

Estudios Geográficos  
Vol. LXXIV, 274, pp. 67-88  
Enero-junio 2013  
ISSN: 0014-1496  
eISSN: 1988-8546  
doi: 10.3989/estgeogr.201303

## Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos

### *Transect sampling of vegetation formations of phanerophytes and chamaephytes (I): methodological fundamentals*

Rafael Cámara Artigas\* y Fernando Díaz del Olmo\*\*

#### INTRODUCCIÓN: ANTECEDENTES Y OBJETIVOS<sup>1</sup>

A partir de la primera edición en lengua castellana de *Éléments de Biogéographie* (París, F. Nathan) de A. Lacoste y R. Salanon, publicada en 1973 como *Biogeografía* (Barcelona, Oikos-tau), el estudio de la vegetación desde el punto de vista fitosociológico (Lacoste y Salanon, 1973, pp. 53-67) se generalizó en España entre las primeras promociones de geógrafos físicos y biogeógrafos de la década de los años 70 del siglo XX, así como en los países castellano-hablantes, con independencia de los estudios realizados por fitosociólogos botánicos como F. Bellot, (1945, 1966), O. de Bolós, (1958, 1962), M. Costa (1974), S. Rivas Goday *et al.* (1959, 1964) y S. Rivas Martínez (1974), por citar algunos ejemplos importantes. Se trata de un análisis que partió de los inventarios florísticos apoyados en «el impulso de J. Braun-Blanquet, fundador de la escuela

---

\* Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla (rcamara@us.es).

\*\* Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla (delolmo@us.es).

<sup>1</sup> Este trabajo es una contribución al Proyecto de investigación OAPN036/2008 del Plan Nacional de I+D+i, Subprograma Medio Ambiente y Ecoinnovación, Subsector Parques Nacionales y al Proyecto Integral A1/035520/11 del PCI Brasil de la AECl.

de Zurich-Montpellier» (Lacoste y Salanon, 1973, p. 53), cuyo manual fue igualmente publicado en castellano en aquellos años (Braun-Blanquet, 1979, traducida de la edición francesa de 1964). Con posterioridad, los nuevos manuales y monografías, siempre en castellano, continuaron extendiendo dicha metodología, bien desde la Biogeografía estricta (Ferrerías y Fidalgo, 1991), o bien imbricándose con las nuevas orientaciones del análisis cuantitativo y dinámico de la Ecología (Roger-Vignes, 1976). En este sentido, las publicaciones dedicadas a difundir las técnicas del trabajo de campo, y más particularmente los métodos de muestreo biogeográficos y ecológicos, desde la primera época de la difusión del manual de Lacoste y Salanon, fueron muy demandadas, tanto en el estudio de las comunidades vegetales como animales (Bennett y Humphries, 1978, traducción de la edición inglesa de 1974; Montes del Olmo y Ramírez Díaz, 1978), incluyéndose en todas las propuestas de técnicas fitosociológicas de las coberturas vegetales de Braun-Blanquet. Años más tarde la monografía coordinada por G. Meaza (2000), volvió a resaltar la aportación fitosociológica como referente metodológico en el estudio sintético de la vegetación (Arozena y Molina, 2000, pp. 115-139), analizada desde el clásico punto de vista del concepto de formación vegetal, partiendo del inventario de la vegetación.

En disciplinas como la Botánica y la Ecología el inventario de especies es fundamental para caracterizar tanto la diversidad  $\alpha$  (riqueza de especies de una comunidad particular considerada homogénea), como la  $\beta$  (grado de variabilidad o de reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un medio) (Whittaker, 1972). En otras como la Ingeniería Forestal a partir del inventario se han desarrollado técnicas que permiten conocer la disponibilidad de masa forestal, con fines de aprovechamiento productivo para la obtención de madera. Para la Biogeografía y particularmente la Fitogeografía y la Geobotánica, el interés de los inventarios se centra en los elementos y caracteres constitutivos de la estructura vertical-horizontal y fisonómico-fenológico de las formaciones vegetales, así como de los factores que explican las causas de su distribución. En esta línea han sido fundamentales para la Biogeografía las aportaciones de G. Bertrand (1966) y P. Dansereau (1957), ya que dieron lugar a técnicas de estudio para un análisis específico de la estructura de la vegetación con independencia de las especies inventariadas.

Finalmente, tomando en consideración las causas de la distribución de las formaciones vegetales, todos los autores consideran los factores mesológicos, principalmente los edáficos, geomorfológicos, hídricos y bioclimáticos. Los ensayos principales de integración mesológica han sido los de carácter ecodinámico integrados en los planteamientos ecogeográficos (Tricart, 1976, 1978;

Tricart y Kilian, 1982; éste último traducción de la edición francesa de 1979), los cuales relacionan la distribución de la cubierta vegetal con la dinámica geomorfológica o fitogeomorfología (Howard y Mitchell, 1985) y más recientemente los que han desembocado en los conceptos renovados de biogeomorfología y los integrales de ecogeomorfología (Viles, 1988; Naylor *et al.*, 2002; Wheaton *et al.*, 2011; Corenblit *et al.*, 2011). En todos estos trabajos se lleva a cabo un análisis dinámico a diferentes escalas y un esfuerzo cartográfico de detalle que, a partir de los años noventa, se ha reforzado con el tratamiento de imágenes de satélite.

El objetivo de este artículo es la proposición de una metodología para el estudio de la vegetación que, integrando los avances recientes de la Geografía Física, posibilite la descripción y análisis cuantitativo de las formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (Método MIFC), integrando los factores mesológicos y dinámicos que caracterizan la propuesta geobotánica clásica de E. Huguet del Villar (1929): sinecia, medio geográfico y medio estacional. Los resultados deben permitir integrar los muestreos del trabajo de campo con las nuevas técnicas cartográficas ejecutadas a partir de la interpretación de imágenes de satélite, donde los factores mesológicos adquieren una gran relevancia. Una aplicación del método MIFC se ha propuesto como segunda parte de este artículo, centrado en el caso específico de los sabinares de Doñana (Cámara *et al.*, 2013).

#### LOS MÉTODOS DE MUESTREO PARA EL ESTUDIO DE LAS FORMACIONES VEGETALES

Al iniciar el estudio de la vegetación, los objetivos fundamentales son la elección del tipo muestreo (aleatorio o sistemático), la localización, el tamaño, la forma y cantidad de parcelas. Una vez obtenidos éstos se aplica la medición de los atributos de la vegetación que se quieren caracterizar: número de individuos en términos absolutos y relativos (frecuencia, densidad), biotipos, estructura vertical, estructura horizontal (cobertura) y diámetro a la altura del pecho (DAP). La medición de estos atributos permite la obtención del Índice del Valor de Importancia (IVI) y de los índices de biodiversidad.

