

## **EL PAISAJE. II. DIVERSIDAD PAISAJISTICA. APLICACION DE ALGUNOS METODOS A LA SIERRA DE TAMAMES-LAS QUILAMAS (SALAMANCA).**

### **INTRODUCCION**

Tradicionalmente, el estudio de la diversidad se ha venido limitando a la de las especies en las comunidades. Pero a medida que el paisaje y, en general, los estudios espaciales han ido tomando consistencia, lo que ha derivado de su conceptualización como recurso, se ha comenzado a tratar, cada vez con mayor frecuencia, de la diversidad espacial y paisajística.

Las estructuras espaciales, su heterogeneidad u homogeneidad, inciden decisivamente en la distribución y abundancia de numerosas especies animales (Godron y Poissonet, 1975; Constant *et al.*, 1976; Blondel, 1980; Denis, 1980). Un trabajo más puro, aunque criticable en alguna de sus conclusiones, en el cual se tienen en cuenta distintas unidades de vegetación o utilización para medir la diversidad espacial de una región, es el de Pinet *et al.* (1973). En realidad, el primer problema surge al definir las bases para delimitar las posibles unidades de ocupación del suelo; dichas unidades pueden ser función de la vegetación en su aspecto fitosociológico, pero también pueden deberse a variaciones de un factor ecológico, a la fisonomía, etc. En particular, aquí será considerada la fisonomía, si bien se incluyen unidades de origen antrópico que alcanzan su máxima expresión en los pueblos presentes en el área de estudio. Por otra parte, la delimitación de las unidades no siempre es tan clara como sería de desear; la presencia de ecotonías, las variaciones graduales que se producen a veces en el paso de una unidad a otra, etc., hacen que la cartografía no sea totalmente rigurosa.

Dado que el paisaje puede definirse de una forma práctica como el mosaico de comunidades que cubren un amplio terreno, tal como una región fisisográfica (Forman y Godron, 1981), son muchas las maneras en que cabe interpretar la denominación «diversidad paisajística». Así, algunos autores (Reiners y Lang, 1979; Romme y Knight, 1982) incluyen la distribución de las especies junto a la de las comunidades. No obstante, la distribución de las especies, salvo aquellas que por su tamaño y dominancia derivan en connotaciones fiso-

nómicas, debe ser ignorada en un estudio paisajístico, porque acusan la falta de percepción a distancia. Más adecuado parece ceñirse a dos aspectos paisajísticos. El primero deriva de la cartografía y hace referencia a la distribución de las unidades de paisaje, cuya importancia ha sido ampliamente reconocida (Pickett, 1976; Sprugel, 1976; Zachrisson, 1977; White, 1979; Swain, 1980; Forman, 1982); se trata de una percepción a distancia, global, un poco alejada de los procesos detallistas de campo, y con amplias perspectivas en las ordenaciones territoriales.

El segundo aspecto intenta expresar la diversidad del paisaje a partir de fotografías representativas del mismo. Si antes se buscaban conceptualizaciones generales para una región a partir de la interpretación de la totalidad, ahora se persigue integrar dicha totalidad a base de perspectivas normales (fotografías de foco normal), con un mayor grado de precisión y con un sentido distinto. En efecto, el territorio completo es raramente visualable, por lo que los valores perceptivos se pierden ante la demanda de su consideración total. Las fracciones del paisaje recogidas en una fotografía son equiparables a la contemplación de un espacio definido, perceptual y de grano fino.

Estas diferencias fundamentales se proyectan en los parámetros a considerar en cada caso. Los mapas derivados de la fotografía aérea son diversos en función del número de unidades, de la superficie de las mismas, de su perímetro y del número de núcleos en que se encuentran divididas, características en las que volveremos a insistir posteriormente. Una fotografía, una escena paisajística, fundamenta su diversidad en el número de elementos visualizables, que ya no son unidades paisajísticas, sino entidades más concretas (árboles, piedras, flores, etc.), en la forma de estos elementos, en su color, etc. En definitiva, pueden llegar a distinguirse una serie de planos, de más próximos a más alejados, cuya entidad reflejará mediante una formulación adecuada la diversidad del paisaje perceptible.

Es difícil ligar ambas interpretaciones, aunque en definitiva responden a dos formas distintas de ver una misma realidad. En el estado actual, la complementariedad de los estudios paisajísticos es necesaria, porque se están poniendo los cimientos para conseguir una metodología adecuada, no única, sino dirigida a fines determinados. El papel de valoración y crítica de los resultados es primordial para ir librándose de métodos poco adecuados e insistir en las repeticiones (comprobaciones) de aquellos que aportan más luz sobre un problema concreto. Se trata, por tanto, de un proceso empírico, pero asentado en los fundamentos analíticos ya desarrollados por la ecología clásica, lo que confiere una cierta firmeza de partida y garantiza un esperanzador futuro para la ciencia paisajística.

## SITUACIÓN Y LÍMITES

Situada al sur de la provincia de Salamanca, formando parte de la comarca «Sierra de Francia», la Sierra de Tamames-Las Quillamas, morfológica y estructuralmente, está constituida por el denominado Sinclinal de Tamames (Saavedra, 1970).

El alineamiento principal, con una altitud media de 1.300 m.s.n.m. aproximadamente, está orientado en dirección NW-SE y conforma el borde norteño del sinclinal y de la zona estudiada. El borde meridional resulta más impreciso, estando definido por los alineamientos de las sierras del Zarzoso y Garcibuey, con una notable pérdida de altitud media respecto al anterior. Entre ambos, el núcleo pizarroso del sinclinal está surcado por cuatro valles opuestos dos a dos, siguiendo la dirección principal de los alineamientos montañosos. Hacia el SE se encuentran los valles notablemente encajados del Quilama y Palla, vertiendo hacia el Alagón en la cuenca del Tajo y ejerciendo, en virtud de su hundimiento tectónico, una fuerte acción erosiva remontante respecto a los otros dos valles, más abiertos; estos dos valles son La Mina y Cilleros que, vertiendo hacia el Yeltes, pertenecen a la cuenca del Duero. Entre los cuatro valles así dispuestos, se dibuja la estructura pizarrosa desmantelada de la llamada Sierra del Castillo.

Los núcleos poblados más importantes son Linares de Riofrío y Tamames en la vertiente septentrional, y Valero en los valles sureños cerca del Alagón.

El estudio integrado de los datos fisonómicos, geomorfológicos, bioclimáticos, edáficos, fitocenológicos y de utilización humana de los recursos, permite la sectorización de esta sierra en tres grandes subzonas o conjuntos ecopaisajísticos (García Rodríguez, 1981).

*Subzona 1.* Definida por toda la vertiente norte de la cadena montañosa principal (Fig. 1). El substrato se dispone, litológicamente, en bandas paralelas a la orientación predominante, en una sucesión repetitiva con escasas variaciones desde la base: pizarras, esquistos, estrecha banda calcárea y cuarcitas armóricas aflorando en las cumbres. La estructura morfológica se conforma intercalando interfluvios alomados y arroyos levemente encajados en las proximidades de las cimas, abriéndose paulatinamente en su descenso hacia el pie de sierra. A los frecuentes afloramientos rocosos de la línea cimera, les sucede una fase de elevadas pendientes ocupadas por bosques de *Quercus pyrenaica* Willd. En diversas etapas de aclareo, en alternancia con zonas abiertas de paso y algún bosquecillo subespontáneo de *Castanea sativa* Miller. En el descenso se reducen las pendientes y el paisaje se diversifica siguiendo el modelo general de arroyos e interfluvios; a las reducidas vegas de los fondos de valle, hay que añadir los prados de siega intercalados entre bosquetes de robles en las laderas, para acabar con una predominancia de parcelas poco ex-

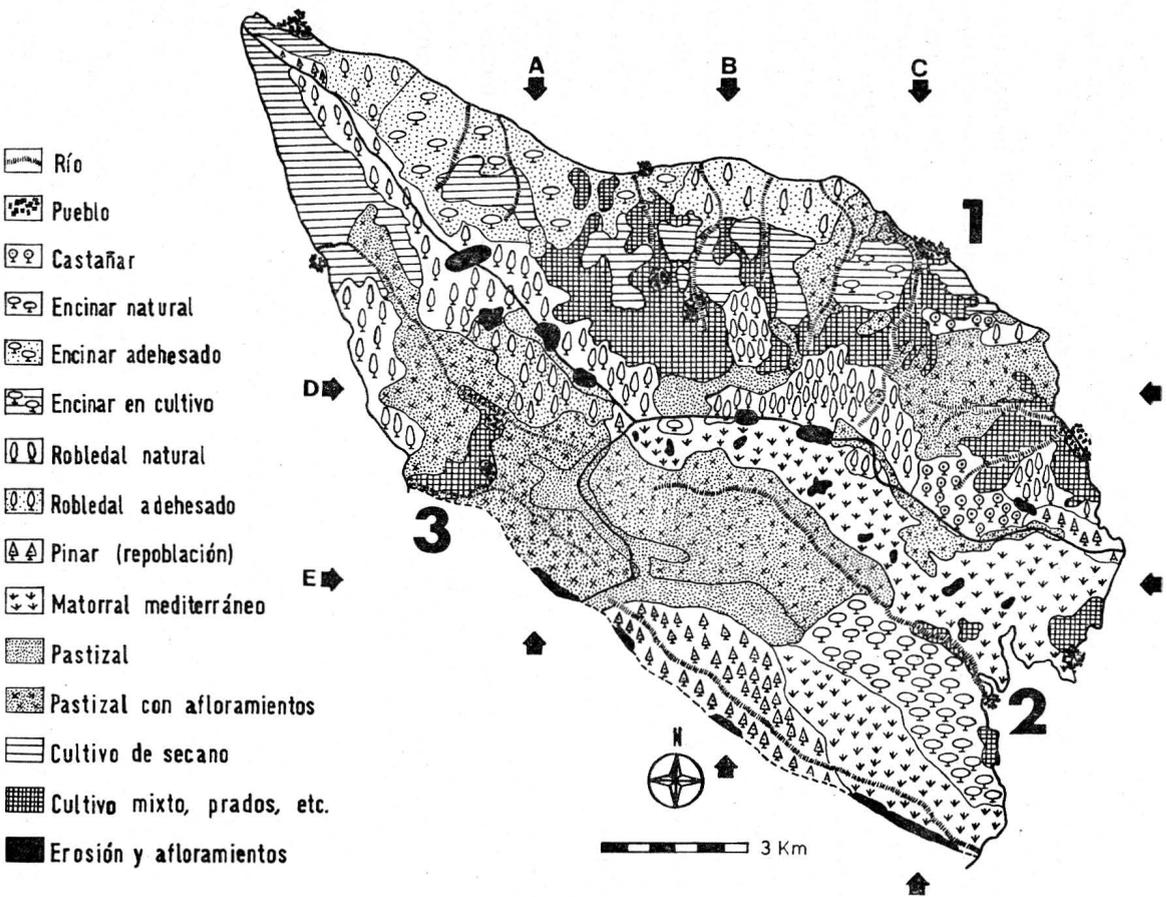


Fig. 1. Esquema de la Sierra Tamames-Las Quilamas. Los números indican las tres zonas o subzonas en que se divide (línea gruesa continua) y las flechas la dirección de las cinco transecciones realizadas para aplicar el método recogido en el quinto apartado.

tensas de secano bajo vuelo de encinas en las zonas altas, más oligotrofas. El modelo paisajístico se transforma hacia una disposición concéntrica en el borde septentrional de la subzona estudiada. Desde los núcleos poblados se alternan radialmente huertas y cortinas con prados de siega incrementándose con el alejamiento del centro, y vegas ya más abiertas en los márgenes de los arroyos que han amansado su curso.

