

**6º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL**

6CFE01-460

Montes: Servicios y desarrollo rural
10-14 junio 2013
Vitoria-Gasteiz



Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013
ISBN: 978-84-937964-9-5
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Análisis de la dispersión espacial de diversas especies forestales, utilizando las parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN).

RUIZ POTOSME, N.M.¹, SÁNCHEZ SASTRE, L.F.¹, HERNANDEZ NAVARRO S.¹, GARCÍA FUENTES, J.¹, BRAVO SÁNCHEZ, C.T.¹, MARTIN GIL, J.¹, CORREA GÜIMARAES, A.¹, NAVAS GRACIA, L.M.¹

¹ Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Campus “La Yutera”, Universidad de Valladolid.

Resumen

El siguiente estudio tiene como finalidad analizar la dispersión espacial de seis especies forestales (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica* y *Castanea sativa*) y comprobar el efecto de la escala en función de tres atributos espaciales (Principal, Acompañante y Presencia). El análisis espacial de la distribución, se realiza empleando un Sistema de Información Geográfica (SIG), que nos permite modificar y adaptar la base de datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2) mediante el Programa ArcGis 9.3 y crear una nueva base de datos específica a las necesidades del estudio. El análisis de dispersión espacial se ha realizado para los tres atributos, y a diferentes escalas (nivel nacional, nivel autonómico, nivel provincial y, por último, el nivel comarcal), para comprobar el efecto de la escala sobre los tres atributos. La distribución espacial varía en función de cual sea la superficie del área de estudio: nacional, regional, provincial y comarcal. A nivel nacional es más habitual que la distribución de las especies estudiadas sea agrupada, en cambio, a nivel comarcal lo más frecuente es que la distribución sea aleatoria o sistemática. Cabe destacar que existen especies forestales con diferentes parámetros ecológicos y pueden tener una distribución muy similar.

Palabras clave:

Especies forestales, Inventario Forestal Nacional (IFN2), Sistemas de Información Geográfica (SIG), Distribución espacial.

1. Introducción

La cartografía forestal es un instrumento eficaz y poderoso de comunicación, que permite visualizar el diagnóstico y el efecto de unos objetivos y estrategia. Pero también es un elemento clave para alcanzar una participación pública bien documentada sobre la actuación del medio ambiente en la formulación de otras políticas. (5º Congreso Forestal Español. JCyL, 2009)

El inventario Forestal Nacional es un proyecto que tiene por objeto conocer la situación actual de los ecosistemas forestales en España. Para ello, es preciso disponer del mayor número de datos posible sobre la situación, el régimen de propiedad, el estado legal, la evolución del paisaje a lo largo de los años, así como la capacidad productora de todo tipo de recursos de los montes. Determinar si la distribución de los individuos en una población se realiza de manera aleatoria, uniforme o agregada es difícil, y requiere técnicas de muestreo cuidadosas. Si una población se concentra en pequeñas áreas y la densidad poblacional se



describe en términos de individuos por kilómetro cuadrado, se recibe una falsa impresión (Smith, 2000). El recientemente desarrollado Análisis de Coordenadas Principales de Matrices de Vecinos (Principal Coordinates Neighbour Matrices Analysis, PCNM; Borcard y Legendre 2002, Borcard *et al.* 2004, Dray *et al.* 2006) ofrece una novedosa herramienta metodológica para diseccionar la estructura espacial de los procesos ecológicos a distintas escalas espaciales. Este análisis permite generar modelos espacialmente explícitos que desglosan, con una potencia analítica equivalente, la varianza de un parámetro ecológico dado a lo largo de una gradiente de escalas espaciales. El Análisis de Coordenadas Principales de Matrices de Vecinos empieza por establecer una matriz de distancias euclídeas entre todos los puntos de muestreo, considerando que se parte de una estructura espacial de muestreo determinada (Maestre *et al.*, 2005). En el método del vecino más próximo, la distancia que se considera es la existente entre el individuo más próximo y su vecino más próximo.