En relación con los atributos considerados se identifican las diferentes técnicas de inventario las cuales permitirán obtener la información acerca de la diversidad, la estructura, la caracterización florística, el aprovechamiento comercial o, en ocasiones, la combinación de algunos de los citados.

La forma de la parcela constituye un aspecto importante, pues el efecto de borde de la misma, determinado por la menor relación perímetro/superficie,

afecta a los datos obtenidos y, por lo tanto, a sus atributos. El tamaño de la muestra, a su vez, cuando se persigue obtener valores de diversidad, se relaciona con la curva área-especie, mediante la cual se puede determinar el esfuerzo de muestreo (tamaño de la muestra), al objeto de alcanzar una estimación de la superficie necesaria a partir de la cual no se encuentran nuevas especies aunque el área de muestreo aumente (Arrhenius, 1921; Preston, 1960, 1962; Mac Arthur y Wilson, 1967).

### Atributos de la muestra

Los atributos que se consideran en los muestreos son altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y cobertura.

La altura se utiliza para definir la estructura vertical de la formación vegetal, referida a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la formación vegetal. Los diagramas de estructura vertical son útiles como descriptores gráficos fisonómico-estructurales para describir las comunidades vegetales (Matteucci y Colma, 1982).

El DAP, medido a la altura de 1,3 m desde la superficie del suelo, se utiliza para calcular el área basal y el volumen del tronco de los árboles, con objeto de obtener la productividad en madera de un bosque. Igualmente por medio de él es posible evaluar el crecimiento de las plantas a través de la realización de muestreos periódicos. El área basal es el resultado de la suma de la superficie de DAP de todos los individuos de una misma especie en la parcela de muestreo.

La estructura horizontal se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo o cualquier unidad geomorfológica con o sin formación superficial determinada (paleosuelos, depósitos, alteraciones geoquímicas, etc.), y ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es compleja. No obstante, la cobertura sirve igualmente para determinar la dominancia de especies o formas de vida, siendo la más usada el porcentaje cualitativo (+, 1, 2, 3, 4, 5, estimación subjetiva de los investigadores en las parcelas) de superficie de muestreo cubierto por una o varias especies.

Finalmente, el análisis de los individuos se realiza a través del IVI y de los índices de biodiversidad, los cuales permiten establecer similitudes entre parcelas e identificar las especies más relevantes por presencia y dominancia en las unidades estudiadas.

El IVI (Curtis y McIntosh, 1951) y sus aplicaciones (Pool *et al.*, 1977; Cox, 1981; Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983; Corella *et al.*, 2001) se basa en el

cálculo de la media de tres valores: la frecuencia relativa en la presencia, la relación de individuos de cada especie respecto a los totales, y la relación de la cobertura de cada especie respecto a la total. Nos proporciona una medida sobre cuales son las especies más representativas por abundancia, presencia y cobertura en la formación vegetal. El valor de cobertura que se utiliza en el IVI es el área basal.

Una síntesis de los métodos de muestreo con indicación de las variables utilizadas en cada uno de ellos se presenta en la tabla 1. En ella se aprecia cómo las variables mesológicas no se consideran habitualmente, siendo la forma de parcela más utilizada la rectangular.

### Método fitosociológico

Expresado de forma muy resumida, los muestreos realizados siguiendo la versión del método fitosociológico desarrollado por Braun-Blanquet (1979) han servido para estimar la dominancia de especies por medio de la cobertura y sus asociaciones. Lo primero que se realiza es un inventario de todas las especies que existen en esas áreas. Una vez realizado se procede a darle categorías cualitativas de cobertura a cada especie en toda la parcela inventariada con valores que van de (+) y 1 a 5 en función de la abundancia y su cobertura. Una de las grandes ventajas de este método es la rapidez con que se puede caracterizar y clasificar la vegetación. Por el contrario, la estimación de la dominancia según la escala (+) y 1 a 5, adolece de subjetividad al estimarse directamente según el criterio del investigador de campo.

### Método de Gentry

En la comunidad científica anglosajona los estudios biogeográficos aplicados a la vegetación de los medios tropicales, el método de Gentry (1982) ha sido una de las alternativas usadas frente al método fitosociológico (Gentry, 1995; Trejo y Dirzo, 2002). Su aplicación en el dominio tropical puede seguirse con detalle en la base de datos del Missouri Botanical Garden (MBG) con 226 parcelas de 0,1 has, de las cuales todas son en bosques tropicales (ombrófilos, mesófilos y tropófilos) excepto 40, y de ellas 26 están realizadas en Estados Unidos de Norteamérica y ninguna en formaciones mediterráneas.

Para que la muestra sea representativa el método de Gentry establece la realización de 10 parcelas de 50x2 m para cubrir 0,1 has de superficie, al ob-

TABLA 1  
MÉTODOS DE MUESTREO CON BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA, FORMA Y TAMAÑO DE LA PARCELA UTILIZADA Y RELACIÓN DE ATRIBUTOS QUE SE CONSIDERAN EN CADA UNO DE ELLOS

Tipo de muestreo	Bibliografía	forma de la parcela	Tamaño	Atributos	Aportación	Variables mesológicas
Transecto	Gentry, 1995, 1998 Trejo y Dirzo, 2002	Rectángulo	50x2 m (10 parcelas).	DAP, conteo de individuos, altura	Se puede controlar mejor el valor de las variables, y es menos invasivo	No se considera en el método.
Transecto variable	Foster <i>et al.</i> , 1995	Rectángulo	Con ancho fijo y longitud en función del número de individuos (50). Para árboles medianos (10-30 cm DAP), el ancho puede variar de 10 a 20 m y para los arbustos, árboles pequeños (1-10 cm DAP) y hierbas, la anchura puede ser de 1 a 2 m.	DAP, conteo de individuos.	Evaluaciones rápidas de la vegetación	No se considera en el método.
Cuadrante	Braun-Blanquet, 1979 Bejarano, 1993	Cuadrado	D. Mueller-Dombois y H. Ellenberg (1974) propusieron los valores empíricos de 200 a 500 m <sup>2</sup> para el estrato arbóreo de bosque; 50 a 200 m <sup>2</sup> para el estrato herbáceo de bosque, 30 a 100 m <sup>2</sup> para pastizal; 10 a 25 m <sup>2</sup> para matorral; 1 a 4 m <sup>2</sup> para musgos; y 0,1 a 1 m <sup>2</sup> para líquenes.	Abundancia-dominancia	Muestras más homogéneas y tienen menos impacto de borde.	No se considera en el método.
Círculos de radio variable	Grosenbaugh 1952a, 1952b Rice y Perfound, 1955	Círculo	Intercepción del punto con individuos.	DAP, conteo de individuos.	Tienen menos impacto de borde.	No se considera en el método.