La disposición norteña de esta subzona, condiciona un bioclima frío con precipitaciones inferiores al resto de la sierra, al hallarse de espaldas a la influencia oceánica del SW.

*Subzona 2.* Frente al carácter más continentalizado de la anterior, opone esta segunda subzona su acusada mediterraneidad. La estructura profundamente encajada de sus dos valles paralelos (Quilama y Palla) condiciona los aspectos ecológicos generales así como la disposición paisajística: pendientes elevadas, alta erosividad potencial, fuerte tasa de exportación de materiales, etcétera. Cabe distinguir dos tipos de organización del paisaje, uno para las laderas de ambos bordes del sinclinal que vierten a esta subzona (izquierda del Quilama y derecha del Palla) y otra para el núcleo pizarroso del mismo, que conforma la sierra del Castillo. En las primeras, el contacto litológico cuarcitas-pizarras tiene implicaciones tanto fitocenológicas —mayor cobertura de las comunidades leñosas sobre las cuarcitas— como edafológicas y erosivas: alternancia de espesores relativamente altos de suelo con amplios derrubios (canchales) rocosos en el estrato cuarcítico, frente a los litosuelos y afloramientos más frecuentes sobre las pizarras. En el núcleo del sinclinal este último carácter es decisivo, ofreciendo una fisonomía desmantelada y con una cubierta leñosa muy escasa. En las vertientes cuarcíticas de ambos valles existe una zonación aproximada desde las cumbres hasta la desembocadura de los arroyos (Fig. 1): al predominio de los brezales en las zonas altas, les suceden carrascales y jarales alternándose con derrubios y torrenteras encajadas; en las zonas más umbrías hacia el fondo de los valles, aparecen los madroñales. El modelo ecopaisajístico se completa en la desembocadura de los arroyos, por la típica disposición abancalada de olivares y viñedos, intercalados por muy escasos huertos, en las proximidades del único núcleo poblado.

*Subzona 3.* Asentada en su mayor parte sobre una prolongación del centro pizarroso del sinclinal, esta subzona perteneciente a la vertiente sureña de la sierra pero en la cuenca del Yeltes-Duero, participa de unas condiciones ecológicas y geosistémicas intermedias a las otras dos subzonas (Fig. 1). El acusado y ancestral desmantelamiento antropozoógeno del substrato pizarroso, condiciona en gran medida la disposición de las unidades de paisaje.

En principio, la morfología es menos drástica, más favorable que en la otra subzona sureña; los arroyos se hallan menos encajados y las pendientes

son inferiores. Este menor rigor topográfico y mayor control erosivo, fue trastocado por la secular deforestación y sobrepastoreo, hacia una desestabilización con predominio de la morfogénesis sobre la pedogénesis en la evolución del geosistema (Tricart y Kilian, 1979). El curso alto y medio de los arroyos Cilleros y La Mina, queda conformado por unas superficies alomadas pizarreñas muy erosionadas, separadas por unos cursos fluviales en régimen torrencial, secundariamente encajadas. La erosividad se ve muy incrementada con la desaparición de la cubierta leñosa, teniendo además en cuenta que el máximo de las precipitaciones de toda la sierra se produce en esta vertiente sur especialmente en las cabeceras de las cuencas.

Las menores pendientes hacia el curso medio y bajo de los arroyos, propician el establecimiento de una estructura paisajística concéntrica algo difusa en torno a los pueblos, en la que se alternan pequeñas cortinas y prados de siega muy condicionados por la pobreza del suelo.

En el borde oriental de la sierra estudiada y de esta subzona, el contacto con la raña permite mayor potencia edáfica y un cambio de vocación de las tierras hacia las superficies de cultivos de secano.

#### MÉTODO CARTOGRÁFICO SIMPLE.

Una primera aproximación a la diversidad paisajística, entendiéndola a ésta como derivada del conjunto de unidades que es posible delimitar en un mapa, se consigue mediante la aplicación del índice de Shannon y Weaver (1949). Dicho índice, procedente de la teoría de la información, aporta la información contenida en un mensaje (el mapa) y, en realidad, constituye una medida del grado de indeterminación o incertidumbre ligado a un suceso aleatorio. Responde a la expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^U \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} = - \sum_{i=1}^U p_i \ln p_i$$

Donde U es el número total de elementos a considerar (unidades ecológicas en nuestro caso),  $n_i$ , el valor de importancia del elemento  $i$ -ésimo y N la suma de los valores de importancia de todos los elementos. Como afirma Blondel (1979) se trata del índice de diversidad más ampliamente empleado porque es muy práctico. En efecto, el hecho de que intervengan probabilidades ( $p_i$ ) lo hace relativamente independiente del tamaño de la muestra, lo que es de singular importancia, por ejemplo, al comparar espacios de diferente superficie.

Dado que los valores de importancia en un mapa de unidades de vegetación son principalmente la superficie ocupada por cada unidad, el perímetro

de cada unidad y el número de núcleos elementales en que se encuentra dividida cada unidad, la expresión precedente ha sido aplicada a estos tres parámetros.

Para el cálculo de las superficies se ha seguido uno de los métodos empleados por Meinesz y Lefevre (1978). Trabajando con un mapa de escala 1:50000 del área de estudio, se efectúa una reproducción sobre papel homogéneo. Se van cortando las distintas unidades a medir, y se pesan en una balanza de precisión (0.1 mg de desviación). Por comparación con una superficie de extensión conocida, se obtienen los resultados mediante sencillas reglas de tres. Dichos resultados, traducidos a hectáreas, se recogen en la tabla I para cada una de las tres subzonas o zonas delimitadas y para el conjunto total del área. De la aplicación del índice de Shannon-Weaver se obtienen los siguientes valores:

Zona 1 ... ..	2.20
Zona 2 ... ..	1.75
Zona 3 ... ..	1.77
Conjunto ... ..	2.40

Como se aprecia, la comparación de las zonas entre sí se resuelve en la separación clara de la primera respecto a las otras dos, que presentan cifras muy aproximadas. Influye, sin duda, la mayor intervención humana en la zona 1 que, junto a las manchas aún considerables de vegetación natural, proporciona un escenario más abigarrado y equilibrado en la superficie de las distintas unidades que en el caso de las restantes zonas. Así, por ejemplo, en la zona 2 es muy alta la proporción de matorral mediterráneo y, en la 3, el pastizal con afloramientos destaca netamente por encima de las demás unidades. Estos caracteres de dominancia acusada conducen a diversidades bajas, pero el hecho de que sean distintas las unidades que predominan en cada caso supone un cierto equilibrio para el conjunto del área, que viene a detentar así el valor de diversidad más elevado.

La medida de los perímetros de las unidades, que en la tabla II se dan en hectómetros, constituye también un buen descriptor de la organización del medio, ya que proporciona información sobre las posibilidades del cambio, entre unidades (Baudry y Baudry-Burel, 1982). Aunque existen métodos indirectos para su cálculo, obviamente lo mejor es el empleo de un curvímetro, con el que se obtienen datos directos una vez ajustada la escala. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Zona 1 ... ..	2.34
Zona 2 ... ..	2.00
Zona 3 ... ..	1.99
Conjunto ... ..	2.45

Al igual que ocurre en el caso anterior, sobresale la primera de las tres zonas. Los desequilibrios para las otras dos siguen procediendo, respectivamente, del matorral mediterráneo y del pastizal con afloramientos, aparte de que en la baja diversidad también influye el menor número de unidades integrantes, circunstancia que hay que señalar así mismo para la superficie. El conjunto, que en este caso no es una suma, ya que hay que descontar el recorrido de las fronteras entre zonas que parten unidades, proporciona la cifra más elevada. No obstante, existe algún matiz que puede ser destacado; así, los enclaves influenciados por los ríos, de limitado significado superficial, ocupan en este caso una posición privilegiada dado su gran perímetro, circunstancia que es apreciable también, aunque de forma menos nítida, para otras unidades de configuración longitudinal o segregadas en varios núcleos.

En cuanto al número de núcleos, que queda recogido en la tabla III, se obtiene por conteo directo. El conjunto para el área tampoco es aquí la suma de los de las distintas zonas, ya que algunos quedan partidos por los límites marcados para estas últimas. Con la aplicación del índice propuesto, los resultados son:

Zona 1 ... ..	2.45
Zona 2 ... ..	2.01
Zona 3 ... ..	2.20
Conjunto ... ..	2.47

Entre zonas, la mayor diversidad corresponde de nuevo a la primera (valores escalonados y mayor número de unidades), pero las otras dos no aparecen igualadas. En efecto, la zona 3, sin dominancia acusada, proporciona un valor considerablemente más alto que la zona 2, en la que la unidad erosión y afloramientos, con 13 núcleos, condiciona una diversidad más baja. Como se comprobará en el siguiente apartado, la contemplación del número de núcleos es problemática, particularmente si dicho número es muy alto para unidades de escasa superficie. El conjunto del área, estructuralmente, se asemeja mucho a la zona 1, ya que casi no existe compensación numérica con los valores aportados por las otras dos zonas.

