

## SUCESION POST-CULTIVO E INFLUENCIA DEL ARBOLADO (ENCINA Y ROBLE MELOJO). CONVERGENCIA DE PROCESOS TEMPORALES Y ESPACIALES EN LA ZONA ECOTONICA DEL N-W SALMANTINO \*

### RESUMEN

Se procede al estudio conjunto de la sucesión y de la influencia del arbolado en la zona de dehesas del Centro-Oeste español. Se consideran nueve edades para la sucesión y seis enclaves para los árboles: bajo la copa (N y S), en la proyección del borde de la copa sobre el suelo (N y S) y en los claros alejados de la influencia directa de los árboles (N y S). La novedad, respecto a trabajos anteriores, consiste en que se tienen en cuenta comunidades mixtas de *Quercus rotundifolia* Lam. y *Quercus pyrenaica* Willd., lo que permite efectuar comparaciones directas entre ambas especies.

La convergencia entre sucesión e influencia del arbolado es muy evidente para las variables edáficas y menos para las florísticas. Las variaciones sucesionales más amplias se producen bajo los árboles, y las menores en las áreas no protegidas; no obstante, el ritmo siempre decrece en las fases más avanzadas. En la proyección del borde de la copa es donde las diferencias tanto entre orientaciones como entre especies arbóreas resultan más claras. Respecto a las primeras, se producen algunas alternancias, pero el mayor efecto acaba por corresponder a *Q. rotundifolia*.

El proceso sucesional muestra una alta convergencia inicial de todas las series frente a la elevada diversificación final; además, en el inicio, los cambios edáficos y de composición florística inducidos por *Q. pyrenaica* son más rápidos, lo que posiblemente va unido a la mayor facilidad en la degradación de su hojarasca.

La diversidad aumenta al principio para luego decrecer; el punto de inflexión se produce antes para los enclaves menos influenciados por los árboles (dominancia de matorral). El número de especies es ascendente, salvo quizá bajo la copa hacia el final del proceso; en esta misma posición se sitúa el mínimo, mientras que el máximo se alcanza en el borde (área de contacto). La equitabilidad coincide en general con la diversidad. La super-

\* Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación n. PR84-0289 de la CAICYT.

ficie cubierta aumenta con el transcurso del tiempo, aunque adquiere distinto significado según los enclaves.

La pobreza de la zona impone potenciar los elementos leñosos de gran porte, abandonar el cultivo en favor del pastizal, seleccionar especies herbáceas que proporcionen cobertura y retengan el suelo, llevar a cabo una estructuración mejor (bosquetes, bandas protectoras, etc.) y, en general, desarrollar todas aquellas actividades que tengan como objetivo detener la erosión y proporcionar una reserva edáfica de nutrientes suficiente y cuantitativamente estable.

#### SUMMARY

A joint study was made of the succession and influence of the tree layer in the «dehesas» zone of Central-Western Spain (province of Salamanca). Nine ages were considered regarding succession, and six sites for the trees: under the crown (N & S), in the projection of the edge of the crown on to the ground (N & S) and in the clearings distant from the direct influence of the trees (N & S). The novelty of this work compared with previous ones lies in the consideration of mixed communities of *Quercus rotundifolia* Lam. and *Quercus pyrenaica* Willd., thus permitting direct comparisons between each species.

The convergence between succession and the influence of the tree covering is very evident in terms of soil variables but less so for the floristic variables. The broadest successional variations occur under the crowns of the trees whereas those of least importance take place in unprotected areas. However, the rhythm always decreases in the most advanced phases. The projection of the edge of the crown is where the differences both between orientations and between tree species are the clearest. Regarding the former, certain alternances are produced but the greatest effect proves to correspond to *Q. rotundifolia*.

The successional process exhibits a high initial convergence of all the series compared with the pronounced final diversification. Moreover, at the beginning, the changes in the soil and floristic composition induced by *Q. pyrenaica* are faster, which is possibly related to the greater ease with which the leaf litter of this species is degraded.

Diversity increases at the beginning after which it declines; the inflection point occurs earlier for the enclaves which are less affected by the trees (dominance of shrubs). The number of species rises, with the possible exception of sites under the crowns towards the end of the process. The minimum is situated at this position, whereas the maximum is reached at the edge (contact area). In general, equitability coincides with diversity. The surface covered increases with time, although it acquires different meanings according to the enclave considered.

The poorness of the region suggests that lignous elements with strong

contributions should be potentiated; crop growing should be substituted by grazing; herbaceous species which provide covering and will retain the soil should be introduced and a better management should be initiated (the enhancing of copses, setting up of protective fences, etc.). In general it is recommended that attention be devoted to the development of all those activities whose aim is to check erosion and provide a sufficiently and quantitatively stable soil nutrient reserve.

## INTRODUCCION

Las superficies adehesadas del Noroeste salmantino han demostrado en el transcurso del siglo, particularmente con la entrada de maquinaria moderna, que son muy frágiles ante las actuaciones humanas desacertadas. La recuperación está limitada, en parte por el clima y en parte por lo inadecuado del sustrato edáfico, de manera que amplias zonas están ocupadas por comunidades mal estructuradas, con signos evidentes de erosión. Así, si el aspecto de un pasto en general puede calificarse de simple, al menos en apariencia, en este caso la simplificación se maximiza ante un proceso degradativo que tiende a uniformizar buena parte del territorio. Con todo, incluso los ecosistemas de función sencilla, en los que las vías materiales y energéticas tienden a canalizarse de forma más lineal y convergente que en los restantes, requieren de investigación, porque los fenómenos ecológicos son demasiado complejos como para admitir valoraciones superficiales. Aún más, en este caso la investigación parece obligada, ya que no se trata de llevar a cabo una «historia natural» mediante un proceso descriptivo, sino que las descripciones han de enfocarse de manera que sienten las bases sobre lo correcto o incorrecto de las intervenciones realizadas; existen matices prácticos insoslayables en esta manera de entender la Ecología, aunque muchas veces nos topemos con el muro de las soluciones inviables por su coste económico. Debemos entender que la Naturaleza, incluida la Naturaleza más utilitaria de las explotaciones humanas, es algo muy caro, de manera que sería una pretensión vana querer remediar los efectos de una regresión en poco tiempo y con poco esfuerzo.

De los comentarios anteriores es fácil deducir que las características de la zona corresponden a las de las tierras marginales, término que tal vez suponga la necesidad de ser matizado. Se puede aplicar con relación a una práctica concreta, como sería determinado cultivo habitual en la región con el que no se alcanzan unos rendimientos mínimos. Por supuesto que el rendimiento hay que evaluarlo de acuerdo con la cotización del mercado una vez descontadas las importaciones (energía, abonos, plaguicidas, etc.) y el sueldo de los trabajadores permanentes o temporeros, pero a veces se olvida

restar el sueldo implícito del trabajo familiar. En el área estudiada se mantienen muchos cultivos no rentables precisamente porque no se valora dicho trabajo, a lo que se unen las difíciles condiciones de vida de los pequeños propietarios, que llegan a arar sobre auténticos pedregales porque «no tengo otra cosa que hacer», respuesta entrecomillada de uno de ellos.

También existe una marginación más global que se traduce en una indefinición de empleo, donde una norma puede no ser válida a distancias realmente muy pequeñas. Se trata, por tanto, de superficies cuya precaria potencialidad las pone «al margen» de otras cuyas aptitudes están muy definidas, lo que da lugar a una utilización bastante uniforme. Podríamos decir que el calificativo de marginal equivale para el campesino con pocos recursos a un «sálvese quien pueda», tratando cada uno, en una economía de supervivencia, de obtener los máximos recursos sin pensar, o mejor sería decir omitiendo intencionadamente pensar, en que cada vez hipoteca más su futuro.

El estado actual de estas tierras se define, en consecuencia, dependiendo de su calidad y de su localización geográfica, y siempre desde el punto de vista de la utilidad que la cubierta vegetal pueda tener para el hombre. Así, un terreno puede ser marginal para el cereal, pero no para los pastos si es capaz de mantener una cabaña ganadera adecuada; es claro que aquí no se puede tratar de aplicar la denominación generalizada de marginal que, en cierto modo, estamos asimilando a la ausencia de un rendimiento no degradativo. Sin embargo, si la capacidad de utilización es mínima, porque la vegetación mantenida es de uso imposible, no descubierto o carente de interés, entonces nos parece correcta la globalización, parecer que es avalado por el abandono que se hace de estas superficies. Nuevas formas de utilización que invirtieran las tendencias sociológicas y económicas, pondrían fin a una marginación que se define de acuerdo con las mismas.

Espacialmente, la distinción de áreas marginales ha de enfocarse desde un nivel de percepción amplio, porque existen teselas de utilidad para el cultivo o los pastos. Las dificultades de estudio se centran en la falta de patrones comunes de utilización, cuya causa más directa hay que buscarla en las deficiencias del sustrato edáfico, potenciadas por el rigor climático de la Meseta Norte. Esta pobreza del suelo deriva, aparte de la incorrecta utilización, de las características de los materiales de la roca madre de la que procede. Es cierto que el sustrato mineral puede enriquecerse considerablemente a partir de un intenso desarrollo vegetal, pero esta circunstancia es propia de climas benignos; por el contrario, existe un notable predominio de los procesos degradativos por erosión, casi omnipresentes, si bien el grado en que el fenómeno ha tenido lugar es muy variable. El matorral representa, para periodos de tiempo razonables, la alternativa casi única que marca el final del proceso sucesional, siendo pocos los bosquetes que acaban por recuperarse en los lugares comparativamente más favorecidos.

En su situación original, el territorio contaba posiblemente con una amplia cobertura de quercíneas. Dicha cubierta se ha reducido en exceso o incluso se ha eliminado, lo que constituye un grave error en un suelo que ya de por sí no era un ejemplo de buena estructuración ni contaba con gran capacidad para regenerar el manto vegetal. En comparación con las estribaciones serranas de la provincia, también marginales, las diferencias son enormes; la zona montañosa es sin duda más compleja, pero sus posibilidades son considerablemente elevadas, de manera que un plan bien organizado y racional puede apartarla de su situación actual (García Rodríguez, 1985). Aquí, casi no existen posibilidades y, por tanto, aportar soluciones o alternativas resulta mucho más difícil.

Nos encontramos, en definitiva, ante un clima extremado con largos periodos de sequía, irregular distribución de las precipitaciones y temperaturas con un alto grado de oscilación. La época productiva queda muy limitada meteorológicamente. El suelo, a veces esquelético y con abundantes afloramientos graníticos, es pobre por su génesis y también por su utilización; la mayoría de las veces soporta una cubierta de efímeras, rala, poco productiva y en casi nada atenuante de la erosión, con un estrato arbustivo superior, de gran agresividad, en el que predominan *Cytisus scoparius* (L.) Link y *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) Sweet, este último con tendencia a presentarse en los ambientes más desfavorables. También son comunes en dicho estrato *Lavandula stoechas* L., *Quercus rotundifolia* Lam., *Quercus pyrenaica* Willd. y *Quercus faginea* Lam. (matas de las tres últimas especies). El paisaje es anárquico, debido a las distintas vicisitudes por las que ha pasado, pero siempre con el rasgo uniformador de la potencialidad limitada. La improductividad, o a lo más un pastoreo ligero (vacuno y ovino), constituyen el estado o utilización más común de las superficies no cultivadas; la pequeña carga ganadera no es suficiente para producir un enriquecimiento en materia orgánica, por lo que la situación es estante, sin apenas cambios evolutivos (Rodríguez González, 1986).

La emigración y el abandono proporcionan un amplio campo de estudio para los procesos dinámicos, pero hemos preferido enfocar el fenómeno sucesional no sólo aislado, sobre lo que contamos con amplia información en situaciones incluso más deprimidas de la que será objeto del desarrollo posterior (Puerto *et al.*, 1983 a), sino también influenciado por el arbolado. De hecho, la sucesión post-cultivo ha sido abordada en numerosas ocasiones (Barry, 1960; Odum, 1960; Glavac, 1963; Bazzaz, 1968; Nicholson y Monk, 1974; Mellinger y MacNaughton, 1975; Bertrand, 1977; Puerto, 1977; Guillermin, 1978; Acherar, 1978, 1981; Escarré, 1979; Houssard *et al.*, 1980; Rico, 1981; Pickett, 1982; etc.), en las que se recogen casos tendentes a la recuperación de las comunidades climácicas o próximas a la climax y otros

en los que el proceso se desvía hacia disclimax de pastizal. La recopilación efectuada por Haug (1970) deja patente que las citas nunca pasarán de ser un débil reflejo de la gran cantidad de trabajos existentes sobre el tema, y lo mismo cabe decir en relación con el análisis bibliográfico más general del fenómeno sucesional realizado por Lepart y Escarré (1983).

Asimismo, la influencia del arbolado ha llamado considerablemente la atención. Existen muchas publicaciones en esta línea, referidas a los aspectos más dispares, de las que para nuestro objetivo son de particular interés las apreciaciones globales y aquellas que hacen referencia a la manera en que quedan afectados los estratos inferiores por el dosel arbóreo. En realidad, nos limitamos a los efectos, aunque las causas de las que dependen tengan un gran interés; es de lamentar que dichas causas se hayan tratado en muchas ocasiones en la forma de una mala fisiología de campo, quedándose en lo superficial de los temas, lo que da lugar a integraciones vanales y retrotrae a la Ecología prácticamente a sus comienzos. Sin embargo, lo fundamental de nuestro intento y el hecho de haberlo centrado en una zona de considerable pobreza, radica en que los elementos leñosos de gran porte constituyen posiblemente la fuente más importante para dotar a estos suelos de la imprescindible reserva de nutrientes, aparte de desempeñar otras funciones (González Bernáldez *et al.*, 1975; Montoya, 1982 b; Marañón, 1985, 1986; Anta, 1986).

Suelos y vegetación subyacente van a permitir cuantificar las variables de partida. Sobre ellas, existen publicaciones previas referidas a la provincia de Salamanca (Puerto *et al.*, 1978, 1980, 1983 b; Alonso *et al.*, 1979 a, 1979 b), pero se consideran desligadas de la sucesión secundaria. Como se ha indicado, aquí se conjugarán sucesión y efecto del arbolado para intentar dilucidar en qué manera puede contribuir este último al fenómeno temporal en las áreas degradadas, es decir, precisamente donde dicha contribución puede alcanzar mayor importancia. Ya existe un precedente de este tipo en Díaz Pineda *et al.* (1981), si bien no supone el motivo prioritario de su planteamiento, ni la degradación del suelo adquiere los niveles comentados en párrafos anteriores. La publicación de Puerto *et al.* (1985) constituye en realidad el paso precursor al actual, aunque la inclusión de encinas (*Quercus rotundifolia* Lam.) y robles (*Quercus pyrenaica* Willd.) llevó a la consideración por separado de dos series. La situación relativamente próxima sobre el terreno de las mismas no logró paliar las fuertes variaciones edáficas que se producen de S a N en la zona, de manera que, como se advierte en la publicación mencionada, la serie de encina es más eutrofa que la de roble melojo y, en consecuencia, las comparaciones entre una y otra deben hacerse con grandes precauciones.

El tratar de solventar este inconveniente, lo cual ha sido posible gracias

al buen conocimiento previo del área de estudio y a los contactos humanos imprescindibles para las dataciones de las parcelas abandonadas, nos ha llevado a un nuevo planteamiento. Aunque no omitiremos las referencias necesarias a especies y variables edáficas analizadas, nuestra intención principal es destacar las características comunitarias generales, ya que las especies pueden variar, al igual que los suelos, pero es más fácil que algunas tendencias de conjunto se mantengan, permitiendo una cierta generalización.