TABLA 1 (Continuación)  
MÉTODOS DE MUESTREO CON BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA, FORMA Y TAMAÑO DE LA PARCELA UTILIZADA Y RELACIÓN DE ATRIBUTOS QUE SE CONSIDERAN EN CADA UNO DE ELLOS

Tipo de muestreo	Bibliografía	forma de la parcela	Tamaño	Atributos	Aportación	VARIABLES mesológicas
Punto centro cuadrado	Laboratorio de Ecología Vegetal de Wiconsin (WPEL)	Radial	En cada punto donde se sitúa el centro se cruzan dos líneas imaginarias, con las cuales se obtienen 4 cuadrantes con ángulos de 90°. En cada cuadrante se debe ubicar el árbol más cercano al punto central y tomar la distancia respectiva. Al final, en cada punto se consideran solo 4 árboles.	Altura, conteo de individuos, DAP, forma de copa y cobertura.	Diseñado principalmente para el estudio del estrato arbóreo.	No se considera en el método.
Líneas de intercepción	Canfield, 1941 Cuello, <i>et al.</i> , 1991 Smith, 1980	Principio de reducción de una transecto a una línea	En las líneas de muestreo se cuentan todas las intercepciones o proyecciones de las plantas sobre la línea.	Conteo de individuos, altura.	Vegetación densa dominada por arbustos y para caracterizar la vegetación gramínoide.	No se considera en el método.
Puntos de intercepción	Mateucci Colma, 1982	Puntos	Intercepción del punto con individuos.	Altura, cobertura, conteo de individuos, y DAP.	Apto para muestrear vegetación gramínoide y arbustiva.	No se considera en el método.

Nota: se tiene en consideración la aportación de los mismos en relación al estudio de la vegetación.

Fuente: elaboración propia.

jeto de proporcionar una comparación entre formaciones diferentes. Este método considera todos los individuos de especies fanerófitas cuyo DAP es superior a 2,5 cm, localizadas dentro del perímetro definido por 1 m a cada lado de una línea de 50 m. El análisis de los datos permite estudiar la diversidad de una formación vegetal tomando como referencia las especies de tipo biológico arbóreo, así como su estructura vertical. No considera ningún tipo de cobertura horizontal. Su habitual aplicación en los medios tropicales ha dejado de lado el estudio de la vegetación del sotobosque y matorral, ya que no considera aquellos fanerófitos que no posean un DAP superior a 2,5 cm, por lo que su aplicación directa a las formaciones mediterráneas no es suficientemente efectiva.

#### METODOLOGÍA DE INVENTARIO DE FORMACIONES VEGETALES: MÉTODO MIFC Y TÉCNICAS DE ESTUDIO

La experiencia de investigación geobotánica en los medios tropicales y subtropicales del grupo de Estudios Tropicales y Cooperación al Desarrollo (GETCD) de la Universidad de Sevilla, apoyada en las técnicas de investigación ecodinámicas con resolución cartográfica (Cámara, 1997 y 2005; Cámara *et al.* 2008; Díaz del Olmo *et al.*, 2004; Bejarano *et al.*, 2010; La Roca y Cámara, 2011), ha propiciado la puesta a punto de un método de muestreo por transectos de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos que en acrónimo denominamos MIFC.

La implementación del MIFC identifica las formaciones vegetales como unidades fisonómico-estructurales-fenológicas, considerando como factores mesológicos las formaciones superficiales (suelos, sedimentos y paleosuelos, principalmente), la unidad hidrogeomorfológica y las condiciones bioclimáticas en la que están insertas.

Para su desarrollo se aplican dos conjuntos de técnicas:

- a) La técnica de transectos lineales de 50x2 m de longitud, a partir de la cual se levanta el inventario de los individuos fanerófitos y caméfitos presentes, sus atributos y su posición relativa en el mismo, así como los elementos mesológicos que condicionan su distribución: tipo y características del suelo y/o formación superficial, caracterización del estado de humedad de las mismas y régimen hídrico y procesos hídricos, con especial incidencia de los flujos de aguas subsuperficiales (funcionamientos mesogénicos, Borja, 2009; Borja *et al.* 2011). Estos elementos mesológicos determinan las sinecias propias de cada formación vegetal en la interpretación de Huguet del Villar (1929).



- b) Las técnicas de diagramas de balance bioclimático y balance hídrico. En su levantamiento han de tenerse en cuenta su relación con las características texturales de las formaciones superficiales y la profundidad de las raíces de la formación vegetal con su capacidad de campo asociada (Cámara, 2004).

El nuevo método constituye en esencia una modificación del utilizado por Gentry (1982 y 1988), justificado por las carencias y necesidades del estudio de las formaciones arbustivas y arbóreas, como ya hemos indicado líneas atrás. Las principales que hemos considerado son:

- Las especies arbustivas y subarbustivas (fanerófitos y caméfitos) que no poseen DAP superior a 2,5 cm quedan fuera del inventario, y estos tipos biológicos son característicos de las formaciones vegetales mediterráneas y subtropicales en general.
- No se dispone de una estimación de la cobertura horizontal y sólo es posible determinar el IVI para las especies cuyos individuos tienen un DAP superior a 2,5 cm, especialmente si la formación vegetal es arbustiva.
- No se puede cartografiar el transecto por lo que el inventario queda sólo en un listado de individuos/especies con su DAP y altura.
- No es posible establecer un sistema de análisis dinámico entre formaciones vegetales relacionando la diversidad de sus estratos (estructura vertical) y la cobertura horizontal de cada uno de ellos.

Para hacer frente a estas carencias se define en el MIFC la unidad básica de parcela en 50x2 m de transecto lineal, a semejanza del método de Gentry, en un censo de plantas leñosas de fanerófitos y caméfitos. Para establecer la estructura vertical y horizontal de las especies leñosas arbustivas y subarbustivas se considera para cada individuo la altura, el diámetro mayor y menor si no posee un DAP superior a 2 cm, y el radio mayor y menor de la copa si posee un DAP igual o superior a 2 cm. Se ha añadido en la toma de datos la posición del individuo identificado y medido, tanto en su distancia longitudinal en el transecto lineal de 50 m, como su separación a derecha o izquierda del eje del transecto.

Las parcelas obtenidas en su localización no tienen que disponerse necesariamente de forma paralela o en transecto continuo, ya que prevalece el objetivo del inventario. Éste puede tener dos opciones:

- a) Que las parcelas de muestreo se realicen en una misma unidad homogénea de formación vegetal —formación superficial geomorfológica. Para ello, de acuerdo al método de Gentry y de los postulados de Preston

(curva área-especies) se realizarán 10 parcelas para obtener una muestra de 0,1 has, para que éstas sean comparables independientemente de sus características.

