

# EVALUACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD FORESTAL EN EL PROYECTO FORESTBIOTA, LA RED ENFIN Y EL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL: METODOLOGÍA, COORDINACIÓN Y DESARROLLO.

MAYTE MINAYA<sup>1</sup>, ICIAR ALBERDI<sup>2</sup>, ELSA ENRÍQUEZ<sup>3</sup>, SANTIAGO SAURA<sup>4</sup>

(1) INIA. Departamento de Medio Ambiente. Carretera de la Coruña km. 7,500 28040 Madrid

(2) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid.

(3) Área de Defensa contra Incendios Forestales. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. C/ Gran Vía de San Francisco 4, 28005 Madrid.

(4) Departamento de Ingeniería Agroforestal. ETSEA. Universidad de Lleida. Av. Rovira Roure, 191. 25198. Lleida.

## Resumen

La estimación y valoración de la biodiversidad mediante indicadores es en la actualidad, objeto de controversia. Aunque se han determinado pautas sobre los distintos campos que deben analizarse no existen parámetros internacionalmente aceptados. Se analizan dos metodologías: la desarrollada por el proyecto *ForestBIOTA*, desarrollado en el marco del Sistema Pan-Europeo para el seguimiento intensivo y continuado de los ecosistemas forestales (Red CE de Nivel II), como ensayo para su aplicación gran escala en el esquema europeo *Biosoil*; y la metodología desarrollada por el Inventario Forestal Nacional, ligada a los proyectos cuyo objetivo es la armonización de los inventarios europeos (marco *ENFIN*, *European National Forest Inventory Network* y acción COST E43 *Harmonisation of National Inventories in Europe: techniques for common reporting*). Se presentan los datos preliminares de parte de estos estudios, y su posible convergencia.

**Palabras clave:** riqueza florística, estructura de la masa, líquenes, madera muerta, indicadores de biodiversidad.

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de realizar análisis de biodiversidad ha quedado patente en los últimos años, tal y como se refleja en el texto del Convenio de NNUU de Diversidad Biológica y en los documentos que de ella se derivan (UNEP, 1992), (UNEP, 1995), y en las conclusiones de la Conferencia Europea de Protección de los Bosques de Viena en cuanto criterios e indicadores de biodiversidad (MCPFE, 2003). Sin embargo, debido a la gran amplitud del término biodiversidad, es necesario establecer diferentes metodologías dependiendo de los objetivos de cada estudio. En el campo de la biodiversidad forestal, aunque se han determinado directrices de los distintos parámetros que deben analizarse (UNEP, 1997), (UNEP, 2003); no existen metodologías concretas internacionalmente aceptadas.

Existen una serie de diferentes procedimientos que están siendo testados en la obtención de parámetros de biodiversidad forestal dentro de las parcelas permanentes instrumentadas existentes en España de la Red de Nivel II europea, gestionadas por la Dirección General para la Biodiversidad, bajo la dirección científica del INIA. En ellas se estudian indicadores de biodiversidad como la dinámica botánica, abundancia líquénica, estructura forestal y madera muerta. Así mismo, el Inventario Forestal Nacional está llevando a cabo un ensayo de toma de datos armonizada sobre biodiversidad forestal en base a los parámetros medidos en las parcelas de su Tercer Ciclo. Estos esfuerzos nacionales se inscriben a su vez en acciones internacionales cuya finalidad es la de crear una base de datos comparable y continuada en el tiempo sobre indicadores homogéneos de biodiversidad forestal, la comparación y convergencia tiene como resultado que los estudios realizados en cada red sean complementarios entre sí y examinar su posible armonización a nivel local, nacional o internacional.