MÉTODO CARTOGRAFICO AGREGATIVO.

Este método tiene como base la diversidad inducida por cada una de las unidades ecológicas, de donde puede inferirse, por simple suma, la diversidad inducida por el total de unidades ecológicas en una zona o en un área dada. Como en el apartado anterior, intervienen superficie, perímetro y núcleos en que se encuentra dividida la unidad en cuestión. Ahora bien, dado que en la formulación no se incluyen probabilidades, como se comprobará a continuación, todos estos parámetros deben de hacer referencia a la superficie total del territorio estudiado, si bien se consigue así una consideración conjunta de los mismos y no la individualizada a que da lugar la aplicación sencilla de la fórmula de Shannon-Weaver.

Tengamos en cuenta, en primer lugar, la terminología:

S: superficie total del territorio en cuestión (zona, área conjunta, etc.).

S': superficie de la unidad ecológica en ese territorio.

P: perímetro de la unidad.

N: número de núcleos en que se encuentra repartida la unidad.

De acuerdo con ella, la diversidad inducida por una unidad debe ser:

- a) Directamente proporcional a  $P/S$ , es decir, a la importancia relativa de los contactos de esa unidad con las adyacentes.
- b) Directamente proporcional a  $N/S$ , es decir, al número de núcleos respecto a la superficie total considerada.
- c) Inversamente proporcional a  $S'/N \times 1/S$ , es decir, al tamaño medio de los núcleos respecto a la superficie total considerada o, lo que es lo mismo, directamente proporcional a  $1/(S'/N \times 1/S) = NS/S'$ .
- d) Inversamente proporcional al valor absoluto de  $(S'/S) \times 100 - 50$ , ya que la diversidad inducida será mayor cuando la unidad considerada ocupa el 50% del territorio estudiado. Por ejemplo, si  $S' = 50$  y  $S = 100$ , la expresión anterior es 0, con lo que la diversidad inducida alcanza el máximo posible; tanto si  $S'$  es muy pequeño como muy grande, el valor de la expresión se aproxima a 50 (valor absoluto), que es el máximo posible.

En consecuencia:

$$D = \frac{P/S \times N/S \times NS/S'}{|(S'/S) \times 100 - 50|} = \frac{PN^2}{S'|100S' - 50S|}$$

Las unidades de esta expresión son  $10^{-5} \text{ m}^{-3}$ , cuando el perímetro se mide en hectómetros y la superficie en hectáreas.

El método, aplicado y comprobado mediante técnicas de análisis multifactorial por Baudry y Baudry-Burel (1978), demuestra buenas propiedades definitorias en algunos casos, pero la forma en que se introducen los distintos parámetros es susceptible de mejoras, y de hecho debería corregirse según las circunstancias. En su desarrollo sin modificaciones al área de estudio aquí considerada se obtienen los resultados recogidos en la tabla IV, dados en  $\text{m}^{-3}$  para simplificar la numeración.

Al intervenir en el denominador sobre todo la superficie de la unidad ecológica ( $S'$ ), ya que la superficie total ( $S$ ) es constante para todas las unidades, y en el numerador el perímetro ( $P$ ) y, sobre todo, el número de núcleos ( $N$ ), se comprende fácilmente que aquellas unidades de pequeña superficie pero de gran perímetro o muy divididas van a ser las mayores inductoras de diversidad y las que condicionen la diversidad para una zona.

En la zona 1, donde, como se ha indicado, hay un cierto escalonamiento del número de núcleos, el fenómeno no es muy manifiesto. Sobresalen los ríos en función de su elevado perímetro, número de núcleos relativamente elevado y escasa superficie; no obstante, otras unidades bastante divididas como el pastizal con afloramientos, cultivo mixto y cultivo de secano tienen así mismo una contribución importante a pesar de su elevada superficie. A ellas hay que sumar los pueblos y la erosión más afloramientos, que combinan pequeñas superficies con perímetros y número de núcleos comparativamente altos.

Si la zona 1 entra dentro de la normalidad de lo que podría esperarse, no ocurre así para las otras dos zonas, particularmente para la segunda. En ésta, el gran número de núcleos de erosión y afloramientos conduce a una diversidad inducida catalogable de exagerada, de la que en realidad viene a depender la diversidad inducida del conjunto. Igual sucede, aunque en una escala más reducida para la zona 3, donde erosión y afloramientos destacan comparativamente sobre las restantes unidades.

En definitiva, se encuentra que en los totales el mayor valor (188.22) es alcanzado por la zona 1, hecho que coincide con lo que ocurría en el apartado anterior. Pero las otras dos zonas son muy diferentes (143.47 y 52.89, respectivamente), en lo que influye únicamente la diversidad inducida por la unidad erosión y afloramientos, que en la zona 2 es de 122.64. El conjunto del área, de valores más compensados, aunque siguen sobresaliendo erosión y afloramientos, se asemeja a la distribución de la zona 1, arrojando la cifra de 190.79.

A pesar de que, en efecto, hay que tener en cuenta que el impacto de una unidad no es el mismo según que las unidades estén agrupadas o dispersas, lo cierto es que el método tiende a revalorizar las estructuras miniaturizadas.

zadas. Esto es peligroso, porque según a la escala en que se trabaje, dichas estructuras pueden llegar a aumentarse o a disminuirse mucho, dependiendo del nivel de reconocimiento de los núcleos. El resultado, a distintas escalas, puede traducirse en una serie de bandazos en los valores obtenidos, lo que hace precaria la diversidad inducida conseguida. Por ello, en nuestra opinión, el método no es muy correcto en sus resultados prácticos, y desde luego no responde precisamente a las impresiones perceptuales que puede aportar un paisaje, donde lo que privan son las unidades de mayor magnitud.

#### APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE LA TEORÍA DE LA INFORMACIÓN A TRANSECCIONES.

La expresión de Shannon-Weaver, tal y como ha sido aplicada en el tercer apartado, tiene en cuenta la importancia relativa de los distintos elementos, pero no la disposición o manera de integrarse de los mismos.

Por ello, se ha ideado un método basado en efectuar transecciones a través de la zona o área de estudio. Cada una de estas transecciones cortará a un determinado número (U) de unidades ecológicas o paisajísticas. Tomando puntos equidistantes se pueden ir anotando las sucesivas unidades en las que estos puntos se localizan, por ejemplo, en la forma AAABBABBBBCCCCC..., etcétera. A continuación se establecen todas las parejas posibles entre unidades (U<sup>2</sup>) y se cuentan los sucesivos pasos que se producen al seguir la secuencia de cada punto al siguiente.

Anotados estos valores, se aplica el índice de Shannon-Weaver en la forma:

$$I_c = - \sum_{i,j} \frac{U^2}{N-1} \frac{n(i,j)}{N-1} \ln \frac{n(i,j)}{N-1} = - \sum_{i,j} p(i,j) \ln p(i,j)$$

Donde n(i, j) es el número de transiciones pertenecientes a la pareja (i, j) de unidades y N es el número total de puntos; obviamente hay que restar 1 porque el último punto no tiene transición con ningún otro. Así, en el ejemplo anterior, U=3 unidades, U<sup>2</sup>=9 posibles pares de unidades (AA, AB, AC, BB, BA, BC, CC, CA y CB), n(A,B)=2 transiciones entre la unidad A y la B, y N=14, lo que supone la existencia de 13 (N-1) transiciones.

Esta aproximación a la complejidad de los ecosistemas regionales es similar, por tanto, a la utilizada en el análisis de las estructuras biológicas o de máquinas o artefactos complejos (ATLAN, 1972). La complejidad máxima (I<sub>c</sub> máx.), ecológicamente absurda pero útil desde el punto de vista

comparativo, se conseguirá cuando todos los  $n(i,j)$  sean iguales. En este caso,  $n(i,j)/(N-1) = 1/U^2$ , ya que lo que interviene en la fórmula son probabilidades, y el sumatorio de cantidades iguales puede resolverse sencillamente multiplicando por  $U^2$ , de manera que:

$$Ic \text{ máx.} = - U^2 \left( \frac{1}{U^2} \ln \frac{1}{U^2} \right) = - \ln \frac{1}{U^2} = \ln U^2$$

La comparación entre la complejidad real ( $Ic$ ) y la complejidad máxima ( $Ic \text{ máx.}$ ), constituye una componente de la diversidad, denominada uniformidad o equitabilidad, que varía teóricamente de 0 a 1, y que aquí supone una expresión de la distribución del número de transiciones respecto al total de pares de unidades. El valor más alto, para un número determinado de pares de unidades con cifras distintas de cero, se conseguirá cuando el número de transiciones sea el mismo en todos los pares de unidades, y el valor más bajo se obtiene cuando todos los pares menos uno cuentan con una sola transición, y ese uno con todas las restantes. La equitabilidad se formula de la manera:

$$\text{Equitabilidad (E)} = Ic/Ic \text{ máx.} = Ic/\ln U^2$$

Paralelo al concepto de equitabilidad corre el de redundancia que, en realidad, viene a ser una expresión de desuniformidad o desequitabilidad. A la máxima equitabilidad posible (1) se le resta la equitabilidad real, de forma que:

$$\text{Redundancia (R)} = 1 - (Ic/\ln U^2)$$

Conviene añadir aquí dos aspectos a tener en cuenta. El primero es que la elección de un índice como el de Shannon-Weaver no es arbitraria. La medida de la complejidad espacial debe cumplir tres condiciones principales, que sólo se encuentran en las funciones logarítmicas. Dichas condiciones, indicadas por Baudry y Baudry-Burel (1982), son:

- a) La complejidad debe aumentar cuando lo hace el número de unidades. Por tanto, la función  $IC = f(U^2)$  debe ser creciente.
- b) Cuando existe una única unidad  $Ic = f(1) = 0$ .
- c) Si en un mismo transecto se disponen independientemente un número  $Z$  de veces  $N$  puntos equidistantes, cada vez se obtienen  $U^2$  pares de unidades y hay  $(U^2)^Z$  maneras de repartir los  $Z$  muestreos en los  $U^2$  pares, por lo que  $Ic = f(U^{2z})$ . Como la disposición es independiente, la función ( $f$ ) debe cumplir que  $Zf(U^2) = f(U^{2z})$ .