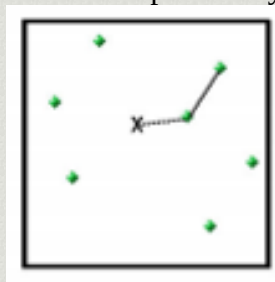


Figura 1. Representación del método del análisis del vecino más próximo para un punto. Fuente: ESRI, 2012.

Según Maestre *et al.*, 2005, el análisis de Coordenadas Principales de Matrices de Vecinos y los Modelos Lineales Jerárquicos son métodos analíticos recientemente desarrollados que permiten, tratando el espacio de forma explícita el primero y de forma implícita el segundo, desglosar la varianza muestral de los parámetros ecológicos y establecer medidas de covariación entre parámetros a distintas escalas espaciales.

La herramienta Promedio de vecinos más cercanos mide la distancia entre cada centroide de entidad y la ubicación del centroide de su vecino más cercano. A continuación calcula el promedio de todas las distancias de vecinos más próximos (Figura 2). Si la distancia promedio es menor que el promedio de una distribución hipotética aleatoria, se considera que la distribución de las entidades que se analiza es agrupada. Si la distancia promedio es mayor que la distribución hipotética aleatoria, se considera que las entidades están dispersas. La relación de vecino más cercano promedio se calcula como la distancia promedio observada dividida por la distancia promedio esperada (con la distancia promedio esperada basada en una distribución hipotética aleatoria con el mismo número de entidades que cubren la misma área total) (ESRI, 2012).

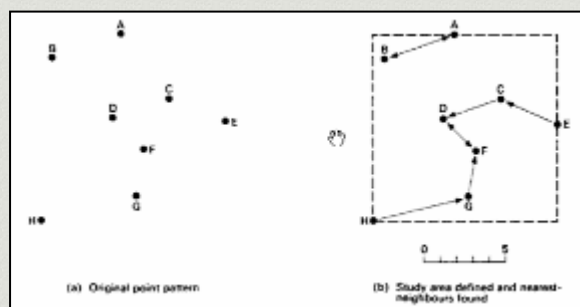


Figura 2. Análisis del vecino más próximo gráficamente. Fuente Ebdon, 1985.

2. Objetivos.

El objetivo principal de este trabajo es analizar la dispersión espacial de diversas especies forestales. Los objetivos específicos del estudio son:

1. Aplicar una nueva metodología para conocer la dispersión espacial de diversas especies forestales.
2. Utilizar un Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta para modificar y adaptar la base de datos del Segundo Inventario Forestal (INF2), creando mapas de ausencia/presencia para cada especie forestal (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica* y *Castanea sativa*), a diferentes niveles de escala (Nacional, Autonómico, Provincial y Comarcal) y en función de tres atributos (Principal, Acompañante y Presencia).
3. Elaborar mapas de distribución de cada especie forestal (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica* y *Castanea sativa*), a diferentes niveles de escala (Nacional, Autonómico, Provincial y Comarcal) y en función de tres atributos (Principal, Acompañante y Presencia).
4. Obtener los resultados mediante un análisis espacial utilizando el programa ArcGis 9.3.ESRI ® para poder comprobar el efecto de la escala en cada especie de estudio

3. Metodología.

3.1. Obtención de los datos originales del segundo inventario forestal nacional (INF2).

En primera instancia se procedió a la recopilación de la base de datos en bruto de toda la información disponible. El elevado número de parcelas a nivel nacional, complica la recopilación, adaptación y manejo de la base de datos. A continuación se muestran las parcelas apeadas para cada provincia perteneciente a la Comunidad de Castilla y León (tabla 1).

Tabla 1. Número de parcelas apeadas en el Segundo Inventario Forestal Nacional en Castilla y León.
Fuente: MARM y JCyL (1986-1996).