## METODOLOGÍA

El proyecto *ForestBIOTA* surge en el año 2000 mediante la iniciativa común de diez países europeos, que aplican sobre una selección de parcelas permanentes de la Red de Nivel II la medida periódica y común a nivel europeo de parámetros relacionados con la biodiversidad forestal. Este proyecto está operativo actualmente en 12 parcelas en el ámbito nacional y en 80 en el europeo (ICP FORESTS, 2003). Esta fase test que termina en el 2005 da lugar a un nuevo proyecto de ámbito también europeo pero con una amplitud mucho mayor: el proyecto *Biosoil* (BIOSOIL, 2004) cuyo ámbito de aplicación es una cuadrícula de 16 km. de lado extendida sobre el territorio forestal del continente europeo, en la Red sistemática europea CE de Nivel I. El contenido del *Biosoil* incide tanto en la biodiversidad como en la edafología.

El Inventario Forestal Nacional estudia desde el año 2003 parámetros relacionados específicamente con un análisis posterior de la biodiversidad en un porcentaje aproximado del 40% de las parcelas totales objeto de revisión, empleando para ello un estadillo específico (IFN, 2004). En junio del año 2003 se constituyó el grupo de trabajo de la *Red Europea de Inventarios Forestales Nacionales* (*European National Forest Inventory Network*) (ENFIN). Este grupo de trabajo ha promovido posteriormente la creación de una acción COST (Acción Europea en el campo de la investigación aplicada científica y técnica), denominada COST E43 (*Harmonisation of National Inventories in Europe: Techniques for Common Reporting*) (COST E43, 2004). Uno de los objetivos de este proyecto es conseguir la armonización de los indicadores y la estimación de los procedimientos utilizados para evaluar los componentes de la biodiversidad.

### ***Estudios de la biodiversidad en la Red de Seguimiento Intensivo de Daños en los Bosques (Red CE de Nivel II): ForestBIOTA.***

El proyecto *ForestBIOTA* ([WWW.forestbiota.org](http://WWW.forestbiota.org)) comenzó como un estudio piloto entre 14 países europeos dentro de la red de Nivel II por la necesidad de encontrar y ensayar la viabilidad de distintos parámetros relacionados con la biodiversidad forestal.

Este estudio piloto se realiza en las parcelas de Nivel II de seguimiento intensivo; en estas parcelas se tienen ya un conocimiento de cómo es la parcela, sus singularidades y su historia y en ellas en las que se están estudiando de forma continua los siguientes parámetros desde 1994 (De Vries et al., 2002): Evaluación del estado sanitario, deposición atmosférica, meteorología y fenología, crecimientos, calidad del aire, humedad del suelo, solución del suelo, edafología, y nutrientes foliares.

Se pretende que los diferentes parámetros de la biodiversidad se analicen de forma dinámica en el tiempo y se relacionen con los demás parámetros, intentando interaccionar las relaciones causa-efecto sobre la población objeto de estudio.

El proyecto *ForestBIOTA* estudia en un principio 5 parámetros básicos para estudiar su viabilidad a nivel europeo, los datos de los primeros muestreos se evaluarán a nivel europeo a finales de 2005 y servirá de base para ver los problemas actuales de adecuación de los manuales nivel europeo y en diferentes ecosistemas:

Clasificación de bosques (periodicidad: cada 10 años). Se aplica una categorización del sistema forestal donde se encuentra inscrito la parcela, utilizando como base los proyectos *BEAR* (*Forest Types for Biodiversity Assessments*) (BEAR, XXXX) y *EUNIS/EEA* (*European Union Nature Information Scheme*), (Davies et al. 2000). Esta definición a nivel europeo marca un primer estrato clasificatorio donde se inscribe la necesidad de una primera tipificación de los bosques es clara, en la última reunión del grupo *ForestBIOTA* se ha propuesto la integración de nuevos parámetros en la clasificación en base a tipos de bosque no plenamente identificados. Se pretende su periodicidad en base a los cambios que puedan surgir en estos años, es importante adjuntar a la clasificación un catálogo de fotos que ayuden en caso de dudas.

Estructura de la masa (cada 5 años): La necesidad de encontrar parámetros necesarios para

clasificar como están situados los árboles en la parcela, tanto horizontal como verticalmente y por especies. En las primeras determinaciones se ha dispuesto de datos ya existentes en la parcela, junto a parámetros medidos específicamente para este estudio como son la posición exacta con coordenadas de los árboles de la parcela, diámetro, altura y especie (Minaya, 2004) (Figura 1), se pretende evaluar no solo la estructura actual y comparar las diferentes estructuras a nivel europeo, sino evaluar sus variaciones al cabo de unos años.