- b) Que las subunidades marquen un transecto geobotánico para el que las parcelas tendrán una disposición lineal que recoja los cambios en la cadena de suelos o formaciones superficiales y/o posición geomorfológica. En este caso, el número de parcelas estará en función de los cambios que se quieran destacar, siendo especialmente útil el denominado por nosotros «diagrama de burbujas» que se expone más adelante.

Una vez obtenido el inventario, su tratamiento analítico debe realizarse agrupando cuatro tipos de resultados:

- Características de los atributos de las unidades de muestreo y sus elementos.
- Características estructurales de la formación vegetal.
- Índices de diversidad.
- Tratamiento estadístico multivariante de las parcelas inventariadas según análisis Cluster con el análisis de similitud de Morisita.
- Estos resultados se pueden plasmar en 5 tabulaciones de datos, agrupadas en tramos de 5 m dentro de cada transecto lineal:
- Tabulación 1: número de individuos por especie cada 5 m y en el total del transecto.
- Tabulación 2: cobertura de especies cada 5 m y en el total del transecto.
- Tabulación 3: número de individuos por especie y por estrato vertical cada 5 m y en el total del transecto.
- Tabulación 4: cobertura de especies por estrato vertical y cada 5 m, y en el total del transecto.
- Tabulación 5: cobertura de DAP por especie cada 5 m, y en el total del transecto.

En la base de estas tabulaciones se puede situar cada 5 m su caracterización mesológica, estableciendo las relaciones geobotánicas de la parcela, o si es el caso del transecto-catena, cuya expresión gráfica en el resultado de la vegetación se recoge en el «diagrama de burbujas».

### **Características de las unidades de muestreo y sus elementos**

Se relaciona la riqueza específica, los individuos analizados con sus atributos (altura, cobertura, biotipo, DAP), y su caracterización florística a partir del

IVI. Una representación en histograma de frecuencias de las medidas del DAP permite, a través de los estadísticos de sesgo, curtosis, media, mediana y moda, analizar la dinámica de la formación vegetal de fanerófitos con DAP >2 cm en su conjunto o por especie. De igual modo, se puede elaborar la curva área-especies con las frecuencias acumuladas de éstas en función del área.

La curva área-especies muestra una distribución cuya fórmula responde a la ecuación  $S = CA^z$  donde S (y) es el número de especies; A (x) es el área, C es un parámetro que depende del taxón y de la región biogeográfica, especialmente de la densidad de la población determinada por estos dos parámetros, siendo menor cuando el medio está empobrecido; y (z) es un parámetro que cambia poco entre las especies o dentro de un determinado taxón en diferentes regiones biogeográficas (Mac Arthur, 1967). Para los insectos el valor de z varía entre 0,2 y 0,35, llegando en las aves a 0,49 (Mac Arthur, 1967). La teoría de Preston (Preston, 1962) establece que existe una relación entre el número de individuos de la población respecto a los individuos de la especie más rara (J/m) y el número de especies (S), alcanzando z el valor de 0,27. Valores altos de z expresan en general una intensificación de la acumulación de especies.

### Características estructurales de la unidad de muestreo: DEREK y diagramas de burbujas

La estructura vertical de la formación se expresa en una gráfica elaborada independientemente de los biotipos que denominamos «Diagrama Ecodinámico de Riqueza-Estructura-Cobertura» (DEREK). Se obtiene a partir de los datos de la tabulación 4. La estructura horizontal (cobertura) se ejecuta a través de los «Diagramas de Burbujas».

La elaboración de los DEREK se realiza sobre un diagrama binario con un eje vertical y otro horizontal, a partir de cual se consideran los siguientes elementos (tabla 2):

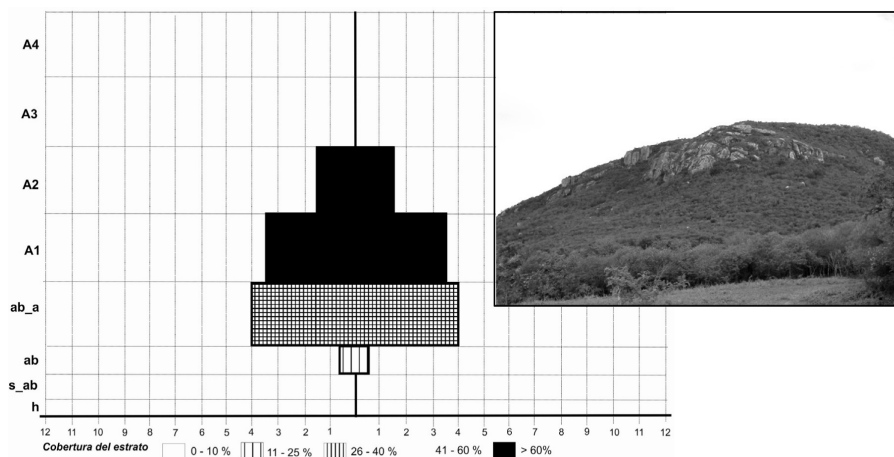
La anchura de la barra horizontal en cada estrato se construye con el número de especies (por ejemplo: 10 especies se distribuyen 5 a cada lado del eje; 11 especies, 5,5 a cada lado del mismo). Dentro de la barra resultante, se incorporan diferentes tramas según la cobertura del estrato (0-10%; 10-25%; 25-40%; 40-60%; > 60%) (figura 1). De forma lateral a las barras que expresan la riqueza de cada estrato, se incorpora una simbología dinámica de la formación vegetal y de transformación antrópica, permitiendo con ello obtener por estrato una evaluación de la tendencia a disminuir/aumentar en cobertura o en especies.

TABLA 2  
RELACIÓN DE MEDIDAS ESCALARES ENTRE LA GRÁFICA Y LA REALIDAD  
PARA EL DERE C

Estratos	Realidad	Altura en la pirámide
arbóreo 4 muy alto (A4)	>20 m	3 cm
arbóreo 3 alto (A3)	10-20 m	3 cm
arbóreo 2 (A2)	5-10 m	3 cm
arbóreo 1 (bajo) (A1)	3,5-5 m	3 cm
arbustivo alto (ab_a)	1,5-3,5 m	3 cm
arbustivo (ab)	0,6-1,5 m	1 cm
subarbustivo (s_ab)	0,3-0,6 m	1 cm
herbáceo (h)	<0,3 m	0,5 cm

Fuente: elaboración propia.