El segundo aspecto a considerar es que Pielou (1975) ha propuesto para medir la diversidad de un mosaico de especies una formulación análoga. Con todo, existen diferencias conceptuales que atañen a la naturaleza del espacio estudiado (ocupación del suelo frente a mosaico de repartición de especies), por una parte, y, por otra, que aquí se estudiarán diversidades globales, mientras que Pielou adiciona diversidad espacial y específica.

En el área de estudio se han realizado cinco transecciones, indicadas por medio de flechas en la figura 1. Tres de ellas (A, B y C) se disponen verticalmente a distancias regulares, mientras que las otras dos (D y E) se proyectan de manera horizontal, con una separación entre sí igual a la de las verticales. El conservar los mismos intervalos obedece a necesidades de objetividad, ya que de lo contrario podría influirse en los resultados.

Los puntos fueron tomados en el mapa original (escala 1:50000) a distancias equivalentes a 100 m. sobre el terreno. Como se aprecia, cada una de las transecciones verticales atraviesa dos zonas (1 y 3 para la A; 1 y 2 para la B y la C), ocupando dentro de cada una de ellas distancias hasta cierto punto parecidas. Por tanto, en el análisis, posterior se tendrá en cuenta tanto la transección completa como los segmentos pertenecientes a cada zona. No ocurre así con las horizontales, que también cortan dos zonas pero de manera muy desequilibrada, por lo que se considerarán únicamente en conjunto. El inicio de cada transección se sitúa en la parte en que está colocada la letra de su denominación en la figura 1.

En cuanto a las quince unidades ecológico-paisajísticas delimitadas, se seguirá la siguiente nomenclatura:

- A Río
- B Pueblo
- C Castañar
- D Encinar natural
- E Encinar adhesionado
- F Encinar en cultivo
- G Robledal natural
- H Robledal adhesionado
- I Pinar (replantación)
- J Matorral mediterráneo
- K Pastizal
- L Pastizal con afloramientos
- M Cultivo de secano
- N Cultivo mixto, prados, etc.
- Ñ Erosión y afloramientos



Los 25 pares de unidades y sus correspondientes transiciones constan en la tabla IX.

$$I_c = 1.592; E = I_c/3.219 = 0.495; R = 1 - 0.495 = 0.505$$

Como se aprecia, la complejidad de las transecciones verticales rebasa siempre la cifra de 2.3, mientras que en las horizontales no llega a superarse el valor de 1.8. Esto indica que la disposición ecológico-paisajística de las distintas unidades tienden a proyectarse más en el sentido E-W, con formas alargadas, que en la dirección N-S.

La última dirección apunta una estructuración mejor (mayor alternancia), que ya puede apreciarse en el número de unidades atravesadas por las diferentes transecciones (8, 10 y 9 para las verticales, y 6 y 5 para las horizontales). Aquí tal vez podría pensarse que existe una dependencia de la complejidad con el número de unidades, pero la equitabilidad y la redundancia confirman que dicha dependencia, aun existiendo, dista mucho de ser completa. En efecto, para las transecciones verticales la equitabilidad alcanza o supera siempre el valor de 5.3, mientras que en el caso de las horizontales nunca se llega a 5.0; por supuesto, la redundancia se resuelve en sentido contrario.

Dado que la estructuración depende en gran medida del número de unidades y de su alternancia en el espacio, como muchas de estas unidades son modificaciones introducidas por el hombre, cabe preguntarse si no se está considerando que es mejor un medio intervenido (incluso mal intervenido, con repoblaciones de pinos donde no deberían existir) que un medio natural de mayor homogeneidad. En principio hay que advertir que aquí no se está tratando de lo que es mejor o peor, sino de una estructuración que puede tener un valor perceptual más elevado que un monótono, aunque bien conservado, medio natural. La utilización no la impone el paisaje, sino que es consecuencia de necesidades socioeconómicas, de manera que tan malo puede ser el conservacionismo a ultranza como la intervención no planificada. Desde el punto de vista perceptual, y desde una perspectiva ecológica, mantener un término medio es importante, y aquí ya sí puede hablarse de que una diversificación alta resulta adecuada siempre que en la misma se alternen unidades con diferentes grados de intervención no degradativa y unidades en su estado natural. La zona 2, la menos intervenida proporcionalmente, lo es por cuestiones de profunda inadecuación, circunstancia en la que es permisivo y hasta plausible contar con una baja estructuración del espacio. La planificación del territorio no debe basarse en crear diversidad, sino en crearla donde sea posible por lo adecuado de los procedimientos.

Complejidad muy elevada y uniformidad muy alta (o redundancia pequeña) indican que las unidades espaciales casi no se repiten, lo que arrastra tras

de sí el peligro de que desaparezca alguna de ellas. Incluso a veces, como indica Bournérias (1975), la persistencia de una unidad puede estar unida a la persistencia de las unidades vecinas, lo que en muchas ocasiones comporta relaciones derivadas de la geomorfología (hídricas, de nutrientes, etc.). Pero la estabilidad de pequeñas unidades en medios de baja complejidad y gran redundancia no es mucho mejor: los cultivos aislados en zonas pobres pueden ser abandonados, y un pequeño bosque entre cultivos, en zona fértil, es fácilmente absorbido en función de las necesidades humanas. Parece ser que la mejor estabilidad se conseguirá con diversidades y uniformidades relativamente elevadas, pero sin ser muy altas, porque así se impide el que se debiliten las relaciones funcionales entre unidades, al tiempo que se conserva un considerable grado de organización. No obstante, predecir relaciones entre complejidad espacial y estabilidad es muy arriesgado; más aún si consideramos que todavía no se ha resuelto el problema más estudiado de las relaciones entre la diversidad específica y la estabilidad de los ecosistemas (Brunel y Cancela da Fonseca, 1979; Vieira da Silva, 1979).

Teniendo ahora en cuenta las transecciones verticales, los datos obtenidos son:

a.—*Transección A (zona 1)*. Con la secuencia: EEEEEEEEEEEEEMMMM  
MMMMKKKKKKGGGGGGGGGGGGG.

$$U = 4; U^2 = 16; I_c \text{ máx.} = \ln 16 = 2.773$$

Los 16 pares de unidades y sus transiciones respetivamente se recogen en la tabla X.

$$I_c = 1.592; E = I_c/2.773 = 0.573; R = 1 - 0.573 = 0.427$$

b.—*Transección A (zona 3)*. En la que se presenta la siguiente secuencia: KKKKHHHHHHHHHHHHHHHHHHHLALLLLKKLLLLLKKKLALL  
LLLLLLLLLÑ.

$$U = 5; U^2 = 25; I_c \text{ máx.} = \ln 25 = 3.219$$

Los 25 pares de unidades y las correspondientes transiciones se anotan en la tabla XI.

$$I_c = 1.736; E = I_c/3.219 = 0.539; R = 1 - 0.539 = 0.461$$

Como se aprecia, la complejidad mayor se presenta para la zona 3, pero es menor la equitabilidad, lo que quiere decir que ocasionalmente se han encontrado más unidades, en lo que puede influir su mayor recorrido (39 puntos en la zona 1 frente a 51 puntos en la zona 3). En consecuencia, cabe considerar a la zona 1 como provista de una mejor estructuración en lo que se refiere al equilibrio entre sus unidades. En la zona 3 se produce un mayor

número de transiciones, pero predomina con mucho el pastizal con afloramientos y el robledal adhesionado. No obstante, conviene recordar que las zonas 1 y 3 son las más intervenidas, lo que puede dar lugar a determinadas alternancias según por donde se realicen las transecciones, más aún si se tiene en cuenta que el menor número de transiciones para la zona 1 se produce en el espacio que ocupa por encima de la 3.

c.—*Transección B (zona 1)*. Con la secuencia: HHHHHHHHHHHHN  
NNNNNNNNMMMMMMMMGGGNNNNNNNNNNNNKKKGGGGGG.

$$U = 5; U^2 = 25; I_c \text{ máx.} = \ln 25 = 3.219$$

Los 25 pares de unidades y su respectivo número de transiciones se presentan en la tabla XII.

$$I_c = 1.820; E = I_c/3.219 = 0.565; R = 1 - 0.565 = 0.435.$$

d.—*Transección B (zona 2)*. Que constituye la secuencia: GJJJJLLLLL  
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLKKKKKIIIIIIIIIIIIIIIIIIÑÑ.

$$U = 7; U^2 = 49; I_c \text{ máx.} = \ln 49 = 3.892.$$

Los 49 pares de unidades y las transiciones respectivas se encuentran en la tabla XIII.

$$I_c = 1.798; E = I_c/3.892 = 0.462; R = 1 - 0.462 = 0.538.$$

En este caso ya se observa que destaca netamente en complejidad la zona 1, aun contando con su menor número de unidades. En consecuencia, también sobresale en cuanto a uniformidad, lo que viene a poner de manifiesto el papel de mayor estructuración, debido a las intervenciones no muy extensivas propias de áreas de montaña, frente a la zona 3, en la que como se ha indicado la intervención está muy limitada debido a sus características.

e.—*Transección C (zona 1)*. Que sigue la secuencia siguiente: BBBBAANN  
NNNNNNNNNNNNNNNNLLLLLLLLLLLLLLLLGGGGLGGGGGCCCC.

$$U = 6; U^2 = 36; I_c \text{ máx.} = \ln 36 = 3.584$$

Los 36 pares de unidades y el correspondiente número de transiciones se anotan en la tabla XIV.

$$I_c = 1.858; E = I_c/3.584 = 0.518; R = 1 - 0.518 = 0.482.$$

f.—*Transección C (zona 2)*. Responde a la secuencia: LLLLJLLLLLLL  
JJJJJJJJJAADDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDJJJJJJJJJAJJJJÑÑ.

$$U = 5; U^2 = 25; I_c \text{ máx.} = \ln 25 = 3.219.$$

Los 25 pares de unidades y sus respectivas transiciones se recogen en la tabla XV.

$$I_c = 1.598; E = I_c/3.219 = 0.496; R = 1 - 0.496 = 0.504.$$

Como para la transección B, destaca la complejidad y uniformidad de la zona 1, con lo que se confirma su superior estructuración. Esto ocurre a pesar de que sólo cuenta con 55 puntos, en comparación con los 69 de la zona 2, lo que impide buscar dependencias con su mayor número de unidades.