Madera muerta (anual): La estimación de la madera muerta es un parámetro importante en la determinación de la biodiversidad; su existencia para aves, saprófitos o entomofauna y para la evaluación de la “naturalidad del bosque”, la evaluación se realiza anualmente para y en la misma época del año para poder estimar los cambios y la permanencia de esta madera muerta en la parcela, así como su velocidad de degradación. La madera muerta se diferencia en seis clases, cada una estimada en una superficie diferente según se indica a continuación y mediante la medición de los parámetros (Tabla 1): árboles muertos en pie de más de 5 cm. de diámetro normal, DN, (en la totalidad de la parcela), árboles caídos más de 5 cm. DN (en la parcela completa), trozas de diámetro superior a 10 cm. (en 4 subparcelas de radio 7 m), trozas con diámetro entre 5 y 10 cm. (3 líneas radiales que cruzan la subparcela), tocones (dentro de las subparcelas) y las acumulaciones de madera muerta (en la parcela completa) (Minaya, 2004) .

Inventario vegetación (cada 5 años): El estudio de la vegetación es primordial para la biodiversidad, se realiza en la totalidad de las subparcelas de 20 x 20 m., con dos visitas al año (final de primavera y otoño-invierno) realizada por especialistas en botánica con el muestreo de plantas vasculares, briófitos y líquenes terrícolas. Asimismo se estima la cobertura hasta un nivel del 5%, y señalando con + las especies de cobertura inferior. Se procede por último a una estratificación vertical de la vegetación existente (Gastón, 2004) (Figura 3).

Líquenes (cada 10 años): La inventariación de los líquenes se realiza en los pies vivos por especialistas liquenólogos; el procedimiento a seguir es clasificando los árboles de la parcela en gabinete, primero en pies de corteza ácida o pies de corteza neutra y posteriormente según su diámetro normal sea mayor de 36 cm., o menor o igual a 36 cm, luego, en gabinete se seleccionan al azar 12 pies de la parcela sobre los que se lleva a cabo la evaluación, de forma que en cada uno de los cuatro grupos a los que da lugar las anteriores clasificaciones, siempre haya al menos 3 individuos. El inventario se lleva a cabo sobre una gradilla de 50 cm. situada a 1 m. del suelo, en las cuatro direcciones principales de la brújula (N, S, E y O) (Calatayud, 2000) (Figura 4), se inventaría los líquenes existentes, su distribución y su abundancia.

## ***Estudio de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional***

La información necesaria para la determinación de los diferentes indicadores de biodiversidad, procede del mapa forestal y de una toma de datos específica llevada a cabo con tres tipos de estadillos en las parcelas del Inventario Forestal, uno referente al estudio de la biodiversidad en las parcelas, y los otros, al estudio de dos ecosistemas singulares, las riberas y los bordes.

Para la determinación de los diferentes hábitat se combina en lo posible la división en estratos de cada provincia (que considera a su vez, el tipo de especie arbórea dominante, su ocupación, el estado de masa y su fracción de cabida cubierta) y las teselas del Mapa Forestal, con la clasificación europea de la Directiva Hábitats 92/43/CEE y la clasificación propuesta en el proyecto COST E43 (Barbati & Marchetti, 2004).

Los indicadores seleccionados para caracterizar los hábitats de las diferentes provincias españolas, obtenidos a partir de los datos de las parcelas muestreadas cada diez años y de las teselas del Mapa Forestal, se agrupan en los doce “elementos estructurales” descritos a continuación:

Porcentaje de cobertura del suelo: se cuantifica la superficie por hectárea de cada cubierta (suelo desnudo, piedras, roca, turberas, encharcamientos, vegetación herbácea, materia orgánica, etc.).

Tipología de la masa forestal: se estiman indicadores de biodiversidad en función de diferentes clasificaciones de la superficie forestal.