	ÁVILA	BURGOS	LEÓN	PALENCIA	SALAMANCA	SEGOVIA	SORIA	VALLADOLID	ZAMORA
Nº parcelas apeadas	1.407	2.680	1.740	789	1.787	1.873	2.600	970	1.000
Nº parcelas apeadas	14.846								

3.2. Elaboración de una base de datos específica a partir del Segundo Inventario Forestal (INF2).

La elaboración de una base de datos alfanumérica es imprescindible para poder obtener una cartografía digital mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esto permite examinar la situación real de la base de datos inicial y extraer las primeras conclusiones. Se



opta por centrar el estudio en las provincias peninsulares de España y, así, disponer de la nube de puntos más compacta y en un área delimitada. Es decir, que no existan grandes áreas sin información forestal (esto puede ser provocado por la existencia de océanos, mares, desierto, etc.). En un principio se pretendía realizar este estudio para todo el territorio español referido a la Península Ibérica, en cambio, el área de estudio definitivo es el planteado inicialmente exceptuando el área que ocupan las provincias de Asturias, Cantabria y Navarra. Finalmente, el estudio se aplica a las 44 provincias enumeradas en la tabla 2.

Tabla 2. Provincias donde se aplica el estudio.

Provincia	Código	Provincia	Código	Provincia	Código
Álava	01	Gerona	17	Palencia	34
Albacete	02	Granada	18	Pontevedra	36
Alicante	03	Guadalajara	19	Salamanca	37
Almería	04	Guipúzcoa	20	Sevilla	41
Ávila	05	Huelva	21	Soria	42
Badajoz	06	Huesca	22	Tarragona	43
Barcelona	08	Jaén	23	Teruel	44
Burgos	09	León	24	Toledo	45
Cáceres	10	Lérida	25	Valencia	46
Cádiz	11	La Rioja	26	Valladolid	47
Castellón	12	Lugo	27	Vizcaya	48
Ciudad real	13	Madrid	28	Zamora	49
Córdoba	14	Málaga	29	Zaragoza	50
A Coruña	15	Murcia	30		
Cuenca	16	Orense	32		

El análisis espacial de elementos se realiza con el programa ArcGis 9.3.ESRI®, mediante la aplicación de análisis estadístico llamado método del vecino más cercano que se encuentra en *Arctoolbox/ spatial stadistics tools/ analyzing patterns/ average nearest neighbor*). De esta manera se calcula la dispersión de las parcelas con información forestal de los mapas creados. Para realizar el cálculo del análisis del vecino próximo se selecciona lo siguiente opciones: *Spatial statistic tool/ Analyzing patterns/ Average Nearest Neighbour*. Con las siguientes características:

- *Imput Feature Clas*: Avila entidades.
- *Distance method*: Euclidean Distance.
- *Display Output graphically* (seleccionado).

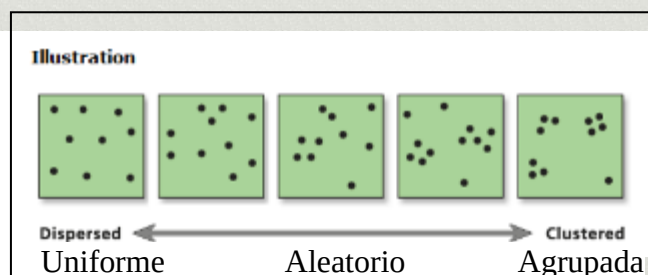


Figura 3. Aspecto de los posibles resultados en el análisis del vecino próximo con el programa ArcGis 9.3. ESRI ®.

De esta manera se obtiene un resultado de la dispersión espacial de las parcelas con la información de cada especie. La dispersión espacial puede ser de varios tipos, el programa establece cinco niveles que son los siguientes: Agrupados (*Clustered*), aleatorio (*random*), sistemático o disperso (*dispersed*). Hay dos posibilidades intermedias: uno de ellas se sitúa entre agrupado (*clustered*) y aleatorio (*random*) que designamos como medio agrupado, la otra hace referencia entre aleatorio (*random*) y sistemático o disperso (*dispersed*) denominado medio sistemático o medio disperso. Establecidos las 5 posibilidades de dispersión espacial se puede iniciar el cálculo de cada uno de los mapas elaborados en el capítulo anterior.

4. Resultados.

En el presente apartado se analizan los resultados obtenidos siguiendo la metodología explicada en el bloque anterior.