Dado que nos limitamos a ecosistemas adhesados, el trabajo se realiza con referencia a árboles aislados; el mayor problema ha sido contar con parcelas mixtas de roble y encina que reunieran las condiciones necesarias. No obstante, creemos que tanto el esfuerzo de reconocimiento del terreno como el de muestreo han merecido la pena, aún contando con que la novedad en las aportaciones realizadas (prescindiendo de las locales) es siempre mínima cuando se incide en temas de tan larga e intensa tradición en el contexto ecológico.

#### PLANTEAMIENTO Y METODOS

La situación de la zona de muestreo en la provincia de Salamanca, así como la localización de las parcelas, numeradas de acuerdo con el tiempo en años transcurrido desde el abandono, se representa en la figura 1. Como se aprecia, las distintas comunidades consideradas se encuentran muy próximas entre sí, quedando comprendidas aproximadamente en el triángulo formado por Gejuelo del Barro, El Gejo de los Reyes y Espadaña.

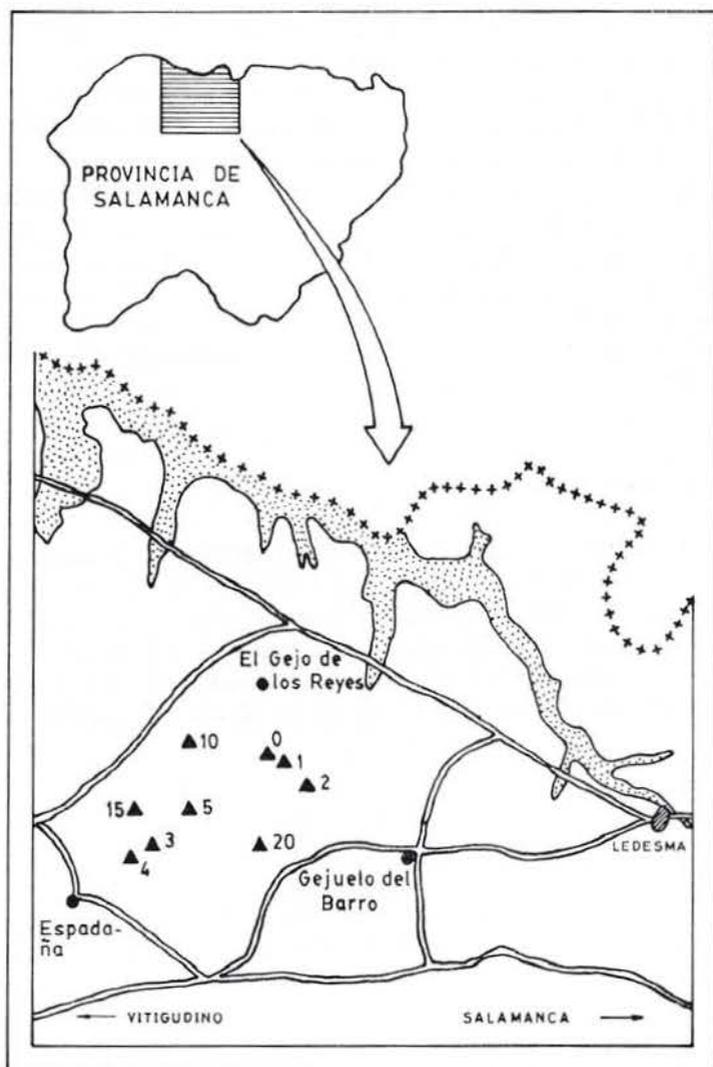


Fig. 1.— Zona de estudio y localización de las parcelas, que se numeran de acuerdo con los años transcurridos desde el abandono. El área punteada superior corresponde al pantano de La Almendra.

La proximidad geográfica era obligada para cumplir las normas de uniformidad que impone el método sincrónico o indirecto, por el cual se infiere una serie de cambios temporales a partir de las situaciones de distinta edad presentes en un momento dado. La zona de estudio está ocupada mayoritariamente por cambisoles dístricos sobre granitos, los cuales afloran frecuentemente a la superficie, pero el grado de meteorización de la roca madre varía de forma rápida en la dirección N-S. En la banda situada más al N, próxima al núcleo del batolito, el grado de meteorización es bajo y la textura de los suelos arenosa; dicha banda, aledaña al pantano de La Almendra, presenta digitaciones que sobrepasan o se retrotraen respecto a la carretera que a partir de Ledesma recorre la parte más septentrional de la provincia. Por debajo de ella, la meteorización es más acusada, pasándose a texturas arenoso-francas, que son las propias de las parcelas inventariadas. Más hacia el S los suelos van siendo progresivamente mejores hasta llegar al corredor sedimentario, que recorre la provincia de SO a NE (entre la fosa de Ciudad Rodrigo y la Comarca de La Armuña), con tierras aptas para el cultivo, aunque no dejen de existir dehesas, muchas de ellas de alta calidad.

La alteración diferencial del material granítico es de gran interés, ya que ilustra bastante bien que nos estamos centrando en un espacio oligotrofo, aunque no alcance los niveles máximos de pobreza recogidos en Puerto *et al.* (1983 a), que corresponden a la banda N. Asimismo, dicha alteración queda reflejada de manera fácilmente perceptible en la cubierta vegetal, que varía considerablemente en distancias pequeñas, y por supuesto en los análisis edáficos. En Puerto *et al.* (1985) se incluyen algunos datos analíticos de muestras próximas a Gejuelo del Barro y a Sando, municipio este último que se encuentra casi en la vertical del primero, pero hacia el S de la carretera Salamanca-Vitigudino; casi todas las variables demuestran una considerable diferencia en favor de la condición más eutrofa de Sando. También los trabajos de García Rodríguez (1964), Alonso *et al.* (1979 a) y Rodríguez González (1986) aportan datos edáficos diferenciales en este sentido, con la peculiaridad de que en el segundo de los citados las referencias se efectúan también bajo la perspectiva del efecto del arbolado sobre el suelo. Los estudios petrológicos de Martínez (1974) y Carnicero (1980) complementan la panorámica general que queremos ofrecer del marco donde se encuadra nuestro planteamiento.

En cuanto a la sucesión, es muy claro que se producen variaciones provinciales ligadas a muchos factores, aunque los rasgos macroscópicos admitan un cierto nivel de generalización. El peso de las variables históricas es incuestionable (Puerto 1977), incidiendo en el estado del medio una vez que el cultivo se abandona. En particular, los suelos admiten una amplia gama de posibilidades de partida en relación con sus propiedades intrínsecas

y con el régimen de utilización. El abonado puede romper esquemas más o menos lineales tendentes a la recuperación de los elementos nutritivos (Puerto *et al.*, 1983 c), aunque en las parcelas señaladas la economía precaria de los propietarios, unida a que se descarta de antemano un alto rendimiento, minimiza esta práctica e incluso la anula. En realidad, la evolución de casi todas las variables edáficas durante el curso de la sucesión ha sido sometida a crítica por lo contradictorio de los resultados; las mayores coincidencias se refieren al aumento de materia orgánica y nitrógeno, y a que el proceso afecta poco a la composición textural. No obstante, se han documentado mejoras generalizadas, parciales e incluso retrocesos, dependiendo de los condicionantes locales; las opiniones son muchas, pudiendo servir de ejemplo los trabajos de Tolstead (1941), Johnson (1945), Keltiniv (1951), Bard (1952), Stiven (1957), Leigh (1958), Roux y Warren (1963), Bazzaz (1964), Daniel y Platt (1968), etc.

Por otra parte, la zona de estudio se caracteriza por las precipitaciones algo superiores a los 500 mm y la temperatura media anual de 11°-12° C (Oliver y Luis, 1979), si bien las variaciones entre el verano, muy caluroso, y el invierno, con un prolongado periodo de heladas, unidas a la irregularidad tanto intraanual como interanual de las precipitaciones, ofrecen una panorámica poco adecuada para el desarrollo de la vegetación, quedando muy limitado el periodo de aprovechamiento ganadero. Dado que en el cociente pluviométrico de Emberger se tiene en cuenta la oscilación extrema de las temperaturas, al tiempo que permite la clasificación de los distintos climas mediterráneos, un climodiagrama común (cociente pluviométrico frente a la media de las mínimas del mes más frío) permite situar el área considerada entre las etapas semiárida y subhúmeda en su variante fría. El resultado es una alternativa ecotónica entre el encinar castellano y los robledales del NW, donde aparecen encinas, robles y quejigos, superponiéndose la complejidad de las bandas de ecotonía a la ya citada de los suelos. Otros intentos de definición, mediante la aplicación de expresiones de continentalidad-oceanidad, proporcionan una caracterización típicamente mediterránea, con influencia oceánica, de menor a mayor, en las regiones fitoclimáticas de encinar, quejigal y robledal.

Las edades de las parcelas elegidas han sido de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 y 20 años (las tres últimas aproximadas, ya que las respuestas no fueron muy concretas). Aunque en mejores condiciones 20 años suponen la recuperación definitiva o casi definitiva del pastizal (Puerto, 1977; Rico, 1981), aquí no hay garantías de dicha recuperación, ya que puede existir un estancamiento precedente y, en cualquier caso, la pequeña carga y la agresividad del matorral alejan a estas fases avanzadas de la imagen de un pasto más convencional. No obstante, en una apreciación tal vez subjetiva, no parece que el grado de evolución progrese mucho a partir de los 20 años, salvo

tal vez en lo que se refiere a la aparición de nuevas especies, pero con un número mínimo de individuos; las variables no ligadas a la composición florística de manera estricta parecen tender a mantenerse constantes, y sobre ellas debe centrarse la atención.

Dentro de cada parcela el muestreo se relaciona con seis árboles aislados (tres encinas y tres robles). Para cada uno de ellos se marcaron las posiciones: bajo la copa (entre el tronco y el borde), proyección del borde de la copa sobre el suelo y enclaves situados en espacios abiertos, a quince metros del borde de la copa; las tres posiciones son consideradas tanto en la orientación N como en la S, procediéndose a anotar la cobertura de las especies presentes (a los 0 años no se tiene en cuenta la especie cultivada) en dos cuadrados elementales contiguos de 0,5 m. de lado. De esta forma, se ha procedido al inventariado de 648 unidades y obtenido un total de 108 muestras (las seis unidades de similar posición para cada edad y especie arbórea constituyen, una vez efectuadas las medias, una única muestra). También se han tomado 108 muestras de suelos, cada una integrada por el contenido de tres cilindros de 8 cm. de diámetro y 25 cm. de profundidad, que se introducían en el suelo, por medio de una percutora autónoma, en los mismos lugares donde se habían situado las parejas de unidades de muestreo. A partir de dichas muestras, una vez secadas al aire, tamizadas con luz de malla de 2 mm. y homogeneizadas, se obtienen: pH (agua), materia orgánica (%), nitrógeno (%), relación C/N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> asimilable (mg./100g.), K<sub>2</sub>O asimilable (mg./100g.), CaO asimilable (mg./100g.) y los porcentajes de arena gruesa, arena fina, limo y arcilla.

Concretar las comunidades a inventariar no ha sido una labor sencilla. Ya se ha indicado que la proximidad geográfica responde a uno de los requisitos para poder aplicar el método sincrónico, que precisa de uniformidad en las condiciones. Por supuesto que la uniformidad total es imposible de conseguir por este método (Barry, 1960; Williams *et al.*, 1969; Bratton, 1976), pero hay que extremar las precauciones al máximo posible, ya que nuestras sospechas van en el sentido de que parte de las irregularidades encontradas, y las consiguientes contradicciones bibliográficas, pueden ser artefactos metodológicos. Precisamente los autores que han trabajado en medios de por sí muy uniformes se acercan más a las presunciones teóricas que los que se han visto obligados a introducir cierto grado de aleatoriedad en sus planteamientos. Por ello, hemos elegido núcleos centrales en laderas de pequeña pendiente, procurando una orientación fija hacia el oeste para que la inclinación no intervenga en las posibles diferencias N-S, ni los vientos dominantes den lugar a divergencias más generales entre las parcelas; las suaves ondulaciones del terreno han supuesto una gran ayuda en este sentido. Pero además se trataba de que las parcelas procedieran de cultivos no

abonados (al menos las jóvenes), para evitar las interferencias reflejadas en Puerto *et al.* (1983 c), y que fueran mixtas de encina y roble melojo, omitiendo al quejigo, que escasea al haberlo erradicado en gran parte la acción antrópica en favor de la encina. Dicha acción también ha afectado al roble, de manera que no es raro encontrar superficies dominadas por encinas mientras que en el estrato de matorral predominan las matas de roble; no obstante, el resultado ha sido menos intenso que en el caso del quejigo.

Ceñirse a un área concreta, en posiciones determinadas, intentando que las edades guarden una cierta secuencia, sin abonado previo y que se produzca convergencia de robles y encinas, ha supuesto serios problemas. A las campañas anteriores y a la colaboración inestimable de los habitantes de la zona (a pesar de sus recelos sobre este tipo de estudios), debemos que el ajuste a las condiciones que nos habíamos marcado pueda considerarse aceptable.

Otro factor de complejidad se debe a que, al muestrear bajo la copa, los surcos deben penetrar hasta esta posición en las orientaciones N y S; la presencia de un árbol en la roturación supone rodearlo, de manera que por dos de los lados del tronco suele levantarse la tierra, cosa que no ocurre en el frontal al sentido de tirada del surco ni en el opuesto. La anarquía en la disposición de los surcos entre parcelas incluso limítrofes, y alguna ligera concesión en lo que a las citadas exposiciones se refiere, han hecho más fácil de lo esperado superar este inconveniente.

De todas maneras, pequeños corrimientos en la orientación no parecen tener un gran significado; incluso puede cuestionarse el por qué de elegir el contraste N-S, que aunque suponga la máxima variabilidad de iluminación a lo largo del año, en un sentido estricto, no responde al sesgo de la sombra hacia el NE que se produce en los meses y horas de mayor calor. No obstante, Montoya (1982 b) indica que en los años normales dicho sesgo elipsoidal se transforma casi en una circunferencia en cuanto a sus efectos, que coincide con la proyección vertical de la copa; estimamos que el eje NE-SO no difiere en gran medida del N-S, y en todo caso son otros factores (viento dominante, precipitaciones, deposición de hojarasca, etc.) los que pueden tener mayor influencia.

Con todo, los inconvenientes para ajustar lo ideal a las condiciones reales, han obligado a variar el esquema original en cuanto al número de árboles. Normalmente veníamos trabajando con cinco árboles por parcela, lo que en este caso supondría diez árboles al abordar conjuntamente dos especies. Para algunas edades era posible alcanzar e incluso superar este número, pero no ocurría así para otras, de manera que el mínimo favorable encontrado de tres encinas y tres robles ha marcado la pauta general; el empleo de dos unidades por enclave y orientación, en vez de una, obedece al intento de

paliar esta reducción de los elementos arbóreos sin que pierda calidad el muestreo respecto a trabajos precedentes.