Especies arbóreas: se evalúan diversos índices de composición y se realizan ajustes de la presencia en las parcelas de las distintas especies arbóreas a distintos modelos de distribución. Así mismo, se calcula el porcentaje de mezcla de coníferas/frondosas.

Estructura horizontal arbórea: se calcula el rango de variación de los diámetros presentes en cada parcela y se pondera la densidad de los árboles añosos, es decir, aquellos que sobrepasan el diámetro de cortabilidad o la edad del turno.

Estratificación vertical arbórea: el objetivo de este elemento es la determinación del número de estratos y se estima mediante dos indicadores, el porcentaje de parcelas ocupado por masas con y sin subpiso y la clasificación en masas coetáneas, regulares, semirregulares, e irregulares.

Cubierta arbustiva: este elemento analiza la composición de la flora arbustiva y su biodiversidad estructural. Un estimador estructural adicional es el resultado de clasificar en 10 clases la complejidad estructural la estructura vertical arbórea y la arbustiva.

Madera muerta: se diferencian cinco clases dentro de una subparcela de 15m. de radio: árboles muertos en pie, árboles caídos, ramas, tocones y acumulaciones de madera muerta.

Frecuencia de elementos singulares: se cuantifica la presencia de elementos singulares por hectárea (montones de leñas, cavidades en troncos, hormigueros, toperas, madrigueras, cuevas, muros, setos, nidos, huellas y rastros de fauna).

Riqueza de las especies no leñosas: se estima la riqueza de helechos, herbáceas gramíneas y herbáceas no gramíneas. Respecto a los líquenes se estima la cobertura de determinados grupos.

Presencia de especies vegetales amenazadas: se determinan las especies amenazadas presentes y su densidad.

Fragmentación y estructura espacial: el Mapa Forestal de España posibilita el cálculo de una serie de índices, que cuantifican las características de la distribución espacial de los distintos hábitats forestales en el territorio, y que están relacionados con diferentes aspectos de la biodiversidad de los bosques. Estos índices se agrupan en tres apartados diferenciados: índices de fragmentación (número y tamaño de las teselas de hábitat, distancia a la tesela más próxima, probabilidad de conectividad, etc.), índices de forma (índice de forma medio y ponderado, índice de elongación, densidad de puntos de forma característicos), y bordes compartidos (adyacencias entre los distintos hábitats y clases de usos del suelo).

Grado de influencia humana: La influencia o actividad humana es uno de los factores clave para explicar la distribución y los cambios en la biodiversidad forestal. Los impactos y perturbaciones asociados a la actividad antrópica y al uso más intensivo del territorio se estiman mediante los siguientes indicadores: densidad de población media, densidad de infraestructuras viarias, y variables topográficas del territorio sobre el que se asientan los hábitat forestales.

## RESULTADOS

Las figuras 1 y 2 representan el esquema de cómo es una parcela en el *ForestBIOTA* y en el inventario nacional

La figura 3 es el resultado del inventario de vegetación en una parcela, la proyección horizontal de las distintas especies presentes

Las figuras 4 y 5 son ejemplos de la estructura de la masa y la determinación de la madera muerta en dos parcelas de Nivel II diferentes una parcela es de *Quercus ilex* en Lugar Nuevo (Jaen) y otra de *Pinus nigra* en Mora de Rubielos (Teruel)

## CONCLUSIONES

La importancia de que estudios en la misma dirección y en distintas redes puedan servir de apoyo y cooperación entre ambas es el objetivo del estudio.

El proyecto *ForestBIOTA* se crea como ensayo y puesta a punto de una metodología sobre unas parcelas en las que se tienen ya otros estudios y para estudiar la interacción de otros parámetros como la meteorología, deposición atmosférica o la calidad del aire en la biodiversidad, este proyecto ha servido de base para trabajar en la red de Nivel I sobre ya 620 puntos en el proyecto BIOSOIL y con una menor intensidad.

El inventario Nacional trabaja con miles de parcelas de los que se obtienen índices de biodiversidad fácilmente comparables entre sí en el tiempo y con las parcelas de las redes Nivel I y II en la que se seguirá trabajando de manera intensiva.