FIGURA 1  
EJEMPLO DE DERE C CON CATV-2



Nota: parcela de bosque de caatinga en el inselberg de Caturité (estado de Paraíba, Brasil), realizada en mayo de 2011, con un estrato arbóreo bajo y medio muy cerrado y sin presencia de especies de fanerófitos y caméfitos en el estrato subarbustivo y herbáceo. Un total de 12 especies en la parcela, con 3 en el estrato arbóreo medio (A2), 7 en el estrato arbóreo bajo (A1), 8 en el estrato arbustivo alto (ab\_a) y 1 en el arbustivo (ab). A la derecha foto del inselberg de Caturité con el bosque de caatinga conservado en su vertiente.

Fuente: elaboración propia.

A partir del DEREK que se identifique como situación ecodinámica más estable de la formación vegetal muestreada se analizan los otros DEREK obtenidos de la misma formación vegetal en otras parcelas. De esta manera se puede realizar un análisis comparativo entre DEREKs para establecer la dinámica de las formaciones vegetales.

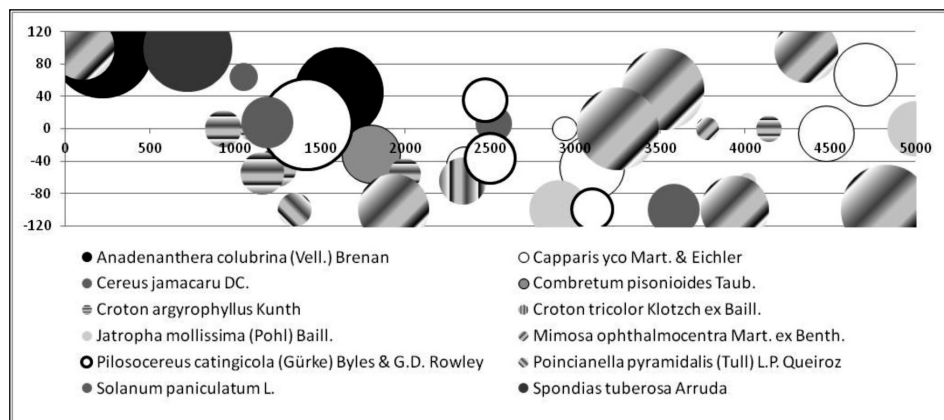
Por su parte, la representación gráfica de la cobertura de las especies en el transecto la obtenemos a través del «Diagramas de Burbujas» (DB). Su elaboración se obtiene a través del software Excel de Microsoft, en cuya representación se calcula la superficie de cobertura para los matorrales, según el área de la elipse con el producto de los semiejes por el número  $\pi$  ( $a*b*\pi$ ), o el área de la copa en el caso de que presenten los arbustos y árboles DAP a partir del radio medio.

Este tratamiento da lugar a tres columnas para cada especie (figura 2):

- $X = D$  (distancia en el transecto lineal).
- $Y = d$  (suma de columnas dd-di, distancia a la derecha o a la izquierda de punto D del transecto lineal).
- $R$ , se calcula el radio de la burbuja a partir de la cobertura  $R = (\text{cobertura}/\pi)^{(1/2)}$ .

FIGURA 2

DIAGRAMA DE BURBUJAS QUE EXPRESA LA COBERTURA HORIZONTAL DEL TRANSECTO CATV-2



Nota: las especies más representativas son *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth., *Capparis yco* (Mart.) Eichler, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan y *Pilosocereus cattingicola* (Gürke) Byles & G.D. Rowley. En el diagrama queda expresada la posición relativa de los individuos en el transecto y su cobertura.

Fuente: elaboración propia.

## Índices de diversidad y dominancia

Se utilizan los tipos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  que miden respectivamente la riqueza de especies de una comunidad, el grado de cambio o remplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades y su riqueza en el conjunto de comunidades.

Los  $\alpha$  que se utilizan son aquellos que miden la estructura en base a índices de abundancia proporcional, dividiéndose en índices de equidad, que toman en consideración el valor de importancia de cada especie; e índices de heterogeneidad (dominancia) que además del valor de importancia de cada especie, considera también el número total de especies de la comunidad (Whittaker, 1972; Moreno, 2001). Los de dominancia consideran la representatividad de las especies con mayor valor de importancia. Utilizamos los de Simpson y Berger-Parker.

El índice Simpson (1949) se obtiene por la fórmula  $\lambda = \sum p_i^2$ , donde  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$  (número de individuos de dicha especie dividido por el número total de individuos de la muestra). El índice de Simpson considera la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto. Su cálculo está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Indica la relación entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especies en cualquier lugar. Valores más próximos a 1, indican el predominio de alguna o algunas especies sobre otras. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como diversidad ( $D = 1 - \lambda$ ) la cual nos indica que cuanto más próximo al valor de 1, mayor es la equidad. Por su parte en el índice de Berger-Parker, un incremento de su valor se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución en la dominancia.

Los índices de equidad considerados son los de Shannon y Pielou ( $J'$ ). El primero de ellos, también denominado como de Shannon-Wiener (1949), se calcula por la fórmula  $H' = -\sum [(p_i)\ln(p_i)]$  (nats), donde:  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ ;  $N$  es el número de individuos totales. Se trata de una relación entre abundancia y riqueza y expresa la uniformidad de los valores de abundancia a través de todas las especies de la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el logaritmo neperiano de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

El índice de Pielou (1975) o de Equitabilidad se calcula a través de la fórmula  $J' = H'/H'_{\max}$ , donde  $H'_{\max} = \ln S$  mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada. Su valor oscila entre 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

TABLA 3

VALORES DE VARIOS ÍNDICE DE DIVERSIDAD  $\alpha$  (SHANNON, SIMPSON, PIELOU-J') OBTENIDOS A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL MIFC EN PARCELAS REALIZADAS EN BRASIL, MÉXICO, REPÚBLICA DOMINICANA Y ESPAÑA