En conclusión, el método es apropiado como descriptor de la estructura cartográfica o visualización paisajística global. Pone de manifiesto las principales tendencias en relación con las características biológicas generales del ecosistema estudiado. Las medidas de diversidad espacial pueden ser consideradas indicadores estructurales, a pesar de que resta conocer bastante acerca de su significado. Su aplicación a la ordenación del territorio es posible que permita prever sentidos de variación, de forma que no queden limitadas a una sencilla cuantificación de la organización de las unidades ecológicas.

#### MÉTODO FOTOGRAFICO INDICADOR DE LA DIVERSIDAD PERCEPTUAL.

Si hasta aquí el criterio seguido ha sido el cálculo de la diversidad sobre un mapa, ahora se trata de evaluar la diversidad perceptual del paisaje. El paisaje, a efectos prácticos, debemos entenderlo como el conjunto de elementos recogidos en una fotografía normal. Se trata de delimitar distintos planos (elementos diferentes o los mismos elementos a distancias variables) y, una vez reticulada la fotografía, anotar la presencia o ausencia de cada plano en las unidades del retículo (Godron y Poissonet, 1976).

Si un plano cualquiera está presente A veces en las S unidades del retículo delimitadas, el número de posibles posiciones es:

$$C_A^S = \frac{S!}{A! (S-A)!}$$

De donde la información correspondiente es:

$$I_A = \ln C_S^A$$

Por lo tanto, si en una fotografía contamos con un número N de planos, la diversidad total proporcionada equivale a:

$$DT = I_A + I_B + I_C + \dots + I_N$$

En nuestro caso vamos a trabajar con 12 cuadrados (4 de largo por 3 de ancho). La diversidad a que da lugar un plano aumenta hasta que A alcanza el valor S/2. A partir de aquí vuelve a disminuir de idéntica forma a como ha aumentado, de manera que la información según el número de presencias se resuelve en los valores recogidos en la tabla XVI.

Aparte de la diversidad o información total, es posible calcular:

La diversidad media de cada plano en una fotografía, que no es más que el cociente:

$$D = DT/N$$

La diversidad óptima de una fotografía, o diversidad que sería alcanzada si cada plano se encontrara presente en la mitad de las cuadrículas. Por tanto:

$$DO = N \ln C_S^{S/2}$$

La calidad de la diversidad de una fotografía, que equivale al cociente entre la diversidad total y la óptima:

$$CD = DT/DO$$

De acuerdo con estos criterios, hemos partido de cerca de mil fotografías pertenecientes a la sierra de Tamames-Las Quilamas, las cuales han sido agrupadas atendiendo a las tres zonas consideradas. Se procedió a una tarea de eliminación previa, retirando todas aquellas de tipo «artístico», por contemplar aspectos parciales, e igualmente fueron eliminadas las que estaban muy descompensadas en alguno de los planos; por ejemplo, el cielo, que se considera también un plano, puede abarcar una considerable superficie, influyendo decisivamente en los resultados; por ello seguimos el criterio de que no ocupara más de 1/3 de la fotografía. De las restantes fotografías, que tratan de mostrar aspectos paisajísticos amorfos, pero que responden evidentemente mejor a la realidad, se tomaron al azar ocho representantes por zona, que fueron reticuladas de acuerdo con la cuadrícula citada de 12 cuadrados. Una vez delimitados los planos, los resultados se recogen en las figuras 2, 3 y 4 (zona 1, zona 2 y zona 3, respectivamente). A partir del recuento de las presencias de cada plano en las cuadrículas se obtiene:

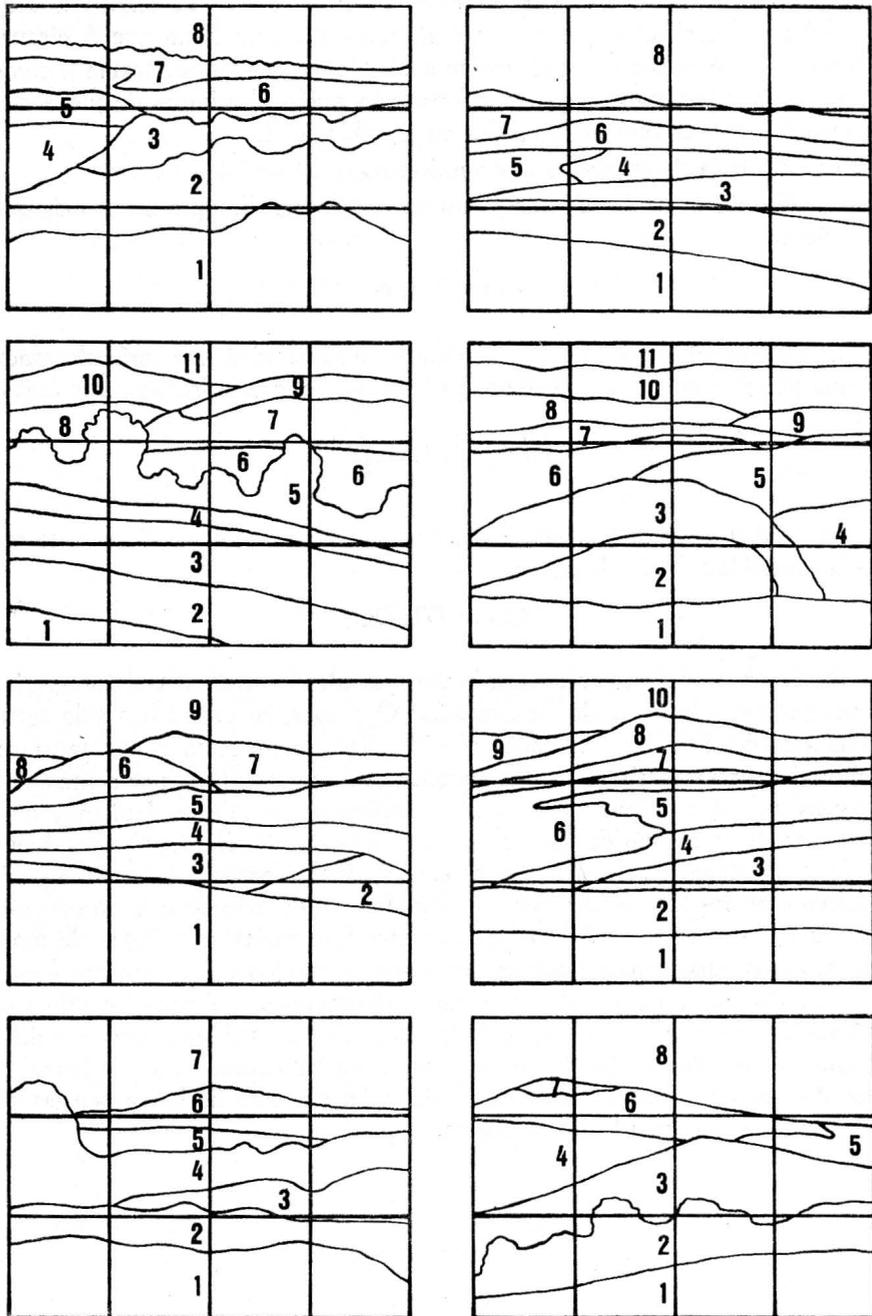


Fig. 2. Fotografías reticuladas y planos distinguidos para la zona 1.

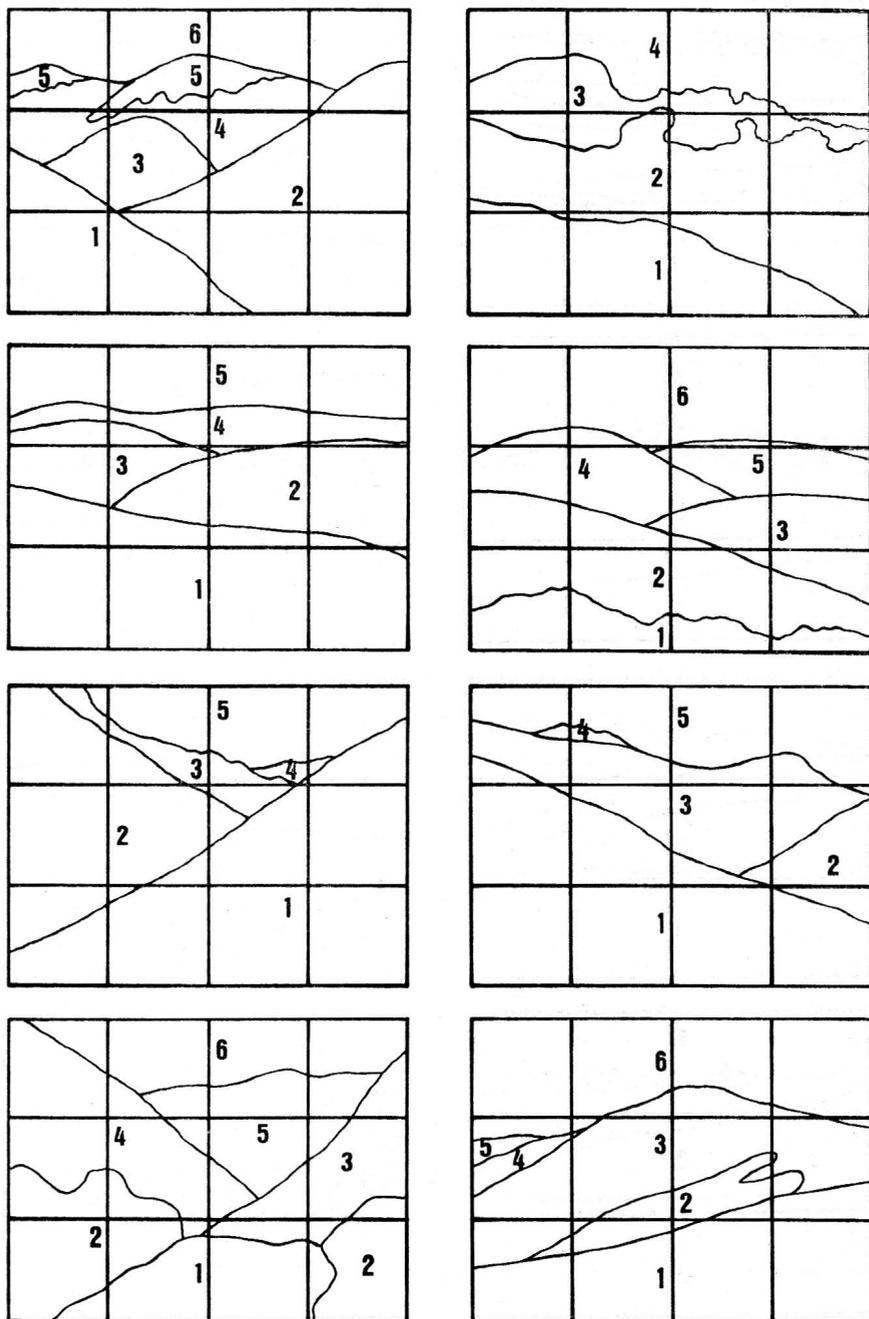


Fig. 3. Fotografías reticuladas y planos distinguidos para la zona 2.