### Agradecimientos

Agradecemos a Gerardo Sánchez, Jefe de Servicio de Protección Contra Agentes Nocivos en los montes y a Jose Antonio Villanueva, Jefe de Servicio del Inventario Forestal Nacional, de la Dirección General para la Biodiversidad (Ministerio de Medio Ambiente), así como a Javier Martínez Millán y Sonia Condés (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid), por sus comentarios y colaboración en estos proyectos. Los compañeros de los grupos de discusión en las acciones europeas *ForestBIOTA*, BioSoil, ENFIN y COST E34, y el personal de la Comisión Europea y sus Centros de Referencia por su trabajo en el ámbito del estudio y la medición de la biodiversidad forestal.

## BIBLIOGRAFÍA

- A. Barbati, P. Corona, T. B. Larsson and M. Marchetti, BEAR, Technical Report nº 8: Deriving an harmonized scheme of forest types at European continental level
- BIOSOIL, 2004. Biosoil project proposal. A demonstration study of forest biodiversity assessment at Level I under council Regulation Forest Focus. Documento interno DG ENV, Comisión Europea.
- Bryan Finegan, Walter Palacios, Nelson Zamora and Diego Delgado. 2001. Ecosystem-level Forest Biodiversity and Sustainability Assesment for Forest Management. In R.J. Raison, A.G. Brown & D.W. Flinn, ed. *Criteria and indicators for sustainable forest management*, p. 341-376. IUFRO Research Series No. 7, Wallingford, UK, CABI Publishing.
- Calatayud, V; Sanz, M. J. 2000. Guía de líquenes epífitos. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General de Medio Ambiente. 185 pp.
- COST E43, 2004. <http://www.metla.fi/eu/cost/e43/>
- Davies C.E. et al. 2000. EUNIS Habitat clasification. Progress report to the European Topic Centre on Nature Conservation. European Environmental Agency.
- De Vries, W. et al. 2002. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. Technical Report 2002. UNECE and EC. Ginebra y Bruselas.
- FAIR, 1997. BEAR: Indicators for monitoring and evaluation of forest biodiversity in Europe. FAIR-CT97-3575. European Environmental Agency.
- Gastón, A. 2004. Inventarios botánicos de biodiversidad en la Red de Nivel II en España. Métodos. I Curso de Especialistas en Sanidad Forestal. Madrid.
- Gordillo, E;Díaz, E;Martínez-Millán.,J. 2000. “*Elementos estructurales para la caracterización de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional*” Actas del Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes. Santiago de Compostela. Octubre 1999. Tomo 2. 641-647 pp.
- ICP FORESTS, 2003. ForestBiota web page. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, Hamburg. Alemania. <http://www.forestbiota.org>
- MCPFE, 2003. Fourth Ministerial Conference on the protection of Forests in Europe. Conference Proceedings, 28-30 April, 2003. Vienna. Austria.
- Minaya, M. 2004. Biodiversidad en la Red de Nivel II en España. Métodos. I Curso de Especialistas en Sanidad Forestal. Madrid.
- Villanueva, J. Antonio et al.. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente (2004) “*Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. Cantabria. Cantabria*”.
- UNEP, 1992. Convention on biological Diversity. United Nations Environment Programme. Nairobi. Kenia. <http://www.biodiv.org/convention/articles>
- UNEP, 1995. Global Biodiversity Assessments, Cambridge University Press.
- UNEP, 1997. Recommendations for a core set of indicators of biological biodiversity. UNEP/CBD/SBSTTA/3
- UNEP, 2003. Proposed biodiversity indicators relevant to the 2010 target. UNEP/CBD/SBSTTA/9

## FIGURAS Y TABLAS

Figura 1: Parcela y subparcelas de madera muerta en el proyecto *ForestBIOTA* y en el *Inventario Forestal Nacional*