Para el tratamiento de los datos se ha seguido el conocido análisis factorial en componentes principales, técnica cuya puesta a punto inicial se debe a Hotelling (1933) y que posteriormente se ha ido modificando y mejorando (Orloci, 1966; Harman, 1967). Dicho análisis se ha completado en parte con el de clasificación, utilizando el índice atribuido por unos a Sorensen y por otros a Czechanowski, aunque ahora la moda está en asignarlo a Steinhaus, como indican Motyka *et al.* (1950); demasiados nombres para un índice tan sencillo, a pesar de su idoneidad para la diferenciación de muestras semejantes (Gil, 1978). Aquí será aplicado en su versión cuantitativa, pero teniendo en cuenta valores de abundancia de 1 a 5, ya que la coincidencia de dos coberturas elevadas puede decantar las uniones en exceso. Para pasar las coberturas a abundancias hemos seguido la escala: cobertura hasta 1%, abundancia 1; cobertura de 1 a 5%, abundancia 2; cobertura de 5 a 20%, abundancia 3; cobertura de 20 a 50%, abundancia 4; y cobertura superior al 50%, abundancia 5. No debe olvidarse la pobreza de la zona, que dejaría prácticamente reducida a unos y doses la matriz de abundancias si se siguen escalas más convencionales. Para la elaboración de los dendrogramas se aplica el método UPGMA.

También se utilizará la expresión de diversidad ( $H'$ ) de Shannon y Weaver (1949), en unión de las componentes de riqueza y equitabilidad. La primera ( $R$ ) se entiende como el número de especies y para la equitabilidad se emplea la relación ( $J'$ ) descrita por Pielou (1975) entre la diversidad obtenida y la máxima posible. El ritmo de la sucesión, relativizado de acuerdo con los años transcurridos, se deducirá mediante la noción de espectros aplicada a cada par de parcelas sucesivas en el tiempo (Margalef, 1974), en la forma de heterogeneidad basada en la diversidad:

$$h = \frac{(H'_{t_1 t_2}) - ((H'_{t_1} + H'_{t_2})/2)}{t_2 - t_1}$$

Creemos que estas breves reseñas son suficientes, ya que se refieren a aspectos de uso muy común en Ecología, recogidos por multitud de publicaciones. Posiblemente, la importancia radica más en la forma de interpretar los resultados que en aplicar una u otra expresión, ya que todas pueden considerarse adecuadas si se conocen sus limitaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis general en componentes principales con variables edáficas (108 muestras por 11 variables) se encuentran recogidos en

la figura 2. En ella se indica el significado de los símbolos, que van acompañados de la edad y orientación correspondiente, así como la incidencia en la ordenación de los distintos factores de carga, señalados en la forma de vectores.

Basándonos en las tendencias preferenciales, cabe definir al primer eje (42% de inercia absorbida) como más relacionado con la influencia de los árboles, mientras que el segundo (34% de absorción) es más típicamente sucesional. El predominio de las variaciones espaciales sobre las temporales no debe llamar la atención, ya que la evolución de los suelos pobres es lenta, por lo que resulta fácil que los elementos de gran tamaño y efectos complejos, como son los árboles en las comunidades de pequeño porte, proporcionen hábitats diferenciales muy patentes.

Los gradientes a pequeña escala demuestran en muchas ocasiones una incidencia considerable (Bratton, 1976; Thompson, 1980), y aunque se ha discutido la posibilidad de variaciones al azar en los suelos (Snaydon, 1962), dicha posibilidad se centra en comunidades bien estructuradas y complejas, como pueden ser los bosques. La presencia de árboles aislados limita el azar a un papel muy secundario, estando suficientemente probado que la distribución de los microhábitats obedece a los gradientes de nutrientes del suelo (Tilman, 1982) que se establecen en función del lavado ejercido por el agua de lluvia (Rapp, 1971; Aussenac *et al.*, 1972; Cole *et al.*, 1978) y de los aportes de hojas y otros restos (Carlisle *et al.*, 1967; Duvigneaud, 1968, Rapp, 1971; Cole *et al.*, 1978; Bares y Wali, 1979). Se unen además modificaciones climáticas de acción directa o indirecta sobre los componentes edáficos. Como indican Montoya y Mesón (1982), cuanto más seco y soleado es el clima más evidente e importante se vuelve la sombra del árbol, por lo que los elementos leñosos son imprescindibles en ambientes semiáridos, en particular en las solanas, la mitigación de las fluctuaciones climáticas supone también un efecto estabilizador (inter o intraanual), cuyo valor es evidente en climas irregulares o de fuerte contraste y en suelos arenosos, ácidos y pobres en materia orgánica (Montoya, 1982 a).

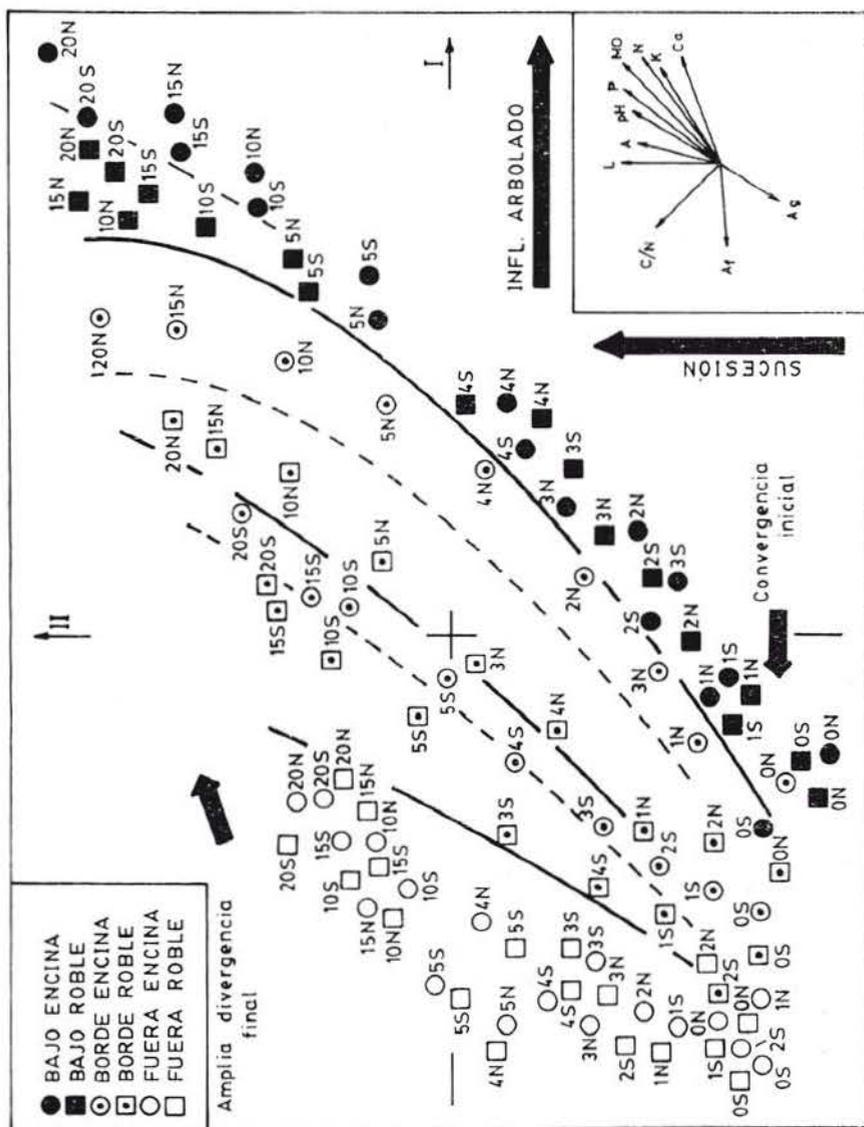


Fig. 2.—Análisis en componentes principales con la totalidad de las muestras (variables edáficas). Se indican las tendencias más importantes recogidas por los ejes y los distintos factores de carga. Cada muestra se identifica por su símbolo, edad de abandono y exposición (N o S).

No obstante, las dos tendencias citadas para la figura 2, que reflejan de forma muy neta los objetivos del planteamiento, aparecen parcialmente relacionadas por la posición sesgada hacia la derecha de la nube de puntos. Esto demuestra que sucesión e influencia del arbolado (tanto encinas como robles) son parcialmente convergentes en la secuencia de cambios edáficos que se producen. Dicha convergencia se manifiesta sobre todo para la materia orgánica (MO) y el nitrógeno (N), seguidas en orden aproximado por  $P_2O_5$  (P),  $K_2O$  (K), CaO (Ca), pH, arcilla (A) y Limo (L). La arena gruesa (Ag) y la fina (Af) tienden a descender respecto al conjunto general de datos, mientras que el cociente C/N es más irregular, alcanzándose las cifras más elevadas en las fases intermedias de los espacios abiertos (deficiencia de nitrógeno cuando ya se ha producido una cierta recuperación de la materia orgánica) e intermedias y finales del borde de la copa, sobre todo en la orientación N (mayor acúmulo de materia orgánica respecto al nitrógeno).

Conviene destacar también que, comparativamente, existe mayor amplitud en las variaciones sucesionales que se producen bajo los árboles respecto al borde, y en las de éste con relación a las áreas no protegidas. La interpretación correcta parece responder a un ritmo más rápido en los cambios que tienen lugar en la proximidad del tronco, donde las condiciones son más favorables en todos los sentidos, hecho que posiblemente queda constatado por la disminución progresiva de las series a medida que la influencia de las leñosas dominantes es menor. Asimismo, el proceso se encuentra más acelerado en las fases iniciales (hasta los 5 años), apreciándose el mayor agrupamiento de los estadíos avanzados. Posteriormente volveremos a insistir sobre el tema al referirnos a las variables florísticas, ya que los análisis de ordenación pueden no ser muy precisos al tratar este tipo de aspectos. Por ejemplo, en Puerto *et al.* (1985) dichas técnicas no proporcionan información alguna respecto al ritmo y, sin embargo, la aplicación de la fórmula de heterogeneidad pone claramente de manifiesto que la progresión sin influencia de robles y encinas es considerablemente más lenta. Por supuesto, se trata de un carácter que hay que limitar a los terrenos pobres, porque como indica Montoya (1977, 1978) la mayor fertilidad reduce en mucho el efecto del arbolado, al tiempo que evita las situaciones de estancamiento que se producen fuera de su influencia.

Si se tienen en cuenta los distintos enclaves, la figura 2 no permite apreciar diferencias edáficas entre robles y encinas en las áreas alejadas, lo que era de esperar de acuerdo con el planteamiento. El hecho de que no se produzca un acercamiento muy neto de las muestras de la misma edad obedece a la componente aleatoria de todo muestreo, tanto mayor cuanto más pequeña sea la superficie inventariada, aunque también la lentitud en los cambios, unida a los inconvenientes del método sincrónico, puede dar lugar

a anomalías que tal vez sean más aparentes que reales. Tampoco los enclaves de efecto más intenso permiten distinguir entre las dos especies de árboles, salvo para las comunidades de 10 años o más, en las que se manifiestan disparidades que pueden estar ligadas a la fenología y facilidad en la liberación de nutrientes a partir de la hojarasca. La orientación parece desempeñar también un cierto papel que, en todo caso, es distinto para las encinas (serie progresiva con diferencias N-S) que para los robles (tendencia al agrupamiento de las muestras del N); el segundo caso supone la ruptura de la secuencia en las edades avanzadas. En el enclave del borde de la copa las diferencias entre exposiciones son muy netas, quedando las muestras orientadas al N más cerca de las situadas bajo los árboles; de esta manera, las posiciones bajo y borde N presentan los suelos más eutrofos, en coincidencia con las conclusiones de Alonso *et al.* (1979 a). Además, dentro de cada orientación es posible diferenciar entre robles y encinas, si bien este hecho resulta más evidente para la N que para la S.

Siempre ateniéndonos a los comentarios anteriores, las distintas secuencias sucesionales son muy netas, aunque aparecen algunas inversiones hacia el inicio y ocasionalmente hacia el final. Mientras que las primeras pueden responder a una indefinición tras el cultivo, las segundas parecen depender de las alternativas encina-roble o N-S. La peor ordenación cronológica se obtiene para los enclaves alejados, de acuerdo con lo indicado anteriormente. Por otra parte, el proceso demuestra una alta convergencia inicial, que sin duda deriva de la severidad del cultivo, y que lleva a que algunas muestras se desvíen del recorrido posterior de su serie; sin embargo, hacia el final, se produce una amplia divergencia que tiene lugar progresivamente en el tiempo, a medida que el arbolado va cobrando más relieve en la definición de los hábitats edáficos. Como se apreciará posteriormente, la influencia sobre la vegetación de los mismos es incuestionable, porque en definitiva no son sino el resultado de los múltiples efectos superpuestos debidos al arbolado, imposibles de desligar muchas veces en la práctica; Montoya (1982 b) realiza anotaciones sobre aspectos microclimáticos de la canopia en dehesas extremeñas, refiriéndose también a los posibles efectos biológicos. Cabe recordar que muchos de estos efectos son alterados en el caso del roble por la caducifolia; el periodo de carencia de hojas, con claro decaimiento de la capacidad protectora, debe afectar al suelo (incluida la microflora), e igual debe ocurrir con la caída concentrada de las hojas.

El esquema trazado de convergencia inicial y divergencia final no es, por supuesto, exclusivo del caso que nos ocupa; la definición progresiva de microhábitats, y su incidencia sobre la vegetación, ya ha sido puesta de manifiesto en ocasiones anteriores respecto al relieve y sus variables asociadas (Puerto, 1977; Díaz Pineda *et al.*, 1981).

Como complemento al análisis general se han llevado a cabo análisis parciales para los tres enclaves por separado, lo que supone aislar las distintas series para impedir los posibles enmascaramientos a que puede dar lugar su tratamiento conjunto. Los resultados se representan en la figura 3, indicándose a continuación los porcentajes de inercia absorbida por los dos primeros ejes:

	Bajo	Borde	Fuera
Eje I	55	48	60
Eje II	26	31	20

Los símbolos empleados, y la denominación y disposición de los factores de carga, coinciden en los tres casos con los de la figura 2.

El primer componente, bien sea bajo arbolado, en el borde de la copa o fuera tiene siempre un marcado carácter sucesional, dando lugar a series claramente encadenadas, si bien se producen algunas excepciones que afectan sobre todo a las áreas no influenciadas entre 1 y 5 años. Bajo la copa, las muestras de encina y roble se ordenan de forma que permite su separación, aspecto que quedaba enmascarado en el análisis general; se produce convergencia inicial y final, pero las edades intermedias difieren (el efecto diferencial del arbolado aumenta respecto al sucesional). De nuevo, las orientaciones a partir de los 10 años tienden a decantarse hacia posiciones definidas, sin ruptura de la secuencia (encina) o con alteración de la misma (roble), pudiéndose delimitar en el segundo caso los grupos S y N. Además, hasta los 5 años, el ritmo de cambio impuesto por el roble parece ser mucho más rápido, lo que posiblemente va unido a una facilidad superior en la degradación de su hojarasca (Garrido, 1984), cuyo efecto debe ser muy notable en terrenos tan pobres, y más en las fases iniciales; como ejemplo, se indica la desviación existente a los 3 y 5 años. La descomposición es menos intensa en las áreas no cubiertas por la copa de los árboles, encontrándose la razón más probable en las mayores fluctuaciones de humedad y temperatura en las zonas no sombreadas; si a esto unimos el superior acúmulo de hojarasca en la zona de influencia más directa, se comprende mejor la disposición general de las muestras en la figura 2. A su vez, aunque los aportes del roble sean masivos y fuera de la época principal de desarrollo de las herbáceas, la degradación de los distintos materiales es pequeña en otoño, mínima en invierno y aumenta considerablemente en primavera-verano (Remezov, 1961), por lo que es fácil que esta especie afecte tanto al suelo como a la vegetación de forma más rápida que las encinas en las fases sucesionales tempranas.