Formaciones vegetales	Índice de diversidad ( $\alpha$ )	Valor	Interpretación
Caatinga (Bosque tropófilo tropical), Paraiba, Brasil	Shannon	3,2	Bosque con media diversidad; dominancia y equitabilidad alta; dominando por <i>Mimosa ophthalmocentra</i> y <i>Anadenanthera columbrina</i>
	Simpson	0,9	
	J'	0,8	
Cerrado (Bosque mesófilo tropical), Paraiba, Brasil	Shannon	3,3	Bosque con media diversidad; dominancia y equitabilidad alta; dominando por <i>Ouratea hexasperma</i> y <i>Eugenia puniceifolia</i>
	Simpson	0,9	
	J'	0,9	
Mata atlántica (Bosque ombrófilo tropical), Paraiba, Brasil	Shannon	3,3	Bosque con media diversidad; dominancia y equitabilidad alta; dominando por <i>Campomanesia dichotoma</i> y <i>Blepharocalyx salicifolius</i>
	Simpson	0,9	
	J'	0,8	
Bosque seco (bosque tropófilo tropical), Lago Enriquillo, República Dominicana	Shannon	3,0	Bosque con media diversidad; dominancia y equitabilidad alta; dominando por <i>Malpigia setosa</i> y <i>Guaiacum sanctum</i>
	Simpson	0,9	
	J'	0,8	
Encinar, Oaxaca, México	Shannon	2,3	Bosque con baja diversidad; dominancia y equitabilidad alta; dominando por <i>Quercus liebmanii</i> y <i>Amelanchier denticulata</i>
	Simpson	0,8	
	J'	0,8	
Alcornocal, Sierra Norte de Sevilla, España	Shannon	2,0	Bosque con baja diversidad; dominancia y equitabilidad alta; dominando por <i>Quercus suber</i> y <i>Cistus salvifolius</i>
	Simpson	0,8	
	J'	0,7	

Fuente: elaboración propia.

Para la medición de la diversidad  $\beta$  hemos utilizado los índices de similitud/disimilitud. Miden el grado en que dos muestras son semejantes ( $s$ ) por las especies, por lo que la disimilitud se expresará como  $d=1-s$ . Los índices se-

leccionados son el cualitativo de Sorensen, que relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios; y el índice de datos cuantitativos de Morisita, que considera además el número de individuos de cada especie relacionada. Este último es muy sensible a la abundancia de la especie más abundante (Moreno, 2001) (tabla 3).

Por su parte, el IVI en el MIFC mide el valor de las especies en base a tres parámetros: dominancia en base a la cobertura calculada cuantitativamente en el campo a través de los radios de las copas y diámetros de los arbustos, densidad y frecuencia. El resultado muestra la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El método de muestreo en transecto lineal de fanerófitos y caméfitos en formaciones vegetales (MIFC), posibilita una aplicación de distribución biogeográfica extensa, desde las formaciones vegetales de altas latitudes hasta las tropicales, ya que permite la inclusión cuantificada de los biotipos caméfitos y fanerófitos, al objeto de caracterizar estructural y dinámicamente las formaciones leñosas. Su implementación supone una adaptación del método de Gentry. Su georreferenciación a la parcela de estudio, permite realizar un seguimiento de los resultados en función de los intereses de la investigación, al tiempo que se puede llevar a cabo un análisis de las transformaciones mesológicas y antrópicas del ecosistema, tanto *in situ* como a través de imágenes de satélite. En este sentido, se enlaza con los fundamentos de Huguet del Villar (1929) que subrayaba la importancia de la sinecia, el medio geográfico y el medio estacional en la metodología geobotánica.

En la tabla 1 se presenta la relación de los métodos de muestreo de vegetación más usados comparando la forma de la parcela, su tamaño, el atributo que es considerado, la aportación principal de cada método y si considera como intrínseco alguna variable mesológica. De forma complementaria se ha elaborado la tabla 4 resumiendo las aportaciones del MIFC frente a otros ya existentes.

Se opta por el transecto lineal, dado que a pesar de presentar mayor efecto de borde, es en el que las variables y atributos se pueden medir mejor sin perturbar los elementos del transecto. Al mismo tiempo el MIFC permite obtener una doble aplicación, ya sea sobre áreas de vegetación homogéneas, o para detectar los cambios de la misma relacionados con variables mesológicas tipo y características del suelo y/o formación superficial, caracterización del estado



TABLA 4  
 APORTACIÓN DEL MIFC AL ESTUDIO DE FORMACIONES VEGETALES

Tipo de muestreo	Bibliografía	Forma de la parcela	Tamaño	Atributos	Aportación	Variables mesológicas
Método de transecto de fanerófitos y caméfitos.	R. Cámara y F. Díaz del Olmo	Rectángulo.	50x2 m Número de parcelas según área mínima determinada por la curva área-especie.	Altura, cobertura, DAP, conteo de individuos, posición relativa en el transecto.	Permite muestrear formaciones arbóreas y arbustivas, representación cartográfica de la parcela y diagramas de estructura y cobertura.	Suelos, formaciones superficiales, marco bioclimático y balance hídrico del suelo.

Fuente: elaboración propia.

de humedad de las mismas y régimen hídrico y procesos hídricos, con especial incidencia de los flujos de aguas subsuperficiales (mesogénicas).

Frente a otros métodos, el presente permite establecer un estudio analítico y cuantitativo de los biotipos de fanerófitos y caméfitos de las formaciones vegetales, y así caracterizar las formaciones vegetales como unidades homogéneas, al tiempo que estudiar la variación de los atributos a través del DB.

La utilización de metodologías cuantitativas frente a los inventarios obtenidos con valores cualitativos, posibilita un análisis más detallado de las muestras y establecer relaciones y comparaciones entre ellas. Por su parte, el cálculo de índices de diversidad  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , permite el análisis comparativo de formaciones vegetales homogéneas o heterogéneas.

La aplicación de este método aporta un conocimiento más detallado de los elementos y variables de las formaciones vegetales y establece relaciones entre diferentes parcelas en función de los factores ambientales que determinan la estructura y composición de éstas, desarrollando instrumentos de representación gráfica de la estructura vertical (DEREC) y horizontal (DB), otorgándole una expresión cartográfica que relaciona geobotánicamente los elementos vegetales con las formaciones superficiales.