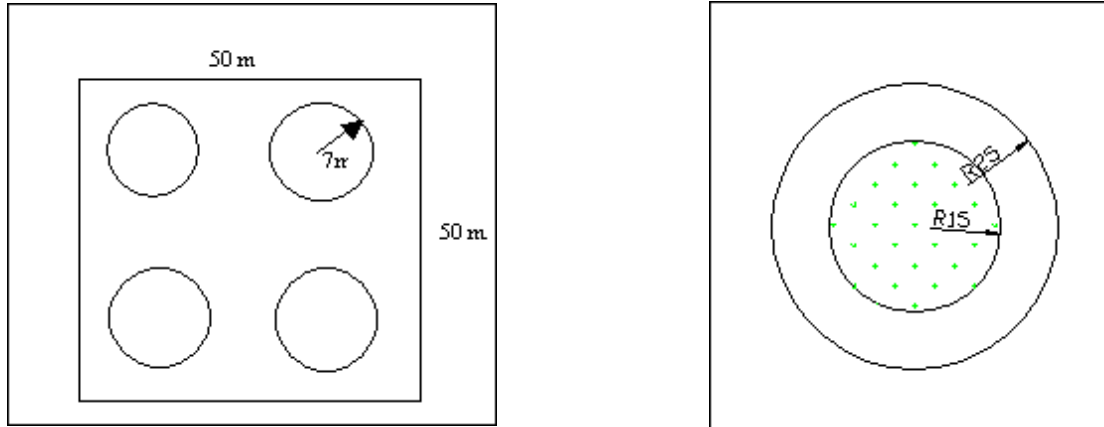


Figura 2. Posición de las gradillas en el árbol *ForestBIOTA* Fuente: Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots. (S. Stofer *et. al*)

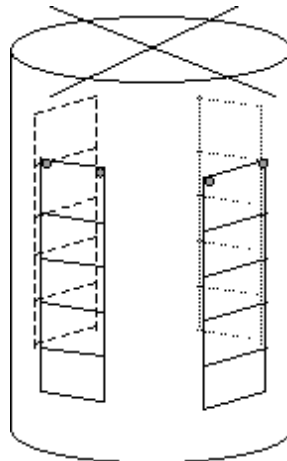
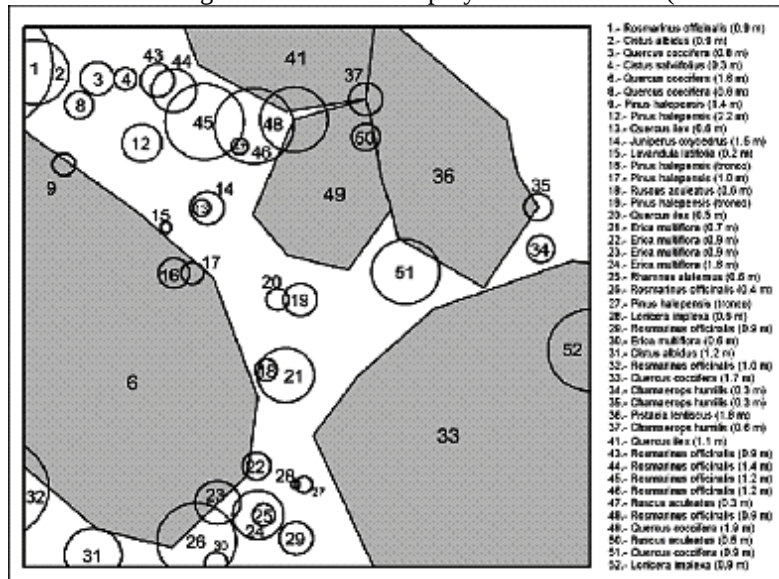


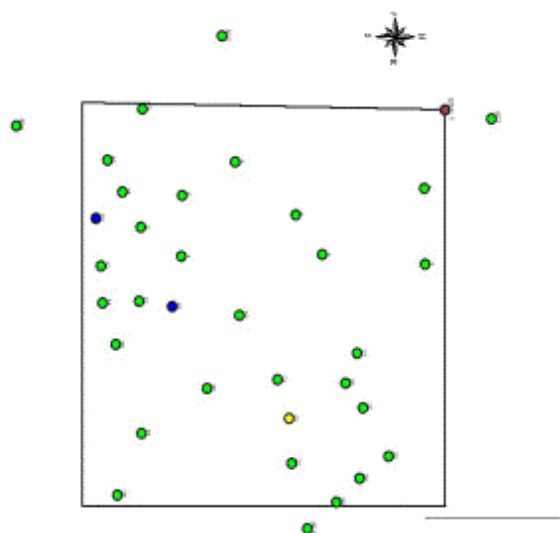
Figura 3: Ejemplo de distribución de la vegetación existente en proyección horizontal (Aitor Gascón, 2004)