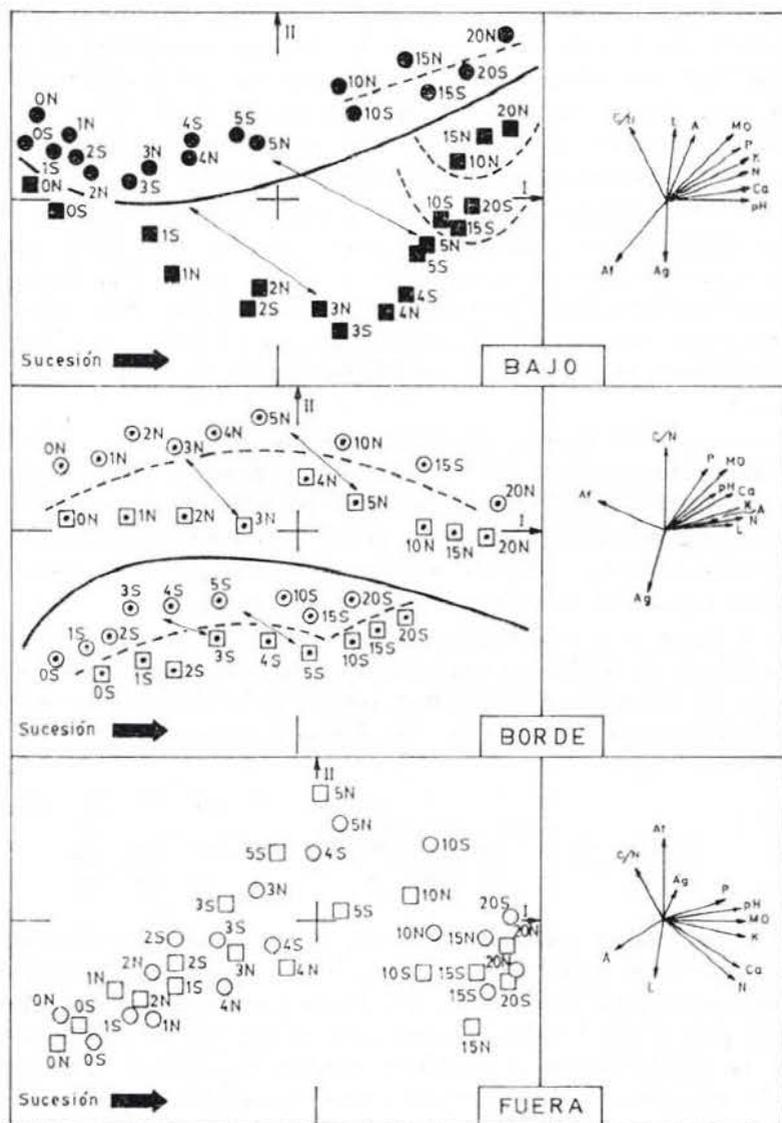


Fig. 3.—Análisis en componentes principales por enclaves (variables edáficas). Las muestras se identifican como en la Figura 2.

En la proyección del borde de la copa sobre el suelo, se reitera la separación por exposiciones, y dentro de la misma por especies. Aquí, el eje II desempeña un papel más importante que en los otros dos casos, en detrimento del I, como puede apreciarse en los distintos porcentajes de inercia absorbida. Para una misma orientación, el ritmo también es más rápido en el inicio para el roble, aunque no tanto como ocurre en el enclave anterior; las diferencias de ritmo entre encina y roble se indican igualmente mediante flechas, en relación con el tercer y quinto año de abandono.

Fuera de los árboles la serie es única, con alternancia aleatoria de especies y orientaciones; a las irregularidades iniciales cabe añadir que la máxima separación entre las cuatro muestras de una misma edad tiene lugar a los 4, 5 y 10 años, donde probablemente las condiciones están más relajadas tanto por el alejamiento del cultivo como por no haber transcurrido el tiempo suficiente para que los microhábitats adquieran caracteres de precisión.

En cuanto a los factores de carga, para los enclaves bajo y borde no hay grandes discrepancias respecto al análisis general, si bien se produce alguna alternancia o cambio de valoración en las variables. La anomalía más notable se produce en el enclave fuera, donde limo y sobre todo arcilla tienden a proyectarse hacia fases más iniciales que en los otros dos casos. Posteriormente trataremos con algún detalle de esta anomalía.

En la figura 4 se representan los nueve planos principales que se obtienen aplicando el análisis en componentes principales a cada edad por separado, en los cuales se pone de relieve, por tanto, la influencia del arbolado independientemente de la sucesión. Los distintos porcentajes de inercia son los siguientes:

	0	1	2	3	4	5	10	15	20	años
Eje I	72	71	76	79	77	77	72	70	68	
Eje II	19	18	16	15	17	16	18	19	21	

Todas las gráficas son muy parecidas, quedando seriados sobre el primer componente los grupos fuera, borde y bajo; sin embargo, la disposición más lineal se encuentra entre los 2 y los 5 años (con los mayores porcentajes de inercia para el eje I y los menores para el II). De las posiciones bajo y fuera, no puede llegarse a establecer ninguna regularidad, dado que al formar las muestras grupos y ser sólo cuatro, las posibles posiciones en el plano son muy pocas, pudiendo surgir aleatoriamente convergencias por especies o por exposiciones; no obstante, la existencia de gradientes minerales distintos según la especie inductora ha sido documentada por Gersper y Holowaychuk (1971), Boerner y Crozier (1983) y Crozier y Boerner (1984), entre otros.

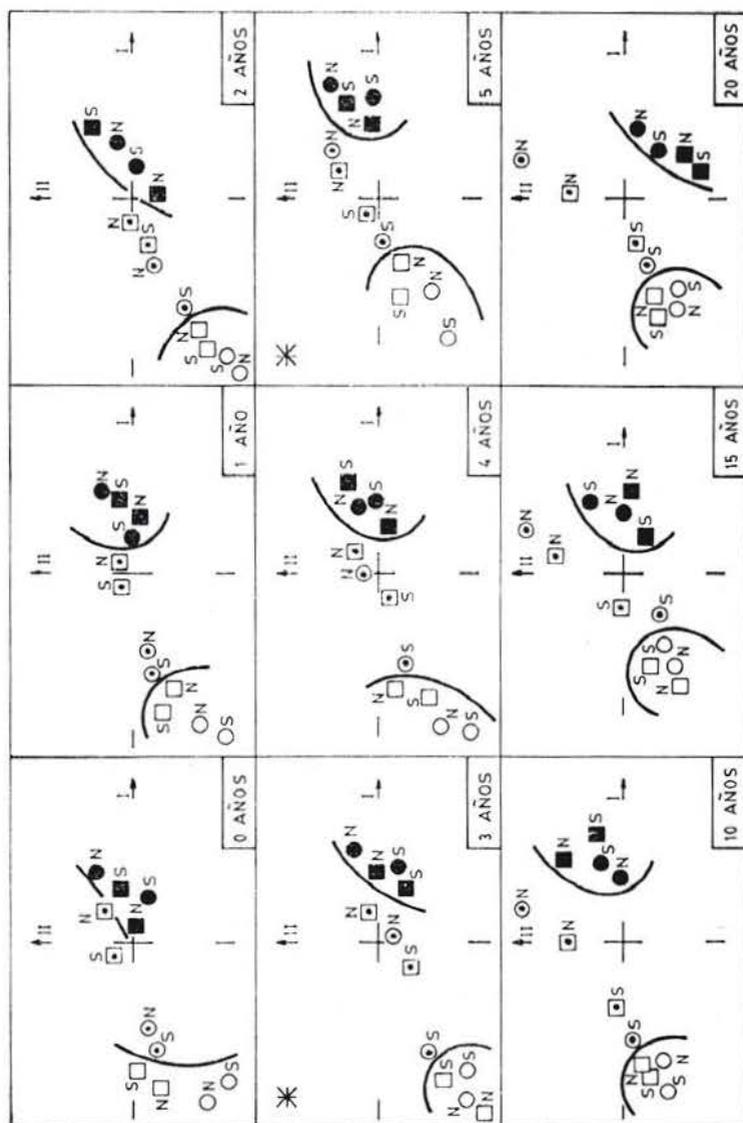


Fig. 4.—Análisis en componentes principales por edades de abandono (variables edáficas). Los símbolos son los mismos que se utilizan en la Figura 2. Los asteriscos (3 y 5 años) marcan cambios en la secuencia de las muestras correspondientes a la proyección del borde de la copa sobre el suelo.

Mucho más claro es el comportamiento de las muestras del borde, en las que radica el mayor interés de las gráficas. En el inicio, las dos de encina se encuentran próximas a los espacios abiertos y las de roble a la zona de mayor influencia, produciéndose siempre la secuencia: encina S, encina N, roble S y roble N, es decir, la orientación al N de cada especie tiende a quedar más próxima a las áreas bajo árbol. A los 3 años se produce un cambio, con permutación de la muestra roble S por la encina N, lo que origina un alineamiento en la forma: encina S, roble S, encina N y roble N, es decir, de la separación por especies se pasa a la diferenciación por orientaciones. No obstante, a los 5 años se establecen las posiciones definitivas, quedando: encina S, roble S, roble N y encina N. Esto significa que la influencia del arbolado mediatizada por la edad (y por tanto por la sucesión) conduce paulatinamente en el enclave borde a resaltar la disparidad entre orientaciones, que existe para el roble y se maximiza en el caso de la encina (Puerto *et al.*, 1985). Las edades en que se producen los cambios son indicadas mediante un asterisco en la figura 4. Teniendo en cuenta las coordenadas de las muestras del borde respecto a los dos primeros ejes, en la tabla I se expresan las distancias de las muestras N y S del roble, por una parte, y de la encina, por otra, respecto a las posiciones extremas de las mismas; como se aprecia, salvo en las dos primeras edades, la diferenciación N-S de la encina es superior a la del roble; para las dos especies la tendencia es al ascenso, alcanzándose la estabilidad a los 5 años.

Tabla I.

*Separación entre las muestras del borde de distinta orientación para las dos especies arbóreas, de acuerdo con las coordenadas que presentan en las figuras 4 (variables adáfic) y 9 (variables florísticas). En cada edad se indica el porcentaje respecto a la distancia máxima.*

	0	1	2	3	4	5	10	15	20	AÑOS
Roble	31	21	29	45	47	52	50	51	52	SUELOS
Encina	17	20	54	78	83	100	100	100	100	
Roble	38	36	34	53	56	55	50	55	58	VEGETACION
Encina	46	39	34	78	83	85	100	100	100	

Por otra parte, como se ha venido indicando, las variables texturales son las que tienden a mostrar una superior indefinición sucesional, dentro de que suelen contraponerse las arenas a limo y arcilla. La disposición general de las distintas muestras en un diagrama de texturas (Fig. 5) queda fuertemente mediatizada por la influencia del arbolado, dando lugar a una secuencia aproximadamente lineal entre los enclaves fuera y bajo. Así, con

independencia de la edad, los enclaves desarbolados son incluibles en su mayoría dentro de la textura arenoso-franca y, en menor proporción, en la

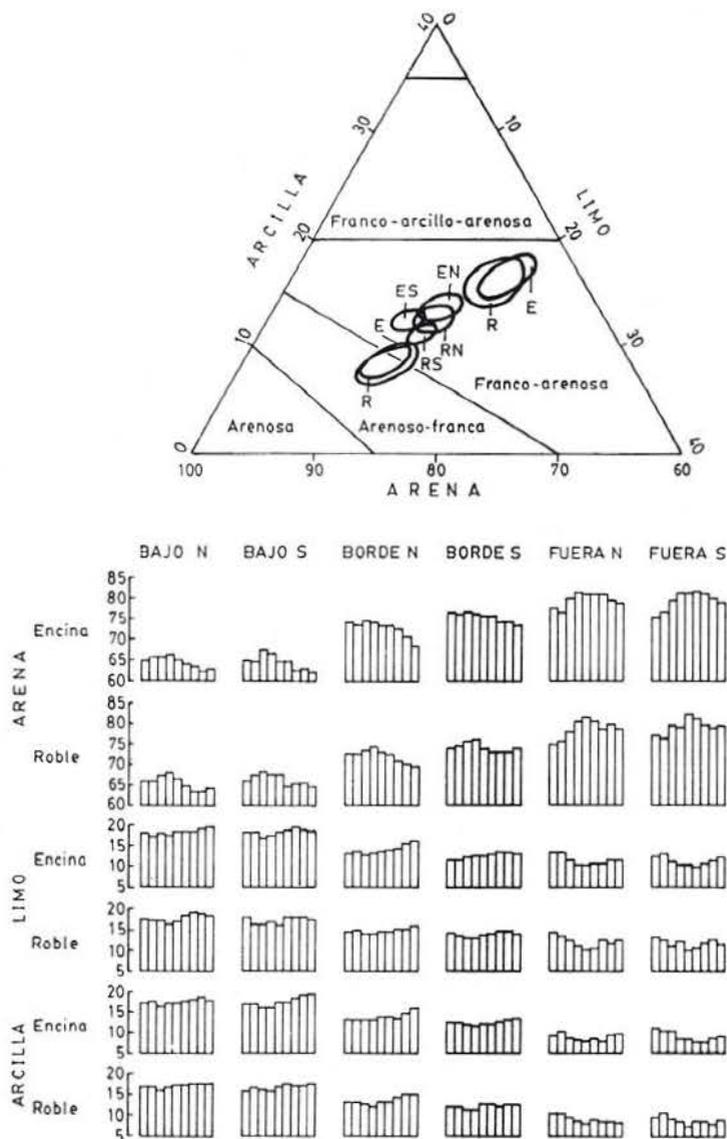


Fig. 5.—Consideración detallada de las variables edáficas textuales. En abscisas se disponen ordenadamente las diferentes edades de abandono.

parte contigua de la franco-arenosa. A continuación, con textura franco-arenosa y separadas entre sí, se encuadran las muestras del borde orientadas al S de las encinas, por un lado, y del roble, por otro; siguen, con similares características, las muestras del borde con exposición N. Contactando casi con estas últimas, y ya cerca de la textura franco-arcillo-arenosa, se disponen las muestras tomadas bajo arbolado, con cierto desplazamiento de encinas y robles.

El por qué de las anomalías sucesionales, y del enmascaramiento de las series temporales respecto a la influencia del arbolado, puede responderse siguiendo los diagramas de barras de la misma figura, donde para cada enclave, orientación y árbol las abscisas recogen las edades en secuencia progresiva y las ordenadas los tantos por ciento de arena, limo y arcilla. Los valores son muy diferentes en relación con las distintas posiciones espaciales, de acuerdo con la descripción anterior, pero en cada enclave por separado se observa que la arena al comienzo y al final de la sucesión tiende a ser menor que en las edades intermedias, en favor de limo y arcilla. Los valores no son siempre de gran contraste, pero la regularidad del hecho nos lleva a pensar que la roturación puede aportar elementos finos a la superficie, siendo posteriormente arrastrados tras el abandono y produciéndose con la mejor estructuración de la comunidad una cierta recuperación. No obstante, conviene tener presente que en los claros la arena supera siempre el 75% y, en general, el 60%.