4.1. Incorporación de la Base de Datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2), en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La finalidad de la primera fase de la metodología fue obtener los datos originales del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2) donde se encontraba la información forestal requerida para este estudio. La información se encontraba recopilado en tablas (fichero .dbf) que pudimos tener acceso mediante el programa Excel ®.

4.2. Aplicaciones necesarias para obtener los mapas de distribución mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

En la base de datos se refleja cada especie forestal con un código específico. Posteriormente, mediante con el programa ArcGis 9.3 conociendo el código se puede aislar del resto de especies forestales. De esta manera individualizada se crearon los mapas de distribución de cada especie (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica* y *Castanea sativa*), en función de cada atributo (principal, acompañante y presencia) y para cada nivel de escala (nacional, autonómico, provincial y comarcal). Un total de 72 mapas para las 6 especies forestales de estudio. A continuación, se muestran a manera de ejemplos algunos de los mapas de distribución para cada una de las especies antes mencionadas.

Mapas obtenidos para el pino Albar (*Pinus sylvestris*).



Figura 4. Mapas de distribución a nivel de escala España como masa principal, acompañante y presencia.

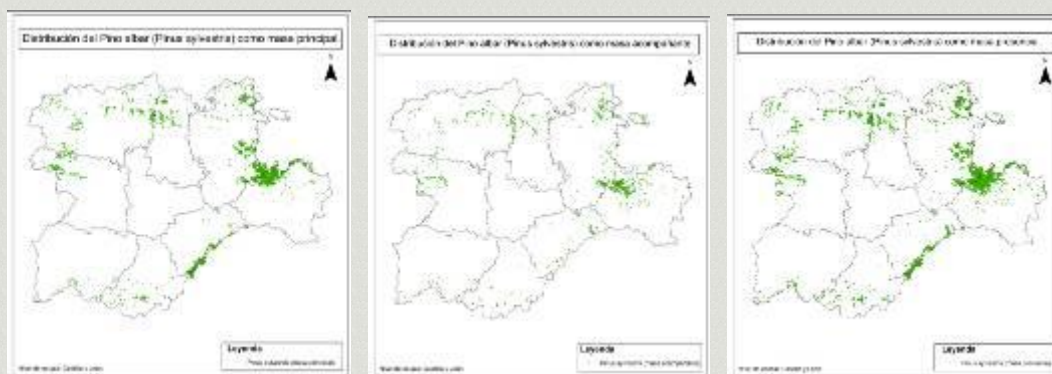


Figura 5. Mapas de distribución a nivel de escala Comunidad de Castilla y León como masa principal, acompañante y presencia.

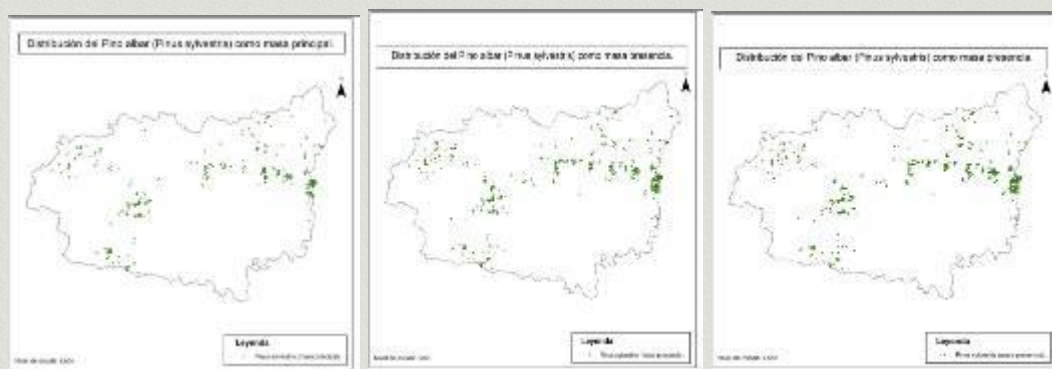


Figura 6. Mapas de distribución a nivel de escala provincial (León) como masa principal, acompañante y presencia.