Fecha de recepción: 01/08/2012

Fecha de aceptación: 21/03/2013

## BIBLIOGRAFÍA

- Arozena, M. E. y Molina, P. (2000): "Estructura de la vegetación", en G. Meaza, (ed.): *Metodología y práctica de la Biogeografía*. Barcelona, Serbal, Colección La Estrella Polar, 22. pp. 77-147.
- Arrhenius, O. (1921): "Species and area". *Journal of Ecology*, 9/1, pp. 95-99.
- Bejarano, R. (1993): "La vegetación de la costa atlántica de Andalucía (I). Las marismas mareales (Marismas del Río Piedras, Huelva)". *Notes de Geografía Física*, 22, pp. 55-68.
- Bejarano, R., Cámara, R., Borja, C., Díaz del Olmo, F y Recio, J. M. (2010): "Caracterización de los bosques de sabina (*Juniperus turbinata* Guss.) del entorno de la Laguna de Charco del Toro (Parque Nacional Doñana, Huelva): aplicación de una nueva metodología para el Estudio de la Vegetación", en P. Giménez Font, J. A. Marco Molina, E. Matarredona Coll, A. Padilla Blanco y Á. Sánchez Pardo (coords.): *Biogeografía, una Ciencia para la Conservación del Medio*. Murcia, Combell, S.L., 1, pp. 25-34.
- Bellot, F. (1945): "La asociación de *Quercus suber* L. en el *Quercion ilicis* de la Mariánica y Oretana". *Bol. Sociedad Broteriana*, 2ª serie/19, pp. 539-558.
- Bellot, F. (1966): "La vegetación de Galicia". *Anales del Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 24, pp. 1-306.
- Bennett, D. y Humphries, D. A. (1978): *Introducción a la Ecología de campo*. Madrid, Blume, 326 pp.
- Bertrand, G. (1966): "Pour un étude de géographie de la végétation". *Rev. Géographie des Pyrénées et du Sud Ouest*, 37, pp. 129-243.
- Bolós, O. (1958): "Grupos corológicos de la flora balear". *Pub. Inst. Biología Aplicada*, 27, pp. 49-71.
- Bolós, O. (1962): *El paisaje vegetal barcelonés*. Barcelona, Universidad de Barcelona, Cátedra Ciudad de Barcelona.
- Borja, C. (2011): "Lagunas de Doñana (Huelva): génesis, dinámica y modelos hidrogeomorfológicos". Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. Documento inédito. 531 pp.
- Borja, C., Díaz del Olmo, F y Borja F. (2009). "Metodología hidrogeomorfológica y resultados en los humedales de Doñana", en J. A. López Geta y J. M. Fornés (eds.): *La geología e hidrogeología en la investigación de humedales*. Madrid, IGME, Serie Hidrogeología y aguas subterráneas, 28, pp. 271-287.
- Braun-Blanquet, J. (1979): *Fitosociología. Base para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid, Blume. 820 pp.
- Cámara, R. (1997): "República Dominicana: dinámica del medio físico en la región del Caribe. Aportación al conocimiento de la tropicalidad insular". Tesis doctoral. Sevilla. Universidad de Sevilla. 1000 pp.
- Cámara, R. (2004): "Escalonamiento bioclimático, regímenes ecodinámicos y formaciones vegetales de la isla La Española en República Dominicana", en J. M. Pana-

- reda (ed.): *Estudios en Biogeografía*. Terrassa, Universitat de Girona, Servei de Publicacions, pp. 39-58.
- Cámara, R., Martínez, J. R. y Díaz del Olmo, F. (2005): *Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente en República Dominicana: Medios Naturales, Manejo Histórico, Conservación y Protección*. Sevilla, Escuela de Estudios Hispano-Americanos (CSIC), Universidad de Sevilla, 280 pp.
- Cámara, R., Bejarano, R., Martínez, J. R. y Díaz del Olmo, F. (2008): "Estructura y geobotánica de la vegetación de los bosques tropófilos y helófilos tropicales en antiguos humedales colmatados: laguna de Limón y En medio (Hoya de Enriquillo, República Dominicana)", en M. M. Redondo y M. T. Palacios (eds.): *Avances en Biogeografía*. Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, Universidad Complutense de Madrid, pp. 47-58.
- Cámara, R., Díaz del Olmo, F. y Borja Barrera, C. (2013): "Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (II): estudio de los sabinares de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) (España)". *Estudios Geográficos*, 74/274, pp. 89-114.
- Canfield, R. (1941): "Application of the line-intercept method in sampling range vegetation". *Forestry*, 39, pp. 388-396.
- Cintrón G. y Schaeffer-Novelli, Y. (1983): *Introducción a la ecología del manglar* Montevideo, UNESCO, 109 pp.
- Corella J. F., Valdez H. J. I., Cetina A. V. M., González C. F. V., Trinidad S. A. y Aguirre R. J. R. (2001): "Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México". *Ciencia forestal en México*, 26/90, pp.73-102.
- Corenblit, D., Baas, A. C. W., Bornette, G., Darrozes, J., Delmotte, S., Francis, R. A., Gurnell, A. M., Julien, F., Naiman, R. J. y Steiger, J. (2011): "Feedbacks between geomorphology and biota controlling Earth surface processes and landforms: A review of foundation concepts and current understandings". *Earth-Science Reviews*, 106, pp. 307-331.
- Costa, M. (1974): "Estudio fitosociológico de los matorrales de la provincial de Madrid". *Anales del Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 31/1, pp. 255-315.
- Cox W. G. (1981): *Laboratory manual of general ecology*. Iowa, William C. Brown Co. publishers, 230 pp.
- Curtis J. T. y Mc Intosh R. P. (1951): "An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin". *Ecology*, 32, pp. 476-496.
- Dansereau, P. (1957): *Biogeography and Ecological perspective*. Nueva York, Ronald Press, 407 pp.
- Díaz del Olmo, F., Cámara, R. y Martínez, J. R. (2004): *Directrices y recomendaciones para el uso y gestión sostenible de los manglares de Chiriquí (República de Panamá)*. Panamá, ANAM-AECI, 154 pp.
- Ferreras, C. y Fidalgo, C. E. (1991): *Biogeografía y edafogeografía*. Madrid, Síntesis, 262 pp.
- Foster, B. R., Hernández, N. C., Kakudidi, E. K. y Burnham, R. J. (1995): "Un método de transectos variables para la evaluación rápida de comunidades de plantas en los

- trópicos*". Documento inédito. Chicago, Environmental and Conservation Programs, Field Museum of Natural History and Washington, D. C., Conservation Biology, Conservation International.
- Gentry, A. H. (1982): "Patterns of neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology. Hecht, Wallace and Prance". *Plenum Publishing Corporation*, 15, pp. 1-54.
- Gentry, A. H. (1988): "Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients". *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75, pp. 1-34.
- Gentry, A. H. (1995): "Diversity and floristic composition of neotropical dry forests", en S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (eds.): *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 146-194.
- Grosenbaugh, L. R. (1952a): "Plotless timber estimates new, fast, easy". *Jour. Forestry*, 50, pp. 32-37.
- Grosenbaugh, L. R. (1952b): "Shortcuts for cruisers and scalers". *Sou. For. Exp. Sta. Occasional Paper*, 126, pp. 1-24.
- Howard, J. A. y Mitchell, C. W. (1985): *Phytogeomorphology*. New York, Wiley, 222 pp.
- Huguet del Villar, E. (1929): *Geobotánica*. Madrid, Labor. 270 pp.
- La Roca, N. y Cámara, R. (2011): "El Ecotono Eurosiberiano-Atlántico/mediterráneo en el Valle de Espinosa de los Monteros (Burgos, España): una metodología para el estudio de formaciones vegetales de bosques", en P. Lozano y Cadiñanos, J.A. (eds.): *Paisajes de Transición y Gradientes Biogeográficos*. Bilbao, Universidad del País Vasco, pp. 116-176.
- Lacoste, A. y Salanon, R. (1981): *Biogeografía. Elementos de Biogeografía*. Barcelona, Oikos Tau, 272 pp.
- Mac Arthur, R y Wilson, E. O. (1967): *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, Princeton University Press, 140 pp.
- Matteucci, D. S. y Colma A. (1982): *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington, D. C., Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, 168 pp.
- Meaza, G. (2000): *Metodología y práctica de la Biogeografía*. Barcelona, Serbal, Colección La Estrella Polar 22, 392 pp.
- Montes, C. y Ramírez, L. (1978): *Descripción y muestreo de poblaciones y comunidades vegetales y animales*. Sevilla, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Moreno, C. E. (2001): *Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1*. Zaragoza, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, (UNESCO).
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (1974): *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, John Wiley & Sons, 547 pp.
- Naylor, L. A., Viles, H. A. y Carter, N. E. A. (2002): "Biogeomorphology revisited: looking towards the future". *Geomorphology*, 47, pp. 3-14.