Figuras 4 y 5: Ejemplos de dos determinaciones de la estructura de la masa y de la madera muerta en dos parcelas difentes, 26 Qi (Quercus ilex-Jaen) y 22 Pn (Pinus nigra- Teruel):

Las figuras son la representación horizontal de los árboles de la parcela en GIS y debajo estan los principales índices de estructura de la masa y de evaluación de la madera muerta

**26 Qi**

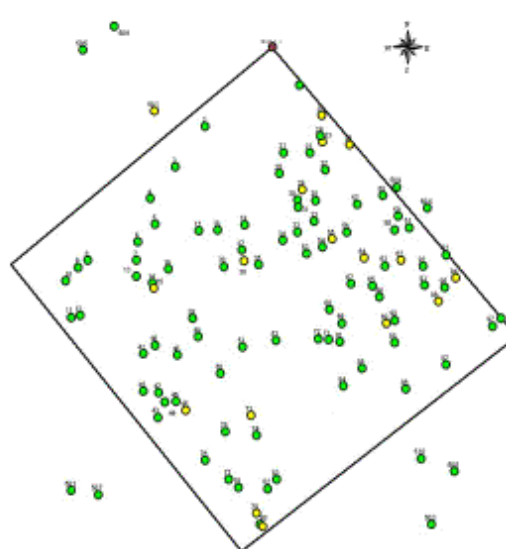


**Stand Structure:**

B area: 6.04m2/Ha  
 Volume: 12.554 m3  
 Clark& Evans: 1.9034  
 Species mingling: 0.0000  
 Shannon: 0.0000  
 dbh-differentiation : 0.3910  
 Contagion: 0.4500  
 Species Profile index: A= 0.7450  
 Arel=0.6780

| Tipo                 | Diám. med | Long med | Nivel Deg | Vol  | Vol/Ha |
|----------------------|-----------|----------|-----------|------|--------|
| Arbol muerto en pie  |           |          |           |      | 0      |
| Arbol muerto caído   |           |          |           |      | 0      |
| Acumulaciones        |           |          |           | *    | 0      |
| Trozas>10cm diametro |           |          |           |      | 0      |
| Trozas>5cm diametro  |           |          |           |      | 0      |
| Tocones              | 13,13     | 9,50     | 4,50      | 0,01 | 0,33   |
| Total                |           |          |           | 0,01 | 0,33   |
| Volumen madera/ha    |           |          |           |      | 12,55  |

**22 Pn**



**Stand Structure:**

B area: 22.93 m2/Ha  
 Volume: 117.408 m3  
 Clark& Evans: 1.7251  
 Species mingling: 0.0000  
 Shannon: 0.0000  
 dbh-differentiation : 0.2930  
 Contagion: 0.6500  
 Species Profile index: A=1.0159  
 Arel=0.9247

| Tipo                 | Diám. med | Long med | Nivel Deg | Vol  | Vol/Ha |
|----------------------|-----------|----------|-----------|------|--------|
| Arbol muerto en pie  | 6.10      | 2.90     | 2.00      | 0.04 | 0.17   |
| Arbol muerto caído   | 11.23     | 7.70     | 3.33      | 0.35 | 1.41   |
| Acumulaciones        |           |          |           | *    | 0      |
| Trozas>10cm diametro |           |          |           |      | 0      |
| Trozas>5cm diametro  |           |          |           |      | 0      |
| Tocones              | 38.14     | 15.64    | 3.73      | 0.21 | 13.25  |
| Total                |           |          |           | 0.70 | 14.82  |
| Volumen madera/ha    |           |          |           |      | 117.41 |