Figura 7. Mapas de distribución a nivel de escala comarcal (El Bierzo) como masa principal, acompañante y presencia.

Mapas obtenidos para el pino resinero (*Pinus pinaster*)



Figura 8. Mapas de distribución a nivel de escala España como masa principal, acompañante y presencia.

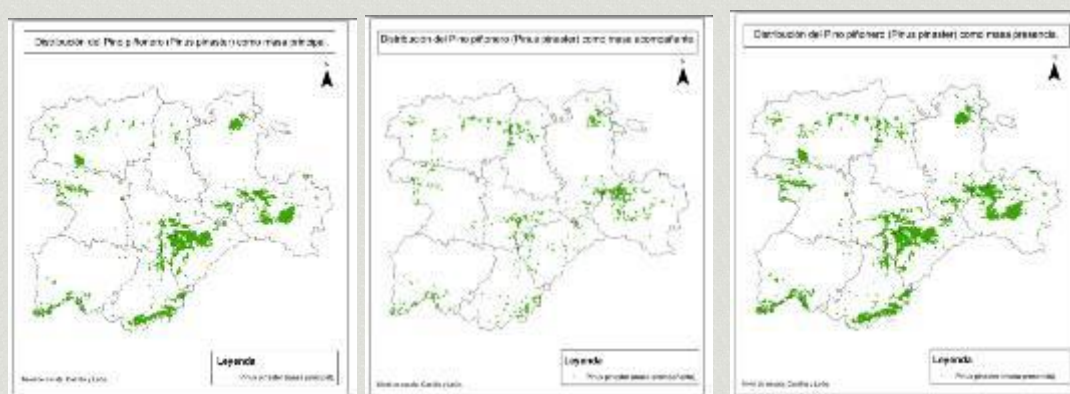


Figura 9. Mapas de distribución a nivel de escala Comunidad de Castilla y León como masa principal, acompañante y presencia.



Figura 10. Mapas de distribución a nivel de escala provincial (León) como masa principal, acompañante y presencia.

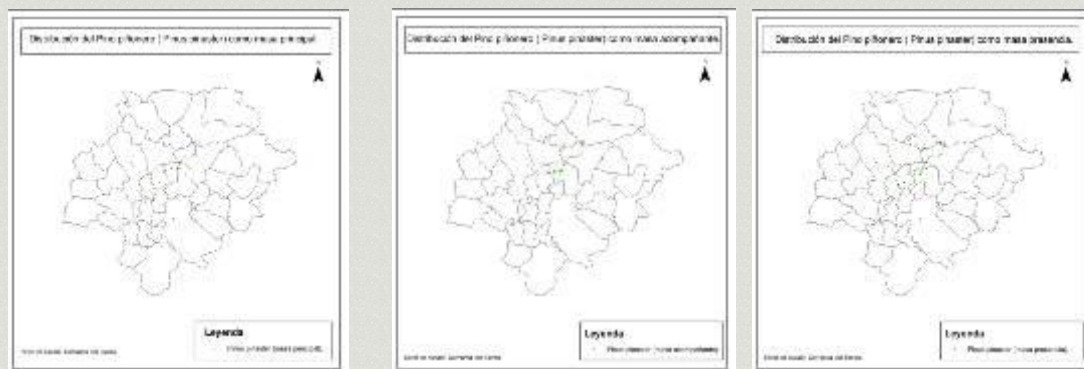


Figura 11. Mapas de distribución a nivel de escala comarcal (El Bierzo) como masa principal, acompañante y presencia.