- Pielou, E. C. (1975): *Ecological diversity*. New York, John Wiley & Sons, 165 pp.
- Pool D. J., Snedaker S. C. y Lugo A. E. (1977): "Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica". *Biotropica*, 9/3, pp. 195-212.
- Preston, F. W. (1960): "Time and Space and the Variation of Species". *Ecology*, V/41, Oct., pp. 611-627.
- Preston, F. W. (1962): "The canonical distribution of commonness and rarity: Part I". *Ecology*, 43. pp. 185-215.
- Rice E. L. y Penfound, W. T. (1955): "An Evaluation of the Variable-Radius and Paired-Tree Methods in the Blackjack-Post Oak Forest". *Ecology*, 36/2 (Apr., 1955), pp. 315-320.
- Rivas Goday, S. (1964): *Vegetación y flora de la Cuenca extremeña del Guadiana*. Badajoz, Publicaciones de la Excma. Diputación Prov. Badajoz.
- Rivas Goday, S. (1959): "Contribución al estudio de la *Querceta ilicis* hispánica". *Anales del Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 17/2, pp. 285-406.
- Rivas-Martinez, S. (1974): "La vegetación de la clase *Quercetea ilicis* en España y Portugal". *Anales del Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 31/2, pp. 205-259.
- Roger-Vignes, P. (1976): *Introducción a la Ecobiocenología*. Francia, Vicens Vives.
- Shannon, C. y Weaver, W. (1949): *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Simpson, E. H. (1949): "Measurement of diversity". *Nature*, 163, pp. 688.
- Smith, R. L. (1980): *Ecology and Field Biology*. New York, Harper and Row.
- Trejo, I. y Dirzo, R. (2002): "Floristic Diversity of Mexican seasonally dry tropical forest". *Biodiversity and Conservation*, 11, pp. 2063-2084.
- Tricart, J. (1976): "Écodynamique et aménagement". *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 25/1. pp. 19-32.
- Tricart, J. (1978): *Géomorphologie applicable*. Paris, Masson, 204 pp.
- Tricart, J. y Kilian, J. (1982): *La ecogeografía y la ordenación del medio natural*. Barcelona, Anagrama, 288 pp.
- Viles, H. A. (1988): *Biogeomorphology*. Oxford, Basil Blackwell, 365 pp.
- Wheaton, J. M., Chris Gibbins, C., Wainwright, J., Larsen, L. y McElroy, B. (2011): "Preface: Multiscale Feedbacks in Ecogeomorphology". *Geomorphology*, 126, pp. 265-268.
- Whittaker, R. H. (1972): "Evolution and measurement of species diversity". *Taxon*, 21/ 2-3, pp. 213-251.

## RESUMEN

Se presenta un Método geobotánico cuantitativo de Inventario de formaciones vegetales homogéneas (Fanerófitos y Caméfíto)s (método MIFC). La técnica utilizada es un inventario de vegetación (fanerófitos y caméfíto)s en transectos lineales de 50x2 m, dando lugar a parcelas de 0,1 has, atributos y posición relativa de la vegetación a lo largo del transecto. El método considera como base analítica del estudio de la vegeta-

ción, 10 parcelas de muestreo. Los resultados proporcionan datos sobre la biodiversidad (Shannon, Simpson), factores mesológicos e índice de valor de importancia (IVI) ecológica. Finalmente el método MIFC desarrolla una representación gráfica estructural específica, consistente en el «Diagrama Ecodinámico de Riqueza-Estructura-Cobertura» (DEREC) para la vertical y en un «Diagrama de Burbujas» (DB) para la horizontal.

**PALABRAS CLAVE:** método geobotánico; fanerófitos; caméfitos; transecto; parcelas de muestreo.

#### ABSTRACT

This study presents a quantitative geobotanical method of inventory for homogeneous vegetation formations (phanerophytes and chamaephytes) (method MIFC). The technique used is an inventory of vegetation (phanerophytes and chamaephytes) in transects of 50x2 m. Resulting in plots of 0.1 ha., the attributes and the relative position of the vegetation along the transect. For the study of vegetation, the analytical basis method considers 10 sample plots. The results provide data on biodiversity (Shannon, Simpson), mesological factors and the ecological Importance Value Index (IVI). Finally, the MIFC method develops a specific structural graph, consisting of the Wealth-Structure-Coverage Ecodynamics Diagram (EDWSC) for the vertical structure and a *Bubble Diagram* (DB) for the horizontal structure.

**KEY WORDS:** geobotanical method; phanerophytes; chamaephytes; transect; sampling plots.

#### RÉSUMÉ

Nous présentons ici une méthode géobotanique quantitative d'Inventaire de formations végétales homogènes (Phanérophytes et Chamaephytes) (méthode MIFC). La technique utilisée est un inventaire de la végétation (phanérophytes et chamaephytes) des transects linéaires de 50x2 m, donnant lieu à des parcelles de 0,1 ha, à des attributs et à une position relative de la végétation au long du dit transect. La méthode prend comme base d'analyse de l'étude de la végétation 10 parcelles d'échantillonnage. Les résultats fournissent des données sur la biodiversité (Shannon, Simpson), les facteurs mésologiques et l'Indice de Valeur d'Importance (IVI) écologique. Finalement, la méthode MIFC développe une représentation graphique structurelle spécifique consistant en un *Diagramme Ecodynamique de Richesse-Structure-Couverture* (DERSC) pour la verticale et en un *Diagramme à bulles* (DB) en horizontal.

**MOTS CLÉS:** méthode géobotanique; phanérophytes; chamaephytes; transect; parcelles d'échantillonnage.