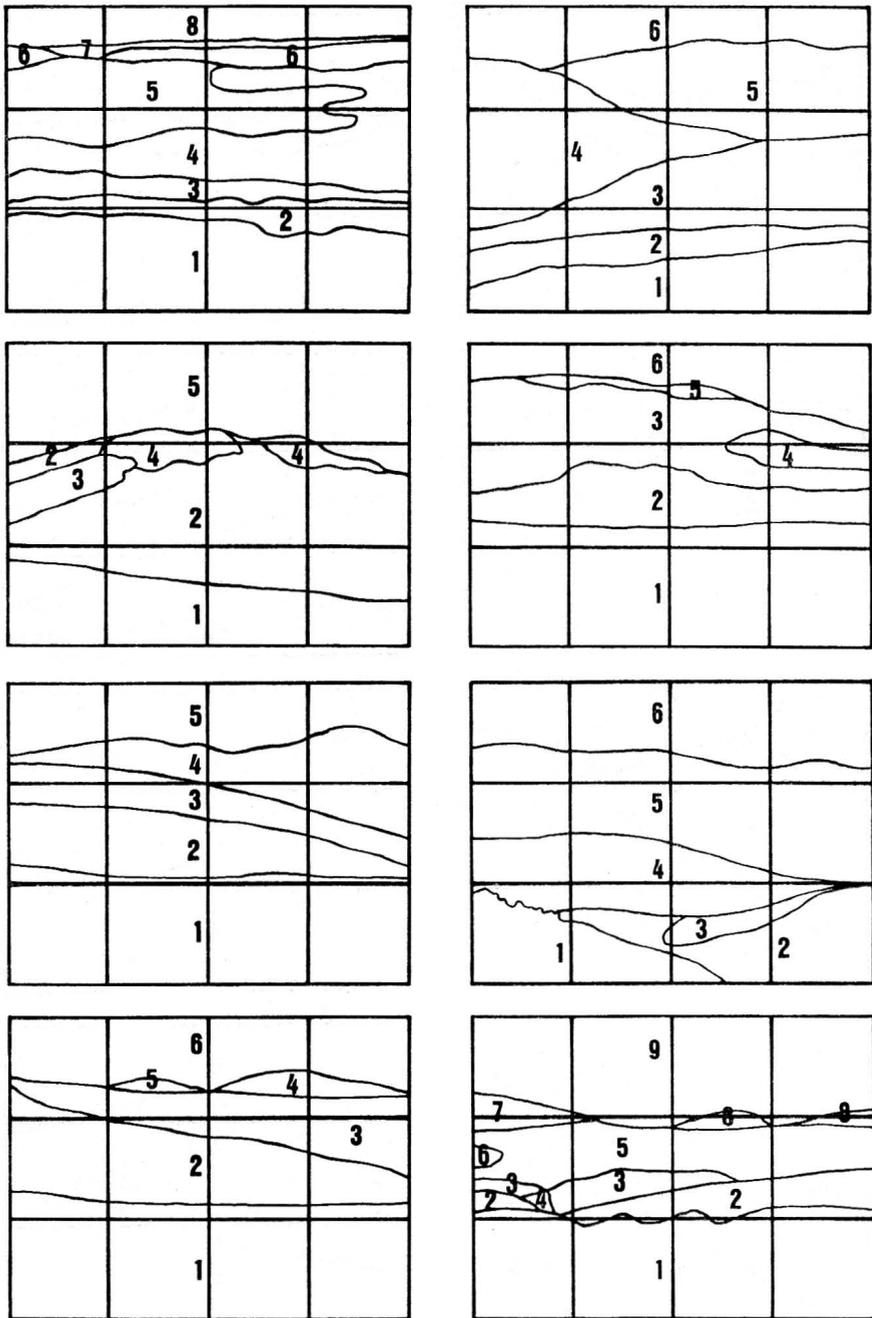


Fig. 4. Fotografías reticuladas y planos distinguidos para la zona 3.

*Diversidad total.* Siguiendo el orden de izquierda a derecha y de arriba a abajo, la diversidad total para la zona 1 da la siguiente valoración: 49.16, 49.32, 65.72, 64.47, 56.46, 63.13, 44.81 y 46.18. Para la zona 2: 37.80, 23.73, 32.73, 39.55, 29.12, 28.65, 39.56 y 32.39. Para la zona 3: 50.23, 38.30, 26.53, 36.39, 32.26, 35.58, 32.41 y 48.65. Las medias respectivas son: 54.91, 32.94 y 37.54. Se aprecia una mayor diversidad perceptual para la zona 1, seguida de la 3 y, por último, de la 2. No obstante, en la zona 3 algunos valores muy altos pueden condicionar la media, es decir, existe un cierto solapamiento en las cifras individuales de las zonas 2 y 3, aunque determinados paisajes de esta última resultan favorecidos.

*Diversidad media de cada plano.* Teniendo en cuenta que el número de planos es muy distinto para las tres zonas, sobresaliendo la 1, es de esperar que los valores queden compensados respecto a la diversidad total. Lo resultados obtenidos para la zona 1 son: 6.15, 6.17, 5.97, 5.86, 6.27, 6.31, 6.40 y 5.77. Para la zona 2: 6.30, 5.93, 6.55, 6.59, 5.82, 5.73, 6.59 y 5.40. En el caso de la zona 3: 6.28, 6.38, 5.31, 6.07, 6.45, 5.93, 5.40 y 5.41. Con medias respectivas de 6.11, 6.11 y 5.90; la zona 3, con una diversidad total relativamente baja respecto al número de planos, resulta en este caso en desventaja, mientras que las dos primeras zonas se igualan.

*Diversidad óptima.* Obviamente será más elevada cuanto mayor sea el número de planos, ya que  $\ln C_S^{S/2}$  permanece constante en todos los casos. Para la zona 1 es: 54.64, 54.64, 75.13, 75.13, 61.47, 68.30, 47.81 y 54.64. Para la zona 2: 40.98, 27.32, 34.15, 40.98, 34.15, 34.15, 40.98 y 40.98. Para la zona 3: 54.64, 40.98, 34.15, 40.98, 34.15, 40.98, 40.98 y 61.47. Las medias son de 61.47, 36.71 y 43.54, en consonancia, como se acaba de indicar, con el superior número de planos en la zona 1 y el más bajo de la zona 2.

*Calidad de la diversidad.* El cociente entre la diversidad total y la mayor diversidad posible fijado un determinado número de planos, nos da la calidad de la diversidad. Como se ha visto, a mayor diversidad total corresponde una superior diversidad óptima, lo que equivale a decir que la diversidad total depende bastante del número de planos, y por tanto, en cuanto a calidad va a existir una cierta compensación. Para la zona 1, los valores de calidad obtenidos son: 0.90, 0.90, 0.87, 0.86, 0.92, 0.92, 0.94 y 0.85. Para la zona 2: 0.92, 0.87, 0.96, 0.97, 0.85, 0.84, 0.97 y 0.79. Para la zona 3: 0.92, 0.93, 0.78, 0.89, 0.94, 0.87, 0.79 y 0.79. Como se aprecia, en consonancia con la formulación, todas las cifras son inferiores al máximo posible, que es 1. Las medias son: 0.90, 0.90 y 0.86, lo que indica una gran calidad de la diversidad, débilmente más baja para la zona 3, pero sin apenas significación.

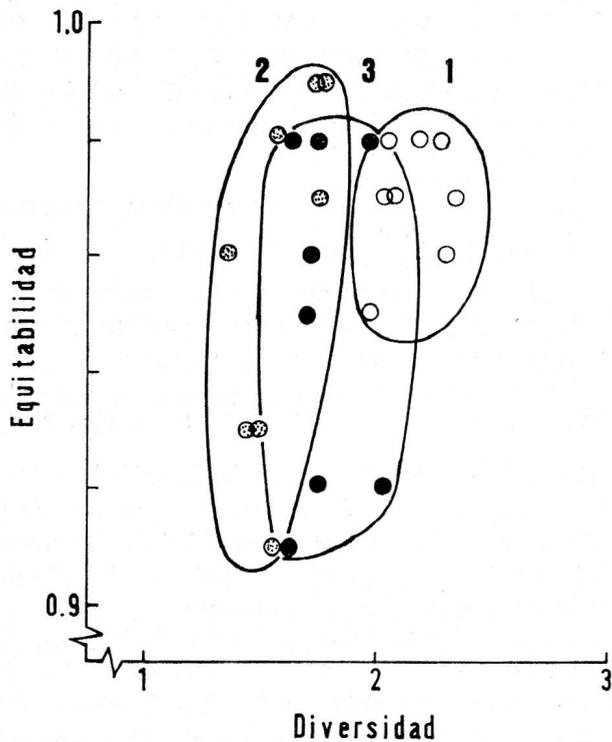
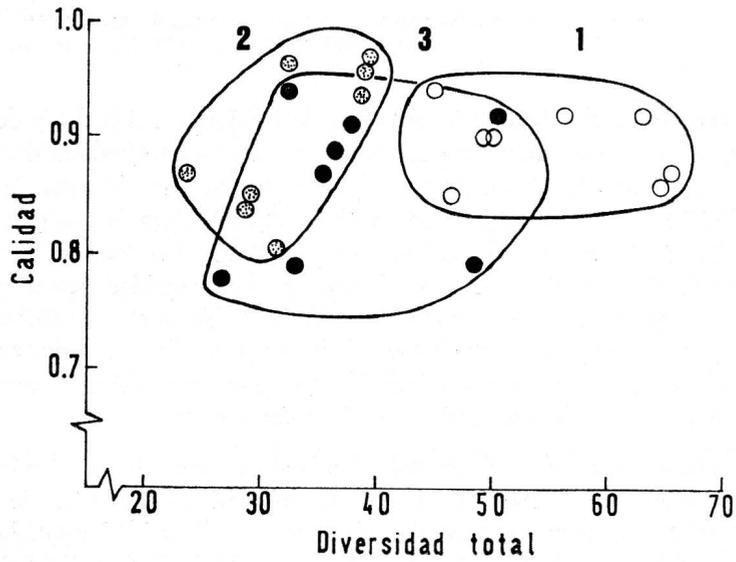


Fig. 5. Arriba, diversidad total y calidad de la diversidad de las distintas fotografías. Abajo, una representación similar con la diversidad según el índice de Shannon-Weaver y la equitabilidad. Fotografías de la zona 1, círculos blancos; fotografías de la zona 2, círculos punteados; fotografías de la zona 3, círculos negros.

