporales no han de acompañar obligatoriamente a aquellas, por lo que las pautas de comportamiento termorregulador suelen resultar muy complicadas .

Parece lógico sugerir que el inicio anticipado de la actividad de los elementos juveniles en la mayoría de los meses, esté relacionado con el mayor valor en la relación sup/vol., lo que facilitaría el intercambio calórico con el medio (Heatwole, 1976) y el mínimo voluntario exigible para el inicio de la actividad vendría adelantado en el interior del refugio. Por el mismo motivo, la hora de retiro al final de la tarde viene anticipada para juveniles en aquellos meses (Marzo y Abril) en los que el descenso de la temperatura ambiente a esa hora es brusco.

En especies que no practican enterramiento, es muy posible que el estímulo venga dado por la iluminación directa del emplazamiento del refugio (Saint Girons 1976), aunque Avery (1978) señala para *P.muralis* y *P.sicula* la dependencia directa de la temperatura con la hora de salida.

El efecto de la bimodalidad de las curvas es, asimismo, producto de los requerimientos termorreguladores, sensiblemente diferentes en los meses en los que se presenta. Es un fenómeno que viene menguado según ascendemos en latitud (Avery, 1978 y Saint Girons, 1977), donde las curvas de actividad se tornan unimodales, incluso en los meses de más calor.

Este cese temporal de la actividad, tratando el caso de días completamente despejados, es debido a que el ambiente alcanza una temperatura desfavorablemente alta para el animal (Heatwole, 1976) incluso a la sombra de grandes arbustos. La completa paralización de la actividad no se da en ningún mes en nuestra zona de estudio como sucede en el trabajo de Busack (1976), en cuyas parcelas la temperatura ambiente ha llegado a superar los 40°C.

Aunque los individuos de esta especie practican la intermitencia de períodos dentro y fuera de los arbustos, la bimodalidad de las curvas estivales no se debe a un artefacto de este fenómeno. El hecho de que no todos los ejemplares acudan al refugio en horas de máxima radiación nos indica que este tipo de comportamiento constituye un último recurso de ejemplares que han alcanzado una excesiva temperatura corporal.

Ciertos ejemplares -la mayoría juveniles - permanecen activos en horas de máxima insolación de los meses más fríos, de Octubre a Enero . Esta continuidad anual en la actividad viene condicionada sin duda por la falta de acúmulos en tejidos de reserva, tanto en juveniles - como en adultos que permanecen activos, y a la gran relación sup/vol. de los individuos juveniles (Huey y Pianka, 1977) .

La respuesta tan inmediata a la máxima temperatura ambiente puede tener relación con la profundidad - del refugio elegido y de hecho, Heatwole (1976), señala que el espesor de la capa de substrato que los cubre varía estacionalmente de acuerdo a la variación de la temperatura ambiental, por lo que pensamos que las horas de los ejemplares juveniles activos en estos meses se localizan a poca profundidad, para responder a las temperaturas máximas del substrato superior en horas de medio día (Busack, 1976) . En esas horas, las pautas de comportamiento han de ser lo suficientemente ajustadas como para alcanzar unas temperaturas corporales que si no son las máximas, han de ser aceptables para las distintas actividades .

El curioso fenómeno de la disminución progresiva del *sex ratio* a partir del máximo porcentaje de machos activos en el mes de Abril hasta el de Julio en favor de las hembras adultas, podíamos referenciarlo a la idea - de Huey y Pianka (1977) de la falta de acumulación, en ciertas hembras que han realizado gran esfuerzo en las puestas más recientes, de material de reserva, y que estaría acompañado en los meses de Junio y Julio por un incremento del índice de actividad . Schoener (1977), basado en Crews (1974) interpreta esta progresiva desigualdad intersexual en especies estacionales, como el resultado del restablecimiento anual del territorio por parte de ejemplares machos; en algunas especies, esta abundante actividad en las hembras vendría según él condicionada por la necesidad de captación de alimento en períodos gestantes .

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo describe la distribución es pacial y temporal por sexos y clases de edad de la lagar tija colirroja (*Acanthodactylus erythrumus*, Schinz) en la franja costera de arenal de la Playa del Saladar (al sur de la ciudad de Alicante) .

En la distribución espacial se han considerado características del biotopo, pendiente, y de la biocenosis, cobertura y tipos de vegetación . En el aspecto temporal, se han anotado cambios diarios y estacionales de la actividad .

Para la especie en conjunto, es clara la preferencia por zonas de poca pendiente, cubiertas en el 10% o más de su superficie, y en las que aparecen los tipos I y III descritos de vegetación .

Las observaciones por edades y sexos señalan que las hembras - más las adultas que las juveniles - rechazan zonas de mediana y gran pendiente . Respecto a la cobertura, los individuos juveniles machos y adultos hembras, seleccionan más que el resto, las zonas cubiertas más de un 30% de su superficie . El tipo I de vegetación obtiene los máximos valores de aceptación por parte de las hembras adultas, con un posible sentido trófico y reproductor . El tipo III de vegetación es preferido por hembras juveniles y en menor grado por adultos machos . El tipo IV es indiferente y el tipo II es segregado en todos los casos .

Excepto en los meses de Abril y Julio, los individuos juveniles dan comienzo su actividad diaria antes que los adultos .