Marks (1974) considera los procesos dinámicos comprendidos entre dos extremos. Por una parte, aquellos que tienen lugar tras regresiones severas y frecuentes, caso del fuego recurrente, que producen la dependencia de las comunidades respecto al factor actuante (Mutch, 1970), con reemplazamientos cíclicos que adquieren el carácter de sucesiones (Hanson y Churchill, 1961; Barclay-Estrup, 1970; Loucks, 1970), excepto cuando las climax son muy poco maduras y la destrucción y recuperación concurren para la misma comunidad (Muller, 1952). En el otro extremo se encuentran las leves alteraciones de comunidades estabilizadas, que dan lugar a la entrada de otros individuos, tal vez pertenecientes a distintas especies, pero de todas formas no típicamente sucesionales. En ambos casos es difícil buscar dependencias directas entre el suelo y la vegetación, porque las variaciones edáficas o son demasiado rápidas para ser seguidas por las especies vegetales o tan inapreciables que carecen de significado. Aquí, al tratarse de un proceso intermedio, la incidencia del suelo resulta bastante clara, como cabe deducir de la aplicación del análisis en componentes principales a la tabla de datos florísticos (108 muestras por 216 especies), cuyo resultado se recoge en la figura 6.

Como se aprecia, la disposición conjunta no difiere sensiblemente de la edáfica, con similar localización de las series, que se proyectan desde un

estado de convergencia inicial hasta otro de divergencia final. No obstante, dicha divergencia es amplísima, hasta el punto de que la trayectoria en los espacios desarbolados es casi vertical, sesgándose las restantes cada vez más hacia la derecha (como indican las flechas), de manera que la secuencia de máxima influencia es casi horizontal. La gran separación de las edades más avanzadas obedece posiblemente a la amplia gama de posibilidades

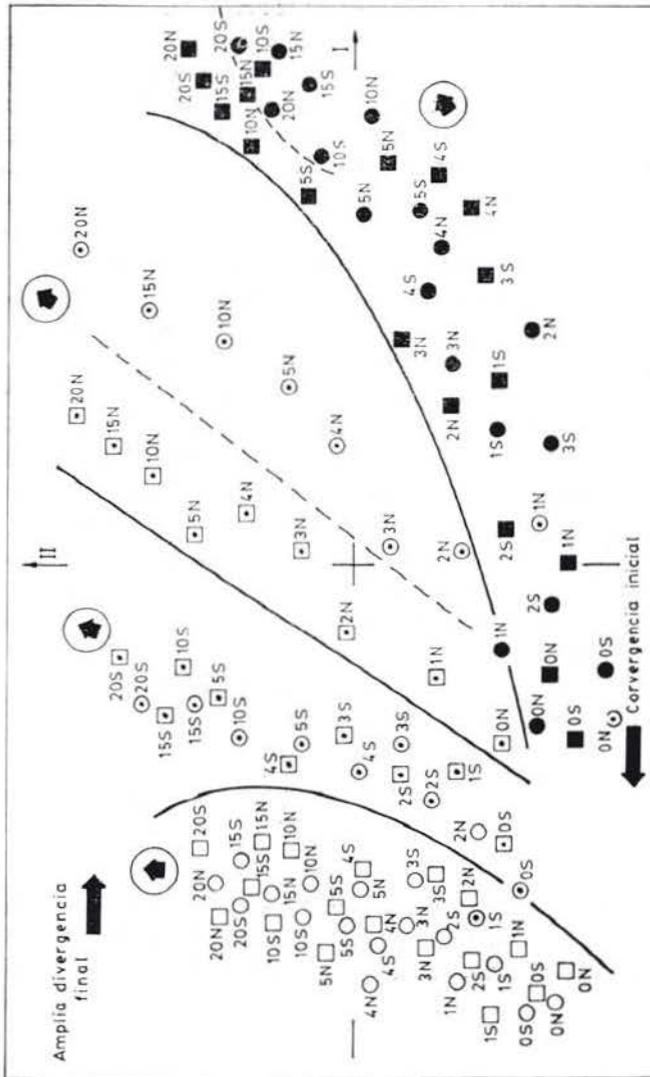


Fig. 6.—Análisis en componentes principales con la totalidad de las muestras (variables florísticas). La sim-bología como en la figura 2.

que se plantean con un número mucho mayor de variables, pero esto ocasiona que ni el eje I (25% de inercia absorbida) ni el II (20% de absorción) puedan asimilarse a la sucesión o a la influencia del arbolado. De forma muy aproximada, el primer componente parece tener más relación con el espacio y el segundo con el tiempo, opinión criticable a la vista de cómo se disponen las muestras más afectadas por el arbolado.

En cuanto al borde de la copa, sigue produciéndose la separación por orientaciones. En la N, roble y encina se diferencian con claridad, pero no ocurre así en la S. La discrepancia respecto al análisis con variables edáficas puede obedecer a que en el mismo no había un distanciamiento demasiado neto; las especies herbáceas y arbustivas no sólo dependen del suelo para su implantación y desarrollo, sino de numerosos condicionantes ambientales que pueden superponerse, resaltando o eliminando una causa prefijada; tanto más cuando, como ocurre en el caso que nos ocupa, el suelo se contempla desde la perspectiva de un número limitado de datos analíticos que, aunque importantes, dejan un amplio vacío respecto a muchas de sus propiedades.

El mayor recorrido de las series que tienen lugar en las cercanías de los troncos, admite la comparación con los cambios inducidos en el suelo, aunque también pueden pesar los rodales, nunca arados, de la inmediación de los mismos, que quizá constituyen una fuente para la recuperación rápida; no conviene olvidar que la presencia de una especie en un lugar puede estar influenciada por su forma de dispersión (Thompson, 1980; Beattie y Culver, 1983). De hecho, el ritmo es rápido hasta los 5 años y luego decrece mucho, siendo posible, hasta cierto punto, la separación entre encina y roble. Cabe pensar que lo que de anómalo tenga este enclave, respecto a la posibilidad de concretar la tendencia indicada por cada eje, se deba a esa fuente cercana de especies propias de fases más avanzadas, lo que tendería a confundir las líneas espacial y temporal.

Procediendo al análisis en componentes por enclaves (Fig. 7), se obtienen los siguientes porcentajes de inercia absorbida:

	Bajo	Borde	Fuera
Eje I	34	31	38
Eje II	23	26	21

En los tres casos considerados, el eje I es claramente sucesional. Las series, todas muy correctas en su disposición, no presentan las anomalías del análisis general, particularmente en lo que se refiere a las áreas sin árboles.

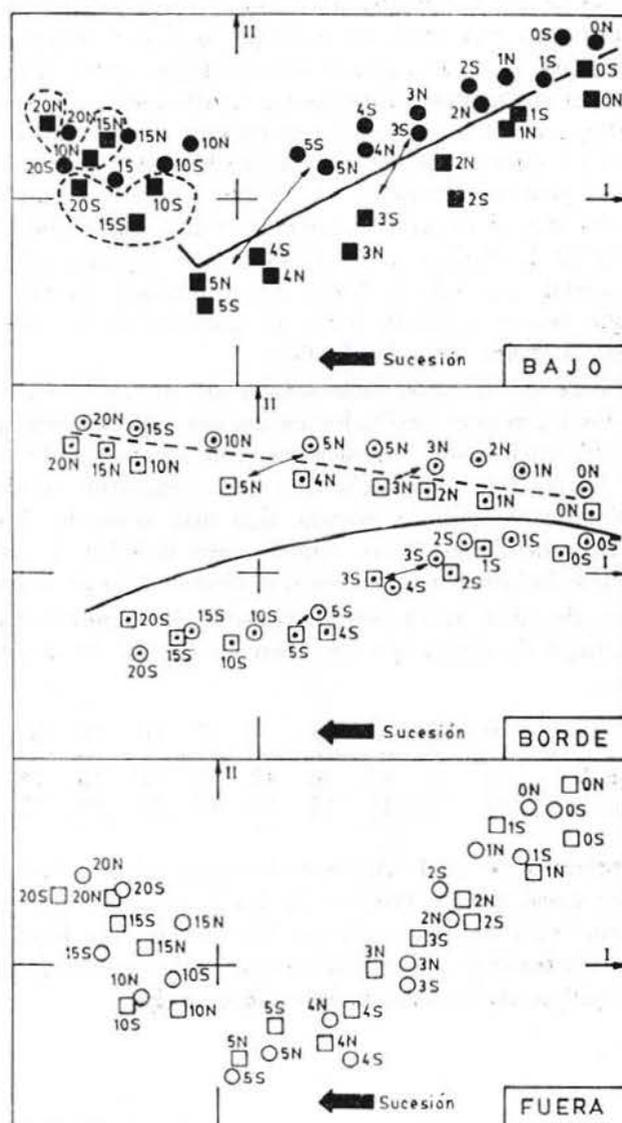


Fig. 7.—Análisis en componentes principales por enclaves (variables florísticas). Los símbolos coinciden con los de la Figura 2.

Bajo la copa, es posible diferenciar robles de encinas. Ambas secuencias, como en el caso de los suelos, divergen sobre todo hacia los cinco años y convergen al principio y al final. Sin embargo, aquí la convergencia final es muy neta, tratándose de una auténtica superposición; en la misma, es posible señalar que el roble presenta de nuevo agrupamiento de la orientación S, por una parte, y de la N, por otra, con ruptura de la serie; la separación de exposiciones se aprecia también para la encina, pero en este caso sigue manteniéndose el gradiente temporal. Es posible que ante la falta de cubierta durante parte del año, el tronco constituya un factor diferencial, cuyo efecto se dejaría notar en la distinta acomodación de las especies subyacentes en la época primaveral, actuando el suelo como principal intermediario. Asimismo, hay que volver a insistir sobre el adelanto de la serie del roble respecto a la de la encina hasta los 5 años.

Para el borde de la copa, cabe señalar de nuevo la indiferenciación hacia el S de los inventarios realizados en las dos especies arbóreas. Por lo demás, existe diferencia entre exposiciones, con separación de roble y encina en la N. La posición algo adelantada de las muestras ligadas al roble sigue produciéndose, aunque de manera algo más atenuada. En los espacios abiertos el recorrido es único, estando bien definida la seriación por edades, de las que incluso puede decirse que forman bloques independientes.

Por grupos de edad, resaltando en consecuencia la influencia del arbolado, los porcentajes de inercia que absorben los ejes de los distintos planos principales son:

	0	1	2	3	4	5	10	15	20	años
Eje I	39	37	43	46	42	45	40	36	33	
Eje II	18	19	16	15	17	14	21	19	22	

De su representación en la figura 8, hay que volver a incidir sobre la ordenación muy lineal que se produce de los 2 a los 5 años, separándose siempre de forma neta los tres enclaves. Para la posición bajo copa podía tratarse de una segregación generalizada entre robles y encinas, pero ya se ha indicado el peligro de las aseveraciones de este tipo.

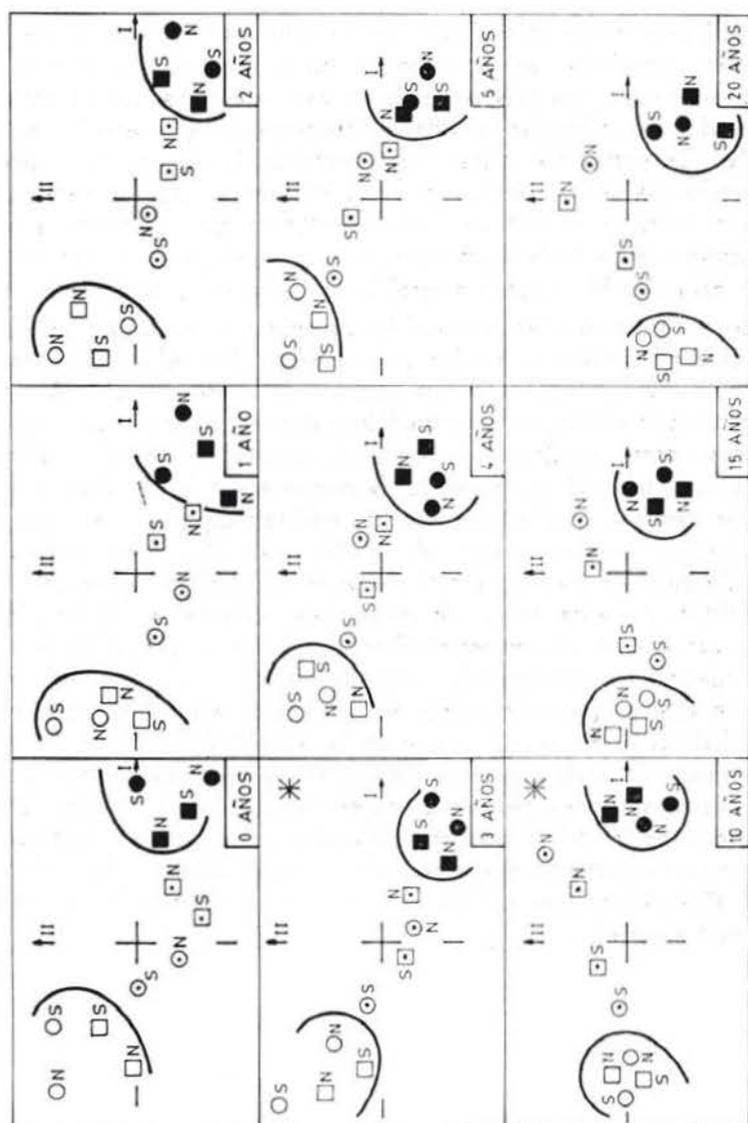


Fig. 8.—Análisis en componentes principales por edades de abandono (variables florísticas). Se utilizan los símbolos de la Figura 2, y los asteriscos (3 y 10 años) indican cambios en la disposición de las muestras del borde.

En el borde, los cambios en la disposición de las muestras señalados para los suelos se producen a los 3 y a los 10 años (se indican mediante asteriscos). El primero es coincidente con lo comentado, mientras que el segundo parece manifestar un cierto retraso en la respuesta de la vegetación, aunque posiblemente sea más corto de lo que parece, ya que el paso de 5 a 10 años deja sin dilucidar las edades intermedias. De nuevo la encina da lugar a las diferencias más claras en el borde de la copa como respuesta a la orientación. La tabla I, en la que el procedimiento seguido para la vegetación es el mismo que para los suelos, demuestra por lo común aumentos con el tiempo de las variaciones respecto a la exposición, si bien las cifras obtenidas para el roble tienden a estabilizarse a partir de los 3 años.

Aunque nuestro interés, como se ha advertido, no radica en las especies, tampoco podemos omitir su alusión por completo. Por ello, conjuntando encinas y robles, y basándonos en los factores de carga más elevados de los nueve análisis por edades, se ha procedido a contrastar los enclaves extremos, obteniéndose como resultado la figura 9, cuya clave de abreviaturas se encuentra en la tabla II. Creemos que la comparación es bastante ilustrativa, aunque los cambios pueden parecer más cualitativos de lo que ocurre en realidad, ya que muchas especies de edades avanzadas, sobre todo de los espacios abiertos, se presentan casi desde el principio, aunque con coberturas mínimas. En este orden de cosas, cabe destacar la agresividad del matorral, que a veces desconcierta sobre las edades de las parcelas, ya que aparecen matas bien desarrolladas, aunque aisladas, casi desde el cultivo. Además, se aprecia que en el curso de la sucesión algunas especies pueden variar su hábitat preferencial, ya que en la severidad del inicio los árboles actúan a modo de «refugio» para elementos que posteriormente, al suavizarse algo las condiciones, pasarán a ocupar sobre todo los espacios abiertos; al contrario, especies del cultivo, tras su abandono, pueden predominar comparativamente durante algún tiempo bajo el dosel arbóreo. Las edades de 2, 3 y 4 años demuestran ser las de mayor alternancia en la acomodación al nicho más adecuado.