La diversidad total y la calidad pueden representarse conjuntamente, como se hace en la gráfica superior de la figura 5. Poco hay que añadir en cuanto a la calidad, pero sí se observa la diferencia respecto a la diversidad total, en el orden progresivo: zona 2, zona 3 y zona 1. Si aplicamos el índice de Shannon-Weaver a las presencias de cada plano en las cuadrículas y lo comparamos con la equitabilidad, los resultados vienen a ser hasta cierto punto semejantes (gráfica inferior de la figura 5), aunque aumenta la equitabilidad media para la zona 1. En realidad, la equitabilidad, que no es más que la diversidad partida por la diversidad mixta posible fijado un determinado número de planos, viene a ser equivalente a la calidad de la diversidad tal y como se ha entendido en el método precedente, por lo que la coincidencia, al menos parcial, era de esperar.

Los resultados obtenidos son perfectamente compatibles con los derivados de los métodos cartográficos. Como indica Arnaud (1976), la descomposición de una paisaje en planos, a pesar de que no está provista de un rigor matemático estricto, da resultados lo suficientemente aceptables, particularmente si son varios los observadores que intervienen. El cálculo cartográfico de la diversidad y el cálculo más perceptivo resultan entonces paralelos, y llevan a la deducción de conclusiones similares.

ANGEL PUERTO MARTÍN  
RAIMUNDO RODRÍGUEZ GONZÁLEZ  
JOSÉ ANTONIO GARCÍA RODRÍGUEZ  
MERCEDES RICO RODRÍGUEZ  
JOSÉ MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ

TABLA I.- Superficie, en hectáreas, de las distintas unidades

	<u>Zona 1</u>	<u>Zona 2</u>	<u>Zona 3</u>	<u>Conjunto</u>
Robledal natural	1189.95	30.85	696.36	1917.16
Castañar	256.08	3.29		259.37
Pinar (replantación)	120.10	643.05	22.16	785.31
Matorral mediterráneo	5.09	1869.83		1874.92
Pastizal con afloramientos	738.29	1144.12	1090.51	2972.92
Pastizal	189.29	330.06	189.59	708.94
Cultivo mixto, prados, etc.	1394.51	126.39	137.47	1658.37
Erosión y afloramientos	60.50	102.73	54.81	218.04
R í o s	228.23	212.65	92.85	533.73
Pueblos	39.54	9.28	19.17	67.99
Robledal adhesado	512.46		259.08	771.54
Cultivo de secano	670.90		584.94	1255.84
Encinar en cultivo	165.33			165.33
Encinar adhesado	824.55			824.55
Encinar natural		661.32		661.32
<b>TOTAL</b>	<b>6394.82</b>	<b>5133.57</b>	<b>3146.94</b>	<b>14675.33</b>

TABLA II.- Perímetro, en hectómetros, de las distintas unidades

	<u>Zona 1</u>	<u>Zona 2</u>	<u>Zona 3</u>	<u>Conjunto</u>
Robledal natural	520.0	17.5	275.0	682.1
Castañar	126.1	11.1		128.9
Pinar (replantación)	90.4	247.8	23.1	345.2
Matorral mediterráneo	9.1	588.6		587.1
Pastizal con afloramientos	515.8	326.2	505.4	1280.3
Pastizal	114.3	130.1	149.9	333.2
Cultivo mixto, prados, etc.	460.0	100.3	130.3	680.1
Erosión y afloramientos	100.4	183.7	74.2	297.4
R í o s	551.2	341.2	227.1	1119.5
Pueblos	85.7	9.1	21.3	116.1
Robledal adhesado	243.5		81.2	324.6
Cultivo de secano	438.2		223.5	661.7
Encinar en cultivo	70.7			70.7
Encinar adhesado	259.9			259.9
Encinar natural		142.3		142.3
<b>TOTAL</b>	<b>3621.3</b>	<b>2097.9</b>	<b>1711.0</b>	<b>7065.1</b>

TABLA III.- Número de núcleos pertenecientes a las distintas unidades

	<u>Zona 1</u>	<u>Zona 2</u>	<u>Zona 3</u>	<u>Conjunto</u>
Robledal natural	5	1	3	6
Castañar	2	1		2
Pinar (replantación)	2	3	1	5
Matorral mediterráneo	1	3		3
Pastizal con afloramientos	9	3	3	10
Pastizal	4	1	2	5
Cultivo mixto, prados, etc.	12	5	3	19
Erosión y afloramientos	6	13	5	19
R í o s	8	2	2	12
Pueblos	6	1	2	9
Robledal adhesionado	5		1	6
Cultivo de secano	10		2	12
Encinar en cultivo	2			2
Encinar adhesionado	3			3
Encinar natural		2		2
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>35</b>	<b>23</b>	<b>125</b>

TABLA IV.- Diversidad inducida por las diferentes unidades

	<u>Zona 1</u>	<u>Zona 2</u>	<u>Zona 3</u>	<u>Conjunto</u>
Robledal natural	5.44	0.22	1.80	2.36
Castañar	0.67	1.32		0.28
Pinar (replantación)	0.98	1.35	0.67	1.68
Matorral mediterráneo	0.56	4.07		0.52
Pastizal con afloramientos	23.01	2.00	8.64	9.87
Pastizal	3.21	0.18	2.29	1.77
Cultivo mixto, prados, etc.	26.35	8.13	5.94	26.07
Erosión y afloramientos	19.04	122.64	22.29	69.16
R í o s	52.06	2.73	6.61	44.39
Pueblos	24.71	0.38	2.86	19.03
Robledal adhesionado	4.42		0.24	2.31
Cultivo de secano	25.85		1.55	12.48
Encinar en cultivo	0.56			0.24
Encinar adhesionado	1.36			0.50
Encinar natural		0.45		0.13
<b>TOTAL</b>	<b>188.22</b>	<b>143.47</b>	<b>52.89</b>	<b>190.79</b>

TABLA V.- Transección A. Pares de unidades y transiciones

AA = 0	EE = 11	GG = 12	HH = 17	KK = 11	LL = 16	MM = 7	NN = 0
AE = 0	EA = 0	GA = 0	HA = 0	KA = 0	LA = 2	MA = 0	NA = 0
AG = 0	EG = 0	GE = 0	HE = 0	KE = 0	LE = 0	ME = 0	NE = 0
AH = 0	EH = 0	GH = 0	HG = 0	KG = 1	LG = 0	MG = 0	NG = 0
AK = 0	EK = 0	GK = 1	HK = 0	KH = 1	LH = 0	MH = 0	NH = 0
AL = 2	EL = 0	GL = 0	HL = 1	KL = 2	LK = 2	MK = 1	NK = 0
AM = 0	EM = 1	GM = 0	HM = 0	KM = 0	LM = 0	ML = 0	NL = 0
AÑ = 0	EN = 0	GÑ = 0	HÑ = 0	KÑ = 0	LÑ = 1	MÑ = 0	NÑ = 0

TABLA VI.- Transección B. Pares de unidades y transiciones

AA = 0	GG = 8	HH = 11	II = 15	JJ = 4	KK = 6	LL = 26	MM = 8	NN = 19	NN̄ = 2
AG = 0	CA = 0	HA = 0	IA = 1	JA = 0	KA = 0	LA = 1	MA = 0	NA = 0	NĀ = 0
AH = 0	GH = 0	HG = 0	IG = 0	JG = 0	KG = 1	LG = 0	MG = 1	NG = 0	NḠ = 0
AI = 1	GI = 0	HI = 0	IH = 0	JH = 0	KH = 0	LH = 0	MH = 0	NH = 0	NH̄ = 0
Aj = 0	Gj = 0	Hj = 0	Ij = 0	Ji = 0	Ki = 1	Li = 0	Mi = 0	Ni = 0	Nī = 0
AK = 0	GK = 0	HK = 0	IK = 0	JK = 0	KJ = 0	LJ = 0	MJ = 0	NJ = 0	NJ̄ = 0
AL = 1	GL = 0	HL = 0	IL = 0	JL = 1	KL = 0	LK = 1	MK = 0	NK = 1	NK̄ = 0
AM = 0	GM = 0	HM = 0	IM = 0	JM = 0	KM = 0	LM = 0	ML = 0	NL = 0	NL̄ = 0
AN = 0	GN = 1	HN = 1	IN = 0	JN = 0	KN = 0	LN = 0	MN = 0	NM = 1	NM̄ = 0
AÑ = 0	GÑ = 0	HÑ = 0	IÑ = 1	JÑ = 0	KÑ = 0	LÑ = 0	MÑ = 0	NÑ = 0	NÑ̄ = 0

Tabla VII.- Transección C. Pares de unidades y transiciones

AA = 2	BB = 3	CC = 3	DD = 22	GG = 6	JJ = 24	LL = 27	NN = 17	NN̄ = 2
AB = 0	BA = 1	CA = 0	DA = 0	GA = 0	JA = 2	LA = 0	NA = 0	NĀ = 0
AC = 0	BC = 0	CB = 0	DB = 0	GB = 0	JB = 0	LB = 0	NB = 0	NB̄ = 0
AD = 1	BD = 0	CD = 0	DC = 0	GC = 1	JC = 0	LC = 0	NC = 0	NC̄ = 0
AG = 0	BG = 0	CG = 0	DG = 0	GD = 0	JD = 0	LD = 0	ND = 0	ND̄ = 0
AJ = 1	BJ = 0	CJ = 0	DJ = 1	GJ = 0	JG = 0	LG = 2	NG = 0	NḠ = 0
AL = 0	BL = 0	CL = 1	DL = 0	GL = 1	JL = 1	LJ = 2	NJ = 0	NJ̄ = 0
AN = 1	BN = 0	CN = 0	DN = 0	GN = 0	JN = 0	LN = 0	NL = 1	NL̄ = 0
AÑ = 0	BÑ = 0	CÑ = 0	DÑ = 0	GÑ = 0	JÑ = 1	LÑ = 0	NÑ = 0	NÑ̄ = 0