Las curvas de actividad son bimodales en los meses más calurosos, siendo el primer pico mayor que el segundo, y unimodales para los meses templados como respuesta a dos exigencias distintas en la termorregulación .

Existe continuidad de la actividad en los meses más fríos, por parte de algunos elementos (juveniles y,-

esporádicamente, adultos) y tiene lugar a las horas de -
máxima temperatura ambiente .

La fracción de hembras adultas frente a la de ma-
chos aumenta progresivamente en el tiempo comprendido en-
tre los meses de Abril y Julio .

SUMMARY

The spatial and temporal distribution by sex and size classes of the fringe-toed lizard (*Acanthodactylus erythrurus*, Schinz) are described here . This paper is a study of a reptile population in the sand dune ecosystem at El Saladar beach (Alicante, Spain) .

Three factors have been considered in the spatial distribution : slope, cover and different kinds of vegetation . As for the time factor in our observations, we have noted daily and seasonal changes .

The species prefers low slope spots, covered in 10% and more, and places with types I and III for vegeta-
tion .

Females (more adults than juveniles) reject me-
dium and great slope zones . As for cover, male juveniles and adult females select zones covered in $\geq 30\%$.

Tipo I vegetation is occupied by adult females preferably, because of the trophic and reproductive re-
quirements . Type III is preferred by juvenile females and adult males . Type IV is neutral and type II is always -
depreciated .

In activity pattern, juvenile individuals begin the daily activity before adult ones, except in April and July .

In summer months, the activity curve appears bi-
modal because of the thermoregulation exigences, with a first peak greater than the second . In spring and fall

months, the curve is unimodal .

In winter months the activity continues in a few juveniles when the air temperature is highest in the day.

Sex ratio varies progressively between April - and July .

BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO, 1979 . Hoja informativa para R.U.E. (RUExprés) del C.C.P D. del M.E.C. 01:1-4 .
- AVERY, R.A. 1978 . Activity patterns, thermoregulation and food - consumption in two sympatric lizard species (*Podarcis muralis* and *P.sicula*) from central Italy . *Journal of Animal Ecology*, 47:143-158 .
- BONS, N. 1972 . Variations histophysiologiques du tractus genital femelle du lezard *Acanthodactylus erythrurus lineomaculatus* . Dum & Bibr. au cours du cycle annuel . *Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* . Tome 52:59-120 .
- BUSACK, S.D. 1976 . Activity cycles and body temperatures of *Acanthodactylus erythrurus* . *Copeia*, 4:826-830 .
- CISSE, M., KARNS, D.R. y KARNS, K.C. 1977 . Aspects of the ecology of *Acanthodactylus dumerili* . Milne-Edwards . (Sauria: Lacertidae) in Senegal . *Bul. Inst. Fondam. Afr.Noire Sér. A Sci. Nat.* 39(1): 190-218 .
- CREWS, D. 1974 . Effects of group stability, male-male aggression and male courtship behavior on environmentally induced ovarian recrudescence in the lizard *Anolis carolinensis* . *J.Zool.Lond.* 172:419-441 .
- FLEMING, T.H. y HOOKER, R.S. (1975) . *Anolis cupreus* : The response of a lizard to tropical seasonality . *Ecology*, 56:1243-1261.
- HEATWOLE, H. 1976 . *Reptile Ecology* . University of Queensland - Press. St.Lucia . 178 pp.
- HEATWOLE, H. 1977 . Habitat selection in reptiles . pp.137-155 en C.Gans y D.W. Tinkle eds. *Biology of the Reptilia* . Vol.7. Academic Press, New York .
- HUEY, R.B. y PIANKA, E.R. 1977 . Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperature of diurnal Kalaharilizards. *Ecology*, 58:1066-1075 .
- PIANKA, E. 1969 . Sympatry of Desert Lizards (*Ctenotus*) in Western Australia . *Ecology*, 50:1012-1030 .
- POUGH, F.H. y BUSACK, S.D. 1978 . Metabolism and Activity of the Spanish fringe-toed lizard (Lacertidae: *Acanthodactylus erythrurus*). *J.Thermal Biology* . Vol.3:203-205 .

- SAINT GIRONS, M.C. 1976 . Relations interespécifiques et cycle - d'activité chez *Lacerta viridis* et *Lacerta agilis* (Sauria: Lacertidae) . *Vie et Milieu*, Vol.XXVI fasc.1 ser.c pp.115-132 .
- SAINT GIRONS, M.C. 1977 . Le cycle de l'activité chez *Lacerta viridis* et ses rapports avec la structure sociale . *La terre et la vie* . Vol.31:101-116 .
- SCHOENER, T.W. 1974 . Resource partitioning in ecological communities . *Science*, N.Y. 185: 27-39 .
- SCHOENER, T.W. 1977 . Competition and the niche . pp. 35-136 en C. Gans and D.W. Tinkle, eds. *Biology of the Reptilia* . Vol.7, Academic Press, New York .
- SIMON, C.A. y MIDDENDORF, G.A. 1976 . Resource partitioning by an iguanid lizard : Temporal and microhabitat aspects . *Ecology* , 57:1317-1320 .
- VALVERDE, J.A. 1967 . *Estructura de una Comunidad de vertebrados terrestres* . I Monografía de la Estación Biológica de Doñana . Consejo Superior de Investigaciones Científicas . Madrid .