		0 AÑOS	1 AÑO	2 AÑOS	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	15 AÑOS	20 AÑOS
		S U C E S I Ó N								
BAJO ARBOLADO		Bro m Vic l Ste m Bro s C bp Ave s Ran p Bro h Con c Lat a	Bro m Vic l Ste m Bro s C bp Ave s Ran p Bro h Con c Lat a Cer g Vic s Ant c	Bro m Vic l Ste m Bro s C bp Ave s Ran p Bro h Con c Cer g Vic s Ant c Rap r Tr g Cen c	Bro m Hor m Ste m Bro s Cyn e Ave s V mb Bro h Ero c Cre c Ger m Vic s Ant c Rap r Tr g Lol r	Bro m Hor m Pla l Bro s Cyn e Ave s V mb Bro h Ero c Cre c Ger m Vic s Ant c Con a Ant c	Bro m Hor m Pla l Bro s Cyn e Ave s V mb Bro h Ero c Car c Ger m Vic s Ant c	Bro m Hor m Pla l Fes r Cyn e Ave s Dac g Bro h Ero c Car c Ger m Vic s Hyp r	Bel p Hor m Pla l Fes r Cyn e Tar o Dac g Vic la Ero c Car c Bel t Tr su Hyp r	Bel p Hor m Pla l Fes r Cyn e Tar o Dac g Vic la Ero c Car c Bel t Tr su Hyp r Rad l Hol l Cyn c Lam a
	ESPACIOS ABIERTOS		Lol r Cen c Rap r Agr g Ver t Ant a Pap a Pol a Cha m Aph a	Lol r Cen c Rap r Agr g Arn m Ant a Pap a Pol a Cha m Aph a Rum a	Lol r Tee n Myo d Orn p Arn m Ant a Eva c Pol a Per i Cor c Rum a Hyp g	Tol b Tee n Myo d Orn p Arn m Ant a Eva c Pol a Per i Cor c Rum a Hyp g Ery t Mic t Jun c Jas m	Tol b Tr g Myo d Cre c Arn m T cm Eva c Orn c Per i Cor c Rum a Hyp g Ery t Mic t Log g Jas m Mol l	His h Tri g Tr st Cre c Arn m T cm Eva c Orn c Per i Cor c Rum a Hyp g Ery t Mic t Log g Con a Mol l	His h Tri g Tr st Lin s Agr c V mb Ant ari Tr c Per i Cor c Rum a Hyp g Ery t Mic t Log g Con a And i Que r Que p	His h Tri g Tr st Lin s Agr c V mb Ant ari Tr c Hol s Tub g Cyt s Cyt m Par l Pet p Log g Sci a Ant l And i Que r Que p

Fig. 9.—Secuencia de especies de acuerdo con los principales actores de cargas que se obtienen en el análisis de componentes por edades de abandono. El significado de las abreviaturas se recoge en la Tabla I.

Complementariamente a los análisis de ordenación, se han elaborado los dendrogramas correspondientes a encinas y robles en los distintos enclaves y orientaciones (Fig. 10), de acuerdo con las indicaciones efectuadas en la metodología.

Tabla II.

Relación entre las abreviaturas empleadas en la figura 9 y las especies a las que corresponden. Denominaciones según Flora Europaea.

Agr c	<i>Agrostis castellana</i>	Hol l	<i>Holcus lanatus</i>
Agr g	<i>Agrostemma githago</i>	Hol s	<i>Holcus setiglumis</i>
And i	<i>Andryala integrifolia</i>	Hor m	<i>Hordeum murinum</i>
Ant a	<i>Anthemis arvensis</i>	Hyp g	<i>Hypochoeris glabra</i>
Ant ari	<i>Anthoxanthum aristatum</i>	Hyp r	<i>Hypochoeris radicata</i>
Ant c	<i>Anthriscus caucalis</i>	Jas m	<i>Jasione montana</i>
Ant l	<i>Anthyllis lotooides</i>	Jun c	<i>Juncus capitatus</i>
Aph a	<i>Aphanes arvensis</i>	Lam a	<i>Lamium amplexicaule</i>
Arn m	<i>Arnoseric minima</i>	Lat a	<i>Lathyrus angulatus</i>
Ave s	<i>Avena sterilis</i>	Lin s	<i>Linaria spartea</i>
Bel p	<i>Bellis perennis</i>	Log g	<i>Logfia gallica</i>
Bel t	<i>Bellardia trixago</i>	Lol r	<i>Lolium rigidum</i>
Bro h	<i>Bromus hordeaceus</i>	Mic t	<i>Micropyrum tenellum</i>
Bro m	<i>Bromus maximus</i>	Mol l	<i>Molineriella laevis</i>
Bro s	<i>Bromus sterilis</i>	Myo d	<i>Myosotis discolor</i>
C bp	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Orn c	<i>Ornithopus compressus</i>
Car c	<i>Carlina corymbos</i>	Orn p	<i>Ornithopus perpusillus</i>
Car r	<i>Carlina racemosa</i>	Pap r	<i>Papaver rhoeas</i>
Cen c	<i>Centaurea cyanus</i>	Par l	<i>Parentucellia latifolia</i>
Cer g	<i>Cerastium glomeratum</i>	Per i	<i>Periballia involucrata</i>
Cha m	<i>Chamaemelum mixtum</i>	Pet p	<i>Petrorhagia prolifera</i>
Con a	<i>Convolvulus arvensis</i>	Pla l	<i>Plantago lanceolata</i>
Con c	<i>Conopodium capillifolium</i>	Pol a	<i>Polygonum aviculare</i>
Cor c	<i>Corynephorus canescens</i>	Que p	<i>Quercus pyrenaica</i>
Cre c	<i>Crepis capillaris</i>	Que r	<i>Quercus rotundifolia</i>
Cyn c	<i>Cynosurus cristatus</i>	Rad l	<i>Radiola linoides</i>
Cyn e	<i>Cynosurus echinatus</i>	Ran p	<i>Ranunculus parviflorus</i>
Cyt m	<i>Cytisus multiflorus</i>	Rap r	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Cyt s	<i>Cytisus scoparius</i>	Rum a	<i>Rumex angiocarpus</i>
Dac g	<i>Dactylis glomerata</i>	Scl a	<i>Scleranthus annuus</i>
Ero c	<i>Erodium cicutarium</i>	Ste m	<i>Stellaria media</i>
Ery t	<i>Eryngium tenue</i>	T cm	<i>Taeniatherum caput-medusae</i>
Eva c	<i>Evax carpetana</i>	Tar o	<i>Taraxacum officinale</i>
Fes r	<i>Festuca rubra</i>	Tee n	<i>Teesdalia nudicaulis</i>
Ger m	<i>Geranium molle</i>	Tol b	<i>Tolpis barbata</i>
His h	<i>Hispidella hispanica</i>		

Tr c	<i>Trifolium campestre</i>	Ver t	<i>Veronica triphyllos</i>
Tr g	<i>Trifolium glomeratum</i>	Vic l	<i>Vicia lutea</i>
Tr st	<i>Trifolium striatum</i>	Vic la	<i>Vicia lathyroides</i>
Tr su	<i>Trifolium subterraneum</i>	Vic s	<i>Vicia sativa</i>
Tub g	<i>Tuberaria guttata</i>		
V mb	<i>Vulpia (myuros - bromoides)</i>		

En todos los casos, las tres muestras de edad superior se independizan de las restantes, respecto al conjunto de las cuales demuestran tener una afinidad más elevada. En el grupo mayoritario, el cultivo tiende a aislarse en el borde S y fuera, es decir, en las situaciones de menor influencia, posiblemente porque la falta de protección pone más de relieve el abandono, aunque la afinidad es más alta que la de las uniones en áreas más favorecidas (tal vez como indicación del menor ritmo de cambio). La afinidad general tiende a aumentar hacia los claros, lo que coincide con sus series sucesionales comparativamente más cortas en el análisis global de ordenación. Cabe apuntar también que, contando con la facilidad para disponer a la izquierda o a la derecha las distintas ramas, es posible situar secuencialmente las muestras por sus edades, lo que en cierto modo viene a ser una constatación de su ajuste al proceso sucesional.

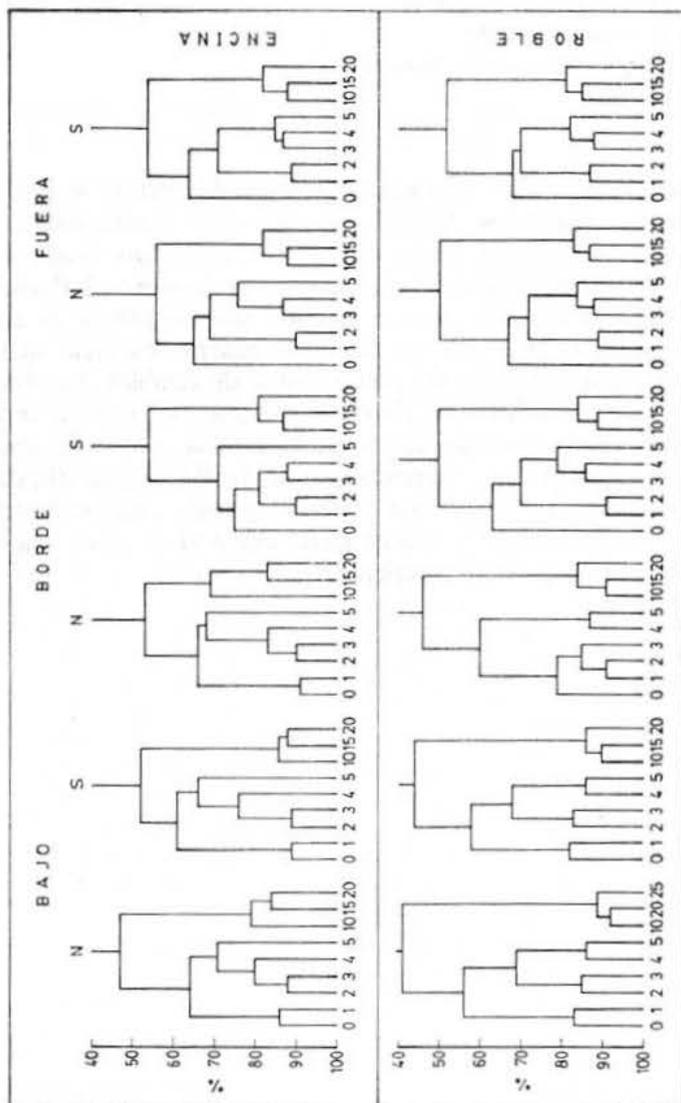


Fig. 10.—Dendrogramas correspondientes a los distintos enclaves de roble y encina.

En cuanto a la diversidad ( $H'$ ) y sus componentes de riqueza ( $R$ ) y equitabilidad ( $J'$ ), los valores se recogen gráficamente en la figura 11; como es evidente, la menor diversidad se produce bajo la copa y la mayor en el borde de la misma (área de contacto), particularmente en el N; la divergencia entre ambos bordes, sobre todo hacia el final, lleva a que se indique su orientación, lo que no se hace en el caso de los otros enclaves por la proximidad de las líneas y las permutaciones que se producen.

La diversidad aumenta para las localizaciones bajo copa y borde N hasta los 10 años, decreciendo a continuación; en las tres posiciones restantes el incremento cesa a los 5 años, en relación con la elevada cobertura de matorral que se alcanza en las edades superiores. Hay que destacar que, en términos generales, el patrón de comportamiento de la diversidad coincide con el que se obtiene en dehesas eutrofas; el decrecimiento final en los lugares de mayor influencia obedece a las condiciones que paulatinamente se van creando (en cuanto a los suelos) y a la continuidad en el tiempo de otras iniciales (microclima), las cuales favorecen a determinadas especies en detrimento de las demás. En este sentido, los motivos son coincidentes para ambientes muy variables, pero no ocurre así en las áreas donde no se deja sentir o es poco notable el efecto de los árboles; por ejemplo, mientras que en una explotación eutrofa la diversidad decrece debido a las alteraciones acumulativas que ejerce el pastoreo con el paso del tiempo (competencia ante una presión sobreimpuesta; en este caso el ganado), aquí, casi sin pastoreo, son las aptitudes para la colonización por parte del matorral las que condicionan el descenso del índice aplicado; sin embargo, teniendo únicamente en cuenta el estrato herbáceo, la diversidad sigue aumentando, se estabiliza o disminuye poco, de manera similar a lo que ocurre en pastos oligotrofos sin matorral (Puerto, 1977; Rico, 1981). La existencia de claros facilita la entrada de nuevas especies, siendo muchas las que pueden desarrollar su ciclo vital en condiciones pobres no extremadamente severas, sin que ninguna destaque de forma muy neta sobre las demás. Por otra parte, roble y encina coinciden en las variaciones citadas, pero el incremento es más rápido para el roble bajo la copa y borde N, coincidiendo con los relevos sucesionales más rápidos; no obstante, al final las cifras alcanzadas no varían significativamente.

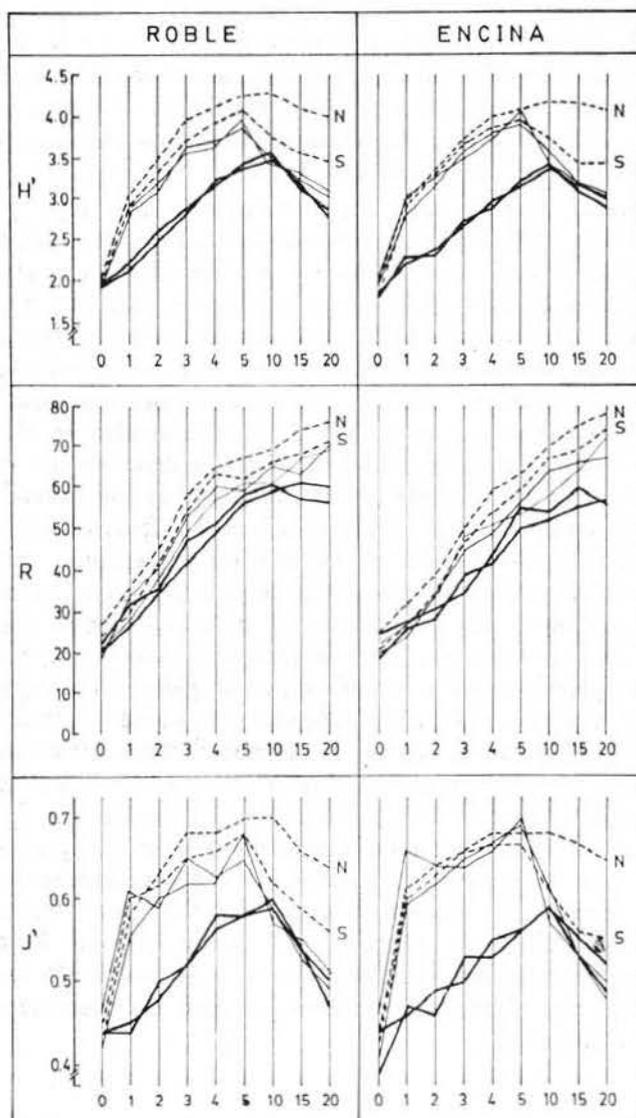


Fig. 11.—Evolución de la diversidad ( $H'$ ) y sus componentes de riqueza ( $R$ ) y equitabilidad ( $J'$ ) para los distintos enclaves de roble y encina. Línea continua gruesa, bajo copa; línea continua fina, espacios abiertos; línea discontinua, borde de la copa.