TABLA VIII.- Transección D. Pares de unidades y transiciones

AA = 0	GG = 41	HH = 15	KK = 14	LL = 53	NN = 0
AG = 1	GA = 0	HA = 0	KA = 0	LA = 1	NA = 1
AH = 0	GH = 0	HG = 0	KG = 3	LG = 0	NG = 0
AK = 0	GK = 2	HK = 1	KH = 0	LH = 1	NH = 0
AL = 0	GL = 3	HL = 0	KL = 0	LK = 0	NK = 0
AN = 1	GN = 0	FN = 0	KN = 0	LN = 2	NL = 2

TABLA IX.- Transección E. Pares de unidades y transiciones

AA = 1	JJ = 40	KK = 23	LL = 39	NN̄ = 4
AJ = 0	JA = 0	KA = 0	LA = 1	NĀ = 0
AK = 0	JK = 0	KJ = 0	LJ = 1	NJ̄ = 1
AL = 1	JL = 0	KL = 2	LK = 2	NK̄ = 0
AÑ = 0	JÑ = 1	KÑ = 0	LÑ = 0	NL̄ = 1

EL PAISAJE. II. DIVERSIDAD PAISAJISTICA. APLICACION DE ALGUNOS METODOS  
A LA SIERRA DE TAMAMES-LAS QUILAMAS (SALAMANCA)

TABLA X.- Transección A (Zona 1). Pares de unidades y transiciones

EE=11	GG=12	KK= 5	MM= 7
EG = 0	GE = 0	KE = 0	ME = 0
EK = 0	GK = 0	KG = 1	MG = 0
EM = 1	GM = 0	KM = 0	MK = 0

TABLA XI.- Transección A (Zona 3). Pares de unidades y transiciones

AA = 0	HH=17	KK = 6	LL=16	ÑÑ = 0
AH = 0	HA = 0	KA = 0	LA = 2	ÑA = 0
AK = 0	HK = 0	KH = 1	LH = 0	NH = 0
AL = 2	HL = 1	KL = 2	LK = 2	ÑK = 0
AÑ = 0	HÑ = 0	KÑ = 0	LÑ = 1	ÑL = 0

TABLA XII.- Transección B (Zona 1). Pares de unidades y transiciones

GG = 7	HH=11	KK = 2	MM = 8	NN=19
GH = 0	HG = 0	KG = 1	MG = 1	NG = 0
GK = 0	HK = 0	KH = 0	MH = 0	NH = 0
GH = 0	HM = 0	KM = 0	MK = 0	NK = 1
GN = 1	HN = 1	KN = 0	MN = 0	NM = 1

TABLA XIII.- Transección B.(Zona 2). Pares de unidades y transiciones

AA = 0	GG = 0	II=15	JJ = 4	KK = 4	LL=26	ÑÑ = 2
AG = 0	GA = 0	IA = 1	JA = 0	KA = 0	LA = 1	ÑA = 0
AI = 1	GI = 0	IG = 0	JG = 0	KG = 0	LG = 0	ÑG = 0
AJ = 0	GJ = 1	IJ = 0	JI = 0	KI = 1	LI = 0	ÑI = 0
AK = 0	GK = 0	IK = 0	JK = 0	KJ = 0	LJ = 0	ÑJ = 0
AL = 1	GL = 0	IL = 0	JL = 1	KL = 0	LK = 1	ÑK = 0
AÑ = 0	GÑ = 0	IÑ = 1	JÑ = 0	KÑ = 0	LÑ = 0	ÑL = 0

TABLA XIV.- Transección C (Zona 1). Pares de unidades y transiciones

AA = 1	BB = 3	CC = 3	GG = 6	LL=17	NN=17
AB = 0	BA = 1	CA = 0	GA = 0	LA = 0	NA = 0
AC = 0	BC = 0	CB = 0	GB = 0	LB = 0	NB = 0
AG = 0	BG = 0	CG = 0	GC = 1	LC = 0	NC = 0
AL = 0	BL = 0	CL = 0	GL = 1	LG = 2	NG = 0
AN = 1	BN = 0	CN = 0	GN = 0	LN = 0	NL = 1

TABLA XV.- Transección C (Zona 2). Pares de unidades y transiciones

AA = 1	DD=22	JJ =24	LL=10	ÑÑ = 2
AD = 1	DA = 0	JA = 2	LA = 0	ÑA = 0
AJ = 1	DJ = 1	JD = 0	LD = 0	ÑD = 0
AL = 0	DL = 0	JL = 1	LJ = 2	ÑJ = 0
AÑ = 0	DÑ = 0	JÑ = 1	LÑ = 0	ÑL = 0

TABLA XVI.- Información según el número de presencias sobre 12 cuadrículas.

$C_{12}^0 = C_{12}^{12} = 1$	.....	$\ln 1 = 0$
$C_{12}^1 = C_{12}^{11} = 12$	.....	$\ln 12 = 2.48$
$C_{12}^2 = C_{12}^{10} = 66$	.....	$\ln 66 = 4.19$
$C_{12}^3 = C_{12}^9 = 220$	.....	$\ln 220 = 5.39$
$C_{12}^4 = C_{12}^8 = 495$	.....	$\ln 495 = 6.20$
$C_{12}^5 = C_{12}^7 = 792$	.....	$\ln 792 = 6.67$
$C_{12}^6 = 924$	.....	$\ln 924 = 6.83$

## BIBLIOGRAFIA

- Arnaud, M. (1976): 'Essai de réflexions sur la perception synoptique du paysage des garrigues du Montpelliérais. *D.E.A. écologie. U.S.T.L. Montpellier.*
- Atlan, H. (1972): *L'organisation biologique et la théorie de l'information.* Hermann. Paris.
- Baudry, J. et Baudry-Burel, F. (1978): *Contribution à la connaissance écologique du bassin versant de la Rance.* Thèse 3e cycle. Univ. Rennes..
- (1982): 'La mesure de la diversité spatiale. Relations avec la diversité spécifique. Utilisation dans les évaluations d'impact. *Acta OEcologica. OEcol. Applic.*, 3: 177-190.
- Blondel, J. (1979): *Biogéographie et Ecologie.* Masson. Paris.
- (1980): 'Structure et dynamique des peuplements d'oiseaux forestiers'. In *Actualités d'écologie forestière.* Gauthier-Villars. Paris.
- Bournerias, M. (1975): 'Influence des landes oligotrophes sur les groupements végétaux contigus'. In *La Végétation des landes d'Europe occidentale.* Lille. Cramer-Vaduz.
- Brunel, E. and Cancela Da Fonseca, J. P. (1979): 'Concept de la diversité dans les écosystèmes complexes. *Bull. Ecol.*, 10: 147-163.
- Constant, P. et al. (1976): 'Avifaune reproductrice du bocage de l'Ouest'. In INRA, CNRS, ENSA et Université de Rennes'. *Les Bocages, Histoire, Ecologie, Economie.*
- Denis, M. (1980): 'Etude de la capacité territoriale cynégétique des massifs forestiers'. *Comptes rendus des Journées d'études de l'Association Française des Ingénieurs Ecologues.* Grenoble.
- Forman, R. T. T. (1982): 'Interaction among landscape elements: a core of landscape ecology'. *Proceedings of the 1981 Symposium of the Netherlands Society for Landscape Ecology.* Veldhoven, Pudoc, Wageningen, the Netherlands.
- Forman, R. T. T. and Godron, M. (1981): 'Patches and structural components for a landscape ecology'. *Bio Science*, 31: 733-740.
- García Rodríguez, J. A. (1981): *Estudios ecológicos en la sierra de Tamames-Las Quilamas (Salamanca).* Tesis de Licenciatura. Univ. Salamanca.
- Godron, M. et Poissonet, J. (1975): *Phyto-écologie et aménagement cynégétique. Cas d'une région: La Sologne.* In LONG, M. (1975): *Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire; tome II: Application du diagnostic phyto-écologique.* Masson. Paris.
- (1976): 'Essai d'expression de la diversité du paysage'. *IV Symposium International. Problèmes de recherche sur le paysage.* Maison des Scientifiques. Smolenice. Tchécoslovaquie.
- Meinesz, A. et Lefevre, J. R. (1978): 'Destruction de l'étage infralittoral des Alpes-Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations du rivage. *Bull. Ecol.*, 9: 259-276.

- Pickett, S. T. A. (1976): 'Succession: an evolutionary interpretation'. *Am. Nat.*, 110: 107-119.
- Pielou, E. C. (1975): *Ecological diversity*. J. Wiley and Sons. New York.
- Pinet, J. M. et al. (1973): 'Diversité écologique et aménagement rural'. *Géomètre*, 5, 8p.
- Reiners, W. A. and Lang, G. E. (1979): 'Vegetational patterns and processes in the Balsam fir zone, white Mountain, New Hampshire'. *Ecology*, 60: 403-417.
- Romme, W. H. and Knight, D. H. (1982): 'Landscape diversity: the concept applied to Yellowstone Park'. *Bio Science*, 32: 664-670.
- Saavedra, J. (1970): *Las formas Paleozoicas de la comarca salmantina Sierra de Francia y sus procesos de alteración*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- Shannon, C. E. and Weaver, W. (1949): *The mathematical theory of communication*. Urbana Illinois Press.
- Sprugel, D. G. (1976): 'Dynamic structure of wave-regenerated *Abies balsamea* forests in the north-eastern United States'. *J. Ecol.*, 64: 889-911.
- Swain, A. M. (1980): 'Landscape patterns and forest history in the Boundary Waters Canoe Area, Minnesota: a pollen study from Hug Lake'. *Ecology*, 61: 747-754.
- Tricart, J. y Kilian, J. (1979): *La Eco-Geografía y la ordenación del medio natural*. Ed. Anagrama. Barcelona.
- Vieira da Silva, J. (1979): *Introduction à la théorie écologique*. Masson. Paris.
- White, P. S. (1979): 'Pattern, process, and natural disturbance in vegetation'. *Bot. Rev.*, 45: 229-299.
- Zachrisson, O. (1977): 'Influence of forest fires on the north Swedish boreal forest'. *Oikos*, 29: 22-32.