La riqueza (R) o número de especies tiende a ser ascendente, salvo quizá hacia el final de las series en las situaciones bajo copa. La mayor riqueza corresponde al borde, en particular al N, y la menor al enclave bajo árbol; este aspecto coincide con la diversidad, a diferencia del primero. Marañón (1985) apunta una disminución débil de la riqueza bajo los árboles. No obstante, no deben olvidarse las limitaciones impuestas por la superficie muestreada y, en este sentido, pensamos que las comparaciones han de hacerse en base a la igualdad de dicha superficie. La noción elemental de espectros de diversidad proporciona una idea bastante clara de los peligros que se corren al contrastar muestreos realizados en superficies distintas, cuya validez puede quedar limitada a la integración de los elementos diferenciales en una parcela concreta. Con todo, haciendo salvedad de las cifras y ciñéndonos a las tendencias, nuestros resultados son coincidentes en los tres enclaves fijados con los que aporta Marañón (1986). Un examen de las causas que conducen a esta disminución de la riqueza en las áreas de mayor influencia, pasa por el efecto del sombreado, el impacto físico del mantillo, el enriquecimiento en materia orgánica, la mayor uniformidad ambiental, las querencias del ganado, etc. (Whittaker, 1977; Grime, 1979; Parker y Muller, 1982), pudiendo admitirse como más probable una combinación de varias de ellas. En casos más particulares, es posible que además intervengan los efectos alelopáticos del mantillo de determinadas quercíneas (Lohdi, 1978) o de otros taxones (Gliessman, 1978).

Llama la atención el elevado número de especies respecto a la superficie inventariada (seis unidades de muestreo, con una superficie total de 1,5 m<sup>2</sup>). La coexistencia de numerosas especies puede basarse en la teoría del equilibrio, para la cual es preciso postular obviamente una segregación del nicho ecológico, que Grubb (1977) fundamenta en el hábitat, tipo biológico, fenología y regeneración; la alternativa, o teoría del no-equilibrio, considera la elevada riqueza de muchas comunidades como producto de las alteraciones ambientales que, al producir variaciones en la potencialidad competitiva, permite la convivencia de taxones que serían incompatibles en condiciones uniformes (Huston, 1979). Ambas teorías, como suele ocurrir, concurren en mayor o menor medida, como apuntan Walker y Peet (1983).

En particular, los pastos mediterráneos entran en la categoría de las comunidades con mayor riqueza (Naveh y Whittaker, 1979; Shmida, 1981), con predominio de especies anuales. Dicho predominio ha dado origen a varias hipótesis (Raven, 1973; Pignatti, 1978; Naveh y Whittaker, 1979), que en realidad tienen algo de superfluo, ya que el clima extremado, la pobreza edáfica y la intervención secular del hombre no podían sino conducir a los terófitos como tipo biológico destacado.

La equitabilidad (J') muestra tendencias que a grandes rasgos pueden

considerarse semejantes a las de la diversidad, si bien la caída final de la diversidad y el aumento del número de especies ocasionan que los valores obtenidos al término de las secuencias consideradas se aproximen más a los iniciales. La interpretación de las dos componentes de la diversidad difiere de la propuesta por Legendre (1973), cuyas apreciaciones sobre comunidades acuáticas pueden ser válidas para comunidades terrestres globales, pero no en las distinciones, de acuerdo con los elementos presentes, que pueden efectuarse dentro de una comunidad; así, el que un ambiente estable, bajo condiciones poco fluctuantes, contiene más nichos y por tanto más especies, es una apreciación general que difiere en el pronóstico de sus resultados de la mayor uniformidad en las condiciones y superior estabilidad (aunque el término estabilidad nunca ha sido bien matizado) que operan bajo el arbolado.

La cobertura, no entendida como la suma de las coberturas de cada especie (que pueden superponerse) sino en una valoración conjunta de cada unidad, aumenta en todos los casos con la sucesión (Tabla III), siendo superior hasta los cinco años para los enclaves de mayor influencia, y tendiendo a igualarse a partir de aquí con los restantes. Este hecho puede resultar engañoso, ya que fuera del efecto del arbolado las altas coberturas se deben sobre todo a la presencia de matorral; el estrato herbáceo, sin embargo, es sumamente ralo, oscilando los valores en torno a un 50% y siendo ocasionalmente menores. Por el contrario, bajo el dosel arbóreo son muy escasos los elementos leñosos de pequeño porte, y la cobertura se debe casi exclusivamente a las herbáceas. No parece, por tanto, que el matorral contribuya a crear un buen encespedamiento, de manera que su oposición a los procesos erosivos resulta cuestionable, ya que si bien queda mitigada la erosión por salpicadura, los arrastres siguen produciéndose, aunque sea en menor medida que en los años inmediatos al abandono del cultivo.

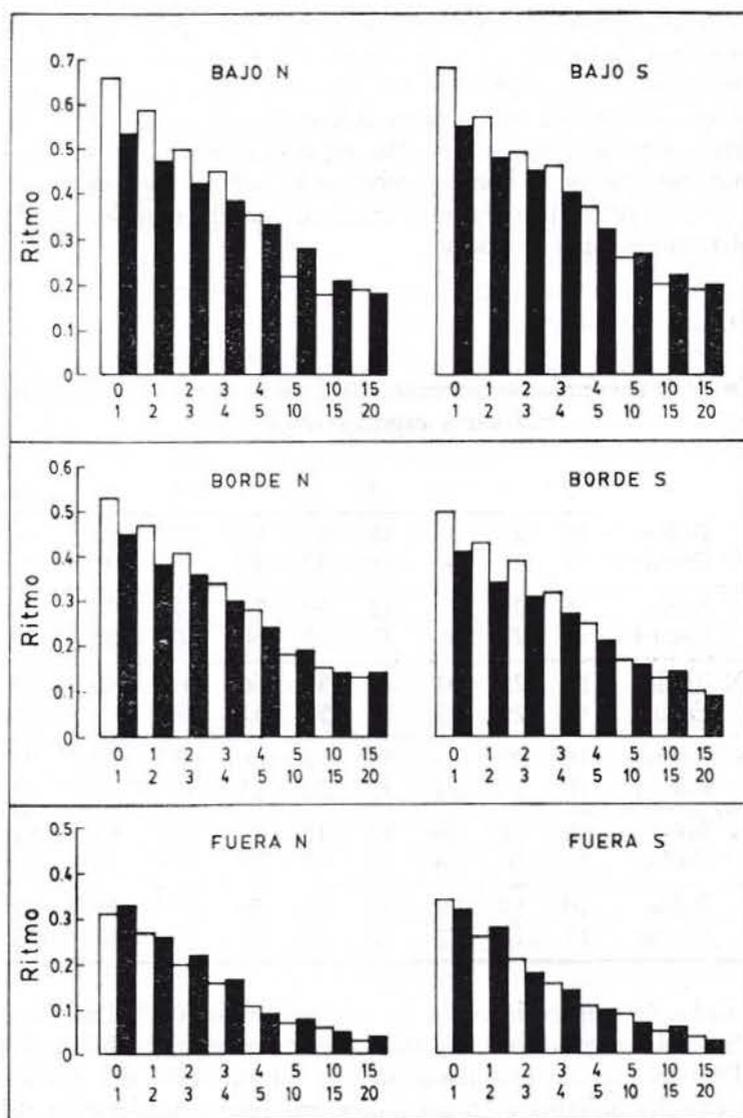


Fig. 12.—La heterogeneidad entre pares de edades sucesivas interpretada como ritmo sucesional para los diferentes enclaves. El roble se indica mediante barras blancas y la encina por negras.

El ritmo sucesional, resultante de la formulación indicada en la metodología, confirma apreciaciones anteriores realizadas a partir de los diferentes tratamientos factoriales. En la figura 12 se aprecia su disminución, fuertemente contrastada, siguiendo los enclaves bajo, borde y fuera. Por orientaciones, únicamente se aprecian diferencias en el borde de la copa, sobresaliendo algo la exposición N. Por especies arbóreas, es similar en los claros, mientras que en el borde y sobre todo bajo la copa es superior en el inicio para el roble, pero luego decrece de manera notable, siendo igualado paulatinamente por la encina.

Tabla III.

*Evolución de la cobertura (en porcentajes) durante la sucesión. Se distinguen enclaves y especies arbóreas.*

		0 <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	10	15	20 años
BAJO N	Roble	15	26	37	48	62	69	85	94	96
	Encina	14	21	32	39	52	58	87	98	95
BAJO S	Roble	15	29	34	43	60	74	89	98	97
	Encina	16	24	30	37	55	60	86	95	98
BORDE N	Roble	11	25	31	42	59	66	80	84	93
	Encina	11	20	27	37	50	57	77	91	90
BORDE S	Roble	10	20	23	34	52	60	83 <sup>2</sup>	92 <sup>2</sup>	91 <sup>2</sup>
	Encina	10	19	22	35	50	61	85 <sup>2</sup>	89 <sup>2</sup>	92 <sup>2</sup>
FUERA N	Roble	12	18	20	32	48	56	80 <sup>2</sup>	84 <sup>3</sup>	87 <sup>3</sup>
	Encina	10	20	24	30	41	59	77 <sup>2</sup>	88 <sup>3</sup>	88 <sup>3</sup>
FUERA S	Roble	10	17	21	28	44	58	78 <sup>2</sup>	89 <sup>3</sup>	87 <sup>3</sup>
	Encina	11	18	22	32	47	57	81 <sup>2</sup>	87 <sup>3</sup>	89 <sup>3</sup>

La distinción por enclaves es un hecho constatable fácilmente por la rapidez de recubrimiento y el desarrollo que alcanzan las herbáceas bajo los árboles. Pero tal vez sea más importante la consideración del estado final; si en los espacios abiertos el ritmo indica una fuerte deceleración del proceso, que bien puede interpretarse como una situación de estancamiento, bajo la copa los valores son aún muy elevados como para pensar que se ha llegado

(Los superíndices indican el número de asteriscos).

- 1 Muy aproximada, debido a las dificultades de estima sin la especie cultivada.
- 2 Cobertura de matorral entre 20 y 40 por ciento.
- 3 Cobertura de matorral de 40 por ciento o más.

a un estado de este tipo en el intervalo de 20 años. No obstante, los enclaves cubiertos por las copas son muy particulares en cuanto a que los distintos árboles pueden dar lugar a fuertes diferencias en el pasto subyacente, en el que además es fácil que se formen corros casi monoespecíficos de cierta entidad; de esta manera, la heterogeneidad recogida podría ser más producto del espacio que del tiempo, sin eliminar por completo esta última posibilidad, dadas las peculiares condiciones ecológicas de las áreas protegidas. También es posible que exista algún fenómeno más o menos cíclico, con alternancias en función de los factores generales físico-químicos, mediante el cual los rodales experimentan variaciones espaciales de corto rango, pero suficientes para originar heterogeneidad al nivel de muestreo empleado. De hecho, en pastos viejos de estructura general estable las variaciones posicionales de las especies están bien constatadas, no limitándose a expansiones o regresiones acordes con la climatología, sino a cambios más aleatorios y complejos que pueden seguirse de año en año mediante estudios microestructurales.

Estos resultados, y las conclusiones que fácilmente se derivan de ellos, permiten entender que el pastoreo nunca debió dejar de ser la práctica habitual de la zona, con lo que no se hubiera llegado al estado de degradación actual. Además, el cultivo ha supuesto la eliminación de muchos árboles, contribuyendo de esta forma aún más a las penosas condiciones presentes. El método operativo debe consistir en una vuelta al pastizal, tarea no sencilla en la mayoría de los lugares debido al estado del suelo. Se impone la repoblación o potenciación de las leñosas arbóreas autóctonas, sin pretender de momento favorecer a la encina frente al roble, lo cual es innecesario porque no existe ganado para el aprovechamiento en montanera. El roble propicia una recuperación inicial más rápida y, aunque al final los resultados convergen con los de la encina, se podría lograr en menos tiempo una cobertura arbórea que proporcione cantidades suficientes de materia orgánica, con la consiguiente mejora en la estructuración edáfica y en el nivel de nutrientes. Al mismo tiempo, un entramado espacial de cierta complejidad (bosquetes en las cumbres y en las laderas más pronunciadas, bandas protectoras, etc.), siempre contando con que el arbolado debe ser mucho más abundante que en zonas favorables, contribuiría a la recuperación general, es decir, no sólo en función del uso más directamente utilitario, sino también respecto a la revalorización florística, faunística y de esa profusión armónica de elementos que suponen la esencia del paisaje.

Otro aspecto que nos parece de interés es la selección de herbáceas capaces de soportar unas condiciones tan duras. Dicha selección se ha decantado mucho hacia las especies forrajeras, buscando siempre altos rendimientos, calidad y continuidad vegetativa, pero se ha investigado muy poco sobre

aquellas especies con potencialidad para proporcionar, sin más, cobertura y enraizamiento en terrenos difíciles, cuando así se podrían evitar procesos erosivos, acelerar la sucesión y contribuir, en unión con el arbolado, a crear un depósito de nutrientes suficiente y cuantitativamente estable, que es la necesidad inmediata de estos suelos.

Los pastoreos cortos y progresivamente más intensos tenderían a potenciar el pastizal, aunque habría que calcular muy bien, tal vez de manera empírica, tiempos y carga, ya que aquí, al contrario que en otras partes, no se trata de momento de llegar a establecer un equilibrio entre explotación y conservación, sino más bien entre explotación y mejora, lo que no cabe duda que es mucho más complejo.

A. PUERTO MARTIN  
J. A. GARCIA RODRIGUEZ  
J. M. GOMEZ GUTIERREZ  
A. R. MARTINEZ MEDIAVILLA  
Departamento de Ecología.  
Universidad de Salamanca.

## BIBLIOGRAFIA

- Acherar, M. (1978): 'Essai de reconstitution de successions de la vigne à la pinède de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) sur un versant à Bel-Air (commune de Montarnaud, Hérault)', *D.E.A. Ecologie, U.S.T.L. Montpellier*.
- Acherar, M. (1981): *La colonisation des friches par Pinus halepensis Mill.: Exemples des garrigues du Montpelliérans (France)*. (Thèse 3<sup>e</sup> cycle, U.S.T.L. Montpellier).
- Alonso, H., Puerto, A. y Cuadrado, S. (1979a): 'Efecto del arbolado sobre el suelo en diversas comunidades de pastizal', *An. C.E.B.A. Salamanca*, 5, 263-277.
- Alonso, H., Puerto, A. y Gómez J. M. (1979b): 'Variaciones de la intensidad de influencia del arbolado en la composición de comunidades de pastizal', *Rev. Pastos*, 9, 34-47.
- Anta, M. A. (1986): *Variaciones en el contenido de humedad edáfica motivadas por el efecto del arbolado (comunidades de dehesa)*. (Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca).
- Aussenac, G., Bonneau, M. et Le Tacon, F. (1972): 'Restitution des éléments minéraux au sol par l'intermédiaire de la litière et des précipitations dans quatre peuplements forestiers de l'est de la France', *Oecol. Plant.*, 7, 1-21.
- Barclay-Estrup, P. (1970): 'The description and interpretation of cyclical processes in a heath community. II. Changes in biomass and shoot production during the *Calluna* cycle', *J. Ecol.*, 58, 243-249.
- Bard, G. E. (1952): 'Secondary succession on the Piedmont of New Jersey', *Ecol. Monog.*, 22, 195-216.
- Bares, R. H. and Wali, M. K. (1979): 'Chemical relations and litter production of *Picea mariana* and *Larix laricina* stands on an alkaline peatland in northern Minnesota', *Vegetatio*, 40, 79-84.
- Barry, J. P. (1960): 'Contribution à l'étude de la végétation de la région de Nîmes', *Année Biol.*, 36, 311-540.
- Bazzaz, F. A. (1964): *Secondary succession on abandoned fields in southern Illinois*. (Thesis. Univ. Illinois).
- Bazzaz, F. A. (1968): 'Succession on abandoned fields in the Shawnee Hills southern Illinois', *Ecology*, 49, 924-936.

- Beattie, A. J. and Culver, D. C. (1983): 'The nest chemistry of two seed-dispersing ant species', *Oecologia*, 56, 99-103.
- Bertrand, J. P. (1977): 'Etude synchronique d'une succession dans une séquence à *Pinus halepensis* Mill. sur marnes à Guzargues (Hérault)', *D.E.A. Ecologie, U.S.T.L. Montpellier*.
- Boerner, R. E. J. and Crozier, C. R. (1983): *Analysis of forest structure and succession in the Hocking Hills*. (Technical Report. Division of Natural Areas and Preserves, Ohio Department of Natural Resources, Columbus, Ohio).
- Bratton, S. P. (1976): 'Resource division in an understory herb community: Responses to temporal and microtopographic gradients', *Am. Nat.*, 110, 679-693.
- Carlisle, A., Brown, A. H. F. and White, E. J. (1967): 'The nutrient content of tree stem flow and ground flora litter and leachates in a sessile oak (*Q. petraea*) woodland', *J. Ecol.*, 55, 615-627.
- Carnicero, M. A. (1980): *Estudio petrológico del metamorfismo y los granitoides entre Cipérez y Aldea del Obispo (W de la provincia de Salamanca)*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- Cole, D. W., Gessel, S. P. and Turner, J. (1978): 'Comparative mineral cycling in red alder and Douglas-fir', *Tech. Rep. U.S.D.A. For. Serv., Pac. Northwest For Range Exp. Stn.*, 7, 327-336.
- Crozier, C. R. and Boerner, R. E. J. (1984): 'Correlations of understory herb distribution patterns with microhabitats under different tree species in a mixed mesophytic forest', *Oecologia*, 62, 337-343.
- Daniel, C. P. and Platt, R. B. (1968): 'Direct and indirect effects of short term ionizing radiation on old field succession', *Ecol. Monogr.*, 38, 1-29.
- Díaz Pineda, F., Nicolás, J. P., Pou, A. and Fernández Galiano, E. (1981): 'Ecological succession in oligotrophic pastures of central Spain', *Vegetatio*, 44, 165-176.
- Duvigneaud, P. (1968): 'Recherches sur l'écosystème forêt. Série D: la chênaie-frênaie à coudrier du bois de Wève. Aperçu sur la biomasse, la productivité et le cycle des éléments biogènes', *Bull. Soc. Bot. Belg.*, 101, 111-127.
- Escarre, J. (1979): *Etude de successions post-culturales dans les Hautes garrigues du Montpelliérais* (Thèse 3<sup>e</sup> cycle, U.S.T.L. Montpellier).
- García Rodríguez, A. (1964): *Los suelos de la provincia de Salamanca*. (Publicaciones del I.O.A.T.O. Salamanca).
- García Rodríguez, J. A. (1985): *La Sierra de Béjar: Impacto antropozooógeno en la modelación territorial. Dinámica de las comunidades fruticosas*. (Tesis Doctoral. Univ. Salamanca).
- Garrido, M. V. (1984): *Estudio de la descomposición de la bojarasca de Quercus rotundifolia Lam. y Quercus pyrenaica Willd. en monte adeshado*. (Tesis de Licenciatura, Universidad de Salamanca).
- Gersper, P. L. and Holowaychuk, N. (1971): 'Some effects of stemflow from forest canopy trees on chemical properties of soils', *Ecology*, 52, 691-702.
- Gil, A. (1978): *Métodos de análisis multivariante en ecología. Aplicaciones a una comunidad herbácea heterogénea*. (Tesis Doctoral, Univ. Sevilla).
- Glavac, V. (1963): 'Sur le dynamisme et la succession de la végétation dans le parc à essai de la S.I.G.M.A.', *Acta Botanica Croatica*, 22, 175-188.
- Gliessman, S. R. (1978): 'Allelopathy as a potential mechanism of dominance in the humid tropics', *Tropical Ecology*, 19, 200-208.
- González Bernaldez, F., Morey, M. y Velasco, F. (1975): *Efectos de la encina sobre el pasto*. (Public. del Depart. de Dehesas y Pastizales, Diputación Provincial de Badajoz).
- Grime, J. P. (1979): *Plant strategies and vegetation processes*. (Wiley & Sons. Chichester).
- Grubb, P. J. (1977): 'The maintenance of species richness in plant communities: The importance of the regeneration niche', *Biol. Rev.*, 52, 107-145.

- Guillerm, J. L. (1978): *Sur les états de transition dans les phytocénoses post-culturales*. (Thèse d'Etat. U.S.T.L. Montpellier).
- Hanson, H. C. and Churchill, E. D. (1961): *The plant community*. (Reinhold. New York).
- Harman, H. H. (1967): *Modern factor analysis*. (University of Chicago Press. Chicago).
- Haug, P. T. (1970): *Succession on old fields, A review*. (Thesis, Univ. Colorado).
- Hotelling, H. (1933): 'Analysis of a complex of statistical variables into principal components', *J. Educ. Psychol.*, 24, 417-520.
- Houssard, C., Escarré, J. and Romane, F. (1980): 'Development of species diversity in some mediterranean plant communities', *Vegetatio*, 43, 59-72.
- Huston, M. (1979): 'A general hypothesis of species diversity', *Am. Nat.*, 113, 81-101.
- Johnson, W. M. (1945): 'Natural revegetation of abandoned crop land in the ponderosa pine zone of the Pikes Peak region in Colorado', *Ecology*, 26, 363-374.
- Kelting, R. W. (1951): *Vegetation and soil conditions of prairie and pasture plots in Central Oklahoma*. (Thesis, Univ. Oklahoma).
- Legendre, L. (1973): 'Phytoplankton organization in Baie des Chaleurs (Gulf of St. Lawrence)', *J. Ecol.*, 61, 135-149.
- Leigh, J. H. (1958): *A study of the plant succession in relation to soil fertility*. (Honors Thesis, Univ. Witwatersrand).
- Lepart, J. et Escarré, J. (1983): 'La succession végétale, mécanismes et modèles: Analyse bibliographique', *Bull. Ecol.*, 14, 133-178.
- Lohdi, M. A. K. (1978): 'Allelopathic effects of decaying litter of dominant trees and their associated soil in a lowland forest community', *Amer. J. Bot.*, 65, 340-344.
- Loucks, O. L. (1970): 'Evolution of diversity, efficiency, and community stability', *Am. Zool.*, 10, 17-25.
- Marañón, T. (1985): 'Diversidad florística y heterogeneidad ambiental en una dehesa de Sierra Morena', *An. Edafol. Agrobiol.*, 44, 1183-1197.
- Marañón, T. (1986): 'Plant species richness and canopy effect in the savanna-like «Dehesa» of S. W. Spain', *Ecologia Mediterranea*, 12, 131-141.
- Margalef, R. (1974): *Ecologia* (Omega, Barcelona).
- Marks, P. L. (1974): 'The role of pin cherry (*Prunus pensylvanica* L.) in the maintenance of stability in northern hardwood ecosystems', *Ecol. Monogr.*, 44, 73-88.
- Martínez, F. J. (1974): *Estudio del área metamórfica y granítica de los Arribes del Duero (provincias de Salamanca y Zamora)*. (Tesis Doctoral, Univ. Salamanca).
- Mellinger, M. V. and MacNaughton, S. J. (1975): 'Structure and function of successional vascular plant communities in Central New-York', *Ecol. Monogr.*, 45, 161-182.
- Montoya, J. M. (1977): *Rapport ecologique sur la forêt de Cibara*. (Maroc Développement, Rabat).
- Montoya, J. M. (1978): *Rapport ecologique sur la forêt de Tifougaine*. (Maroc Développement, Rabat).
- Montoya, J. M. (1982a): 'Efectos del arbolado de las dehesas sobre el sistema pastoral. Criterios de ordenación forestal', *Anales del I.N.I.A.* (ser. forestal), 5, 31-41.
- Montoya, J. M. (1982b): 'Efectos del arbolado de las dehesas sobre los factores ecológicos que actúan al nivel del sotobosque', *Anales del I.N.I.A.* (ser. forestal), 5, 61-85.
- Montoya, J. M. y Mesón, M. L. (1982): 'Intensidad y efectos de la influencia del arbolado de las dehesas sobre la fenología y composición específica del sotobosque'. *Anales del I.N.I.A.* (ser. forestal), 5, 43-59.
- Motyka, J., Dobrzanski, B. and Zawadzki, S. (1950): 'Preliminary studies in the south-east of the province Lublin', *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E: Agricultura*, 5, 367-447.
- Muller, C. H. (1952): 'Plant succession in arctic heath and tundra in northern Scandinavia', *Bull. Torrey Bot. Club*, 79, 296-309.
- Mutch, R. W. (1970): 'Wildland fires and ecosystems. A hypothesis', *Ecology*, 51, 1046-1051.

- Naveh, Z. and Whittaker, R. H. (1979): 'Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other mediterranean areas', *Vegetatio*, 41, 171-190.
- Nicholson, S. A. and Monk, C.D. (1974): 'Plant species diversity in old field succession on the Georgia Piedmont', *Ecology*, 55, 1075-1085.
- Odum, E. P. (1960): 'Organic production and turnover in old field succession', *Ecology*, 41, 34-49.
- Oliver, S. y Luis, E. (1979): 'Factores termoplumiométricos', *Estudio Integrado y Multidisciplinario de la Dehesa Salmantina. Estudio Fisiográfico-Descriptivo*, 3, 101-156.
- Orlotti, L. (1966): 'Geometric models in ecology. I. The theory and application of some ordination methods', *J. Ecol.*, 54, 193-215.
- Parker, V. T. and Muller, R. (1982): 'Vegetational and environmental changes beneath isolated live oak trees (*Quercus agrifolia*) in a California annual grassland', *Am. Midl. Nat.*, 107, 69-81.
- Pickett, S.T.A. (1982): 'Population patterns through twenty years of old field succession', *Vegetatio*, 49, 45-59.
- Pielou, E. C. (1975): *Ecological diversity* (Wiley Interscience, London).
- Pignatti, S. (1978): 'Evolutionary trends in Mediterranean flora and vegetation', *Vegetatio*, 37, 175-185.
- Puerto, A. (1977): *Sucesión secundaria en ecosistemas de pastizal* (Tesis Doctoral, Univ. Salamanca).
- Puerto, A., Alonso, H. y Gómez, J. M. (1978): 'Mosaicos de heterogeneidad ocasionados por el arbolado en comunidades de pastizal', *An. C.E.B.A. Salamanca*, 4, 161-168.
- Puerto, A., Alonso, H. y Gómez, J. M. (1980): 'Efecto del arbolado sobre los estratos inferiores de la vegetación en distintas comunidades de pastizal', *An. Edaf. Agrobiol.*, 39, 1321-1330.
- Puerto, A., García Rodríguez, J. A., Martínez Mediavilla, A. R. y Saldaña, A. (1985): 'La sucesión secundaria a pastizales en función del efecto del arbolado (encina y roble)', *An. Edaf. Agrobiol.*, 44, 1477-1494.
- Puerto, A., Gómez, J. M., Rodríguez, R., Rico, M. y García Rodríguez, J. A. (1983a): 'La sucesión secundaria en zonas difíciles. Conclusiones y plan de actuación para los berrocales graníticos del área de Monleras (Salamanca)', *Salamanca. Rev. Prov. Estudios*, 9-10, 79-111.
- Puerto, A., Rico, M. y Gómez, J. M. (1983b): 'Pautas repetitivas en los pastizales salmantinos: La vaguada como unidad sintética y paisajística', *Salamanca. Rev. Prov. Estudios*, 7, 119-144.
- Puerto, A., Rico, M. y Gómez, J. M. (1983c): 'Evolución de algunas variables edáficas en relación con la sucesión secundaria', *An. Edaf. Agrobiol.*, 42, 1341-1352.
- Rapp, M. (1971): *Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens*. (Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris).
- Raven, P. H. (1973): 'The evolution of mediterranean floras', In: *Mediterranean type ecosystems: Origin and function*. (F. di Castri and H. F. Mooney eds. Springer-Verlag, Berlin).
- Remezov, N. P. (1961): 'Decomposition of forest litter and the cycle of elements in an oak forest', *Soviet Soil Sci.*, 7, 703-711.
- Rico, M. (1981): *Variabilidad, estructura y composición de pastizales salmantinos* (Tesis Doctoral, Univ. Salamanca).
- Rodríguez González, R. (1986): *Ecología de pastizales del noroeste salmantino: Respuesta a la humedad y los factores físico-químicos del suelo* (Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca).
- Roux, E. R. and Warren, R. (1963): 'Plant succession on abandoned fields in Central Oklahoma and in the Transvaal Highveld', *Ecology*, 44, 576-579.
- Shannon, C. E. and Weaver, W. (1949): *The mathematical theory of communication* (University of Illinois Press, Urbana).

- Shmida, A. (1981): 'Mediterranean vegetation in California and Israel: Similarities and differences', *Israel J. Bot.*, 30, 105-123.
- Snaydon, R. W. (1962): 'Microdistribution of *Trifolium repens* L. and its relation to soil factors', *J. Ecol.*, 50, 133-143.
- Stiven, G. (1957): *A study of edaphic factors in the secondary succession on the Transvaal Highveld* (Thesis, Univ. Witwatersrand).
- Thompson, J. N. (1980): 'Treefalls and colonization patterns of temperate forest herbs', *Am. Midl. Nat.*, 104, 176-184.
- Tilman, D. (1982): *Resource competition and community structure*. (Princeton Univ. Press. Princeton).
- Tolstead, W. L. (1941): 'Plant communities and secondary succession in south-central South Dakota', *Ecology*, 22, 322-328.
- Walker, J. and Peet, R. K. (1983): 'Composition and species diversity of pine-wiregrass savannas of the Green Swamp, North Carolina', *Vegetatio*, 55, 163-179.
- Whittaker, R. H. (1977): 'Evolution of species diversity in land communities', *Evol. Biol.*, 10, 1-67.
- Williams, W. T., Lance, G. N., Webb, L. J., Tracey, J. G. and Dale, M. B. (1969): 'Studies in the numerical analysis of complex rain forests communities. III. The analysis of successional data', *J. Ecol.*, 57, 515-535.