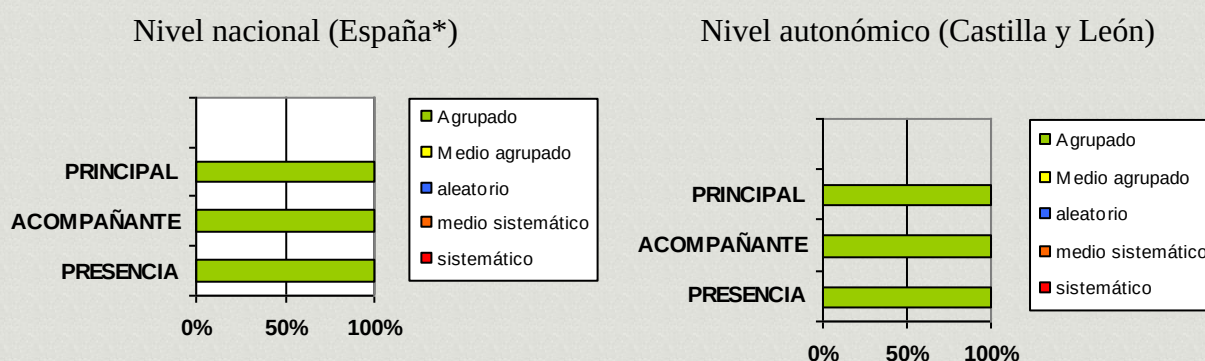
4.3. Resultados del análisis de la dispersión espacial de las especies forestales del estudio.

A continuación se muestran de forma individualizada los resultados obtenidos para las especies de Pino albar (*Pinus sylvestris*) y Pino resinero (*Pinus pinaster*).

. En cada una de ellas, existen cuatro gráficos donde se representan los cuatro niveles de escala (nacional, autonómico, provincial y comarcal), donde se analiza en función de los tres atributos, si la masa se distribuye como principal, como acompañante o si tiene presencia en la parcela.

■ Pino albar (*Pinus sylvestris*)

A nivel nacional (España*), nivel autonómico (Castilla y León) y a nivel provincial (León) se cumple que la masa de pino albar se distribuye de forma agrupada para los tres tipos de atributos (principal, acompañante o si existe presencia en la parcela). Por el contrario, a nivel comarcal (El Bierzo) cambia a distribución aleatoria cuando la masa de pino albar adopta una posición acompañante, manteniendo como con una distribución agrupada en el caso de los otros dos atributos (principal y presencia).



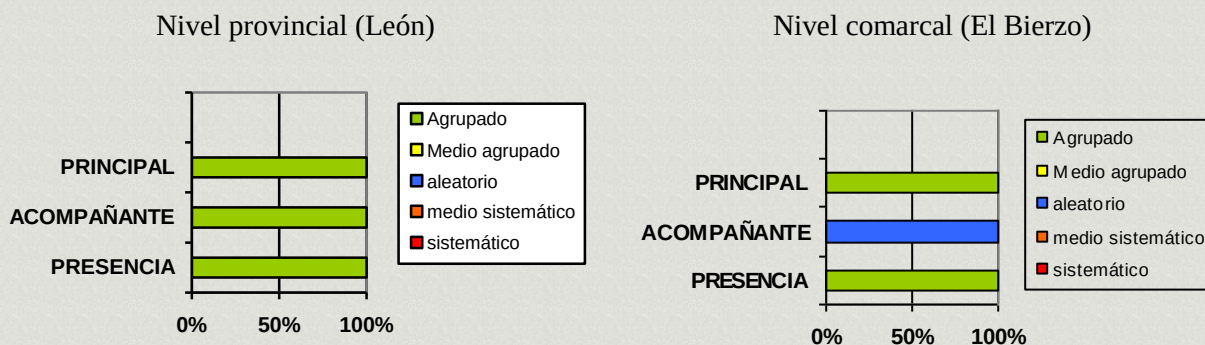


Gráfico 1. Resultados obtenidos tras el análisis de la dispersión del Pino albar (*Pinus sylvestris*), para los cuatro tipos de escala y en función de los tres atributos.

▪ Pino resinero (*Pinus pinaster*).

A nivel nacional (España*), a nivel autonómico (Castilla y León) y a nivel provincial (León) presenta una distribución agrupada para los tres tipos de atributos (principal, acompañante y presencia). Por el contrario, en el nivel de escala comarcal (El Bierzo) se distribuye de forma aleatoria para los tres tipos de atributos como se puede apreciar en el gráfico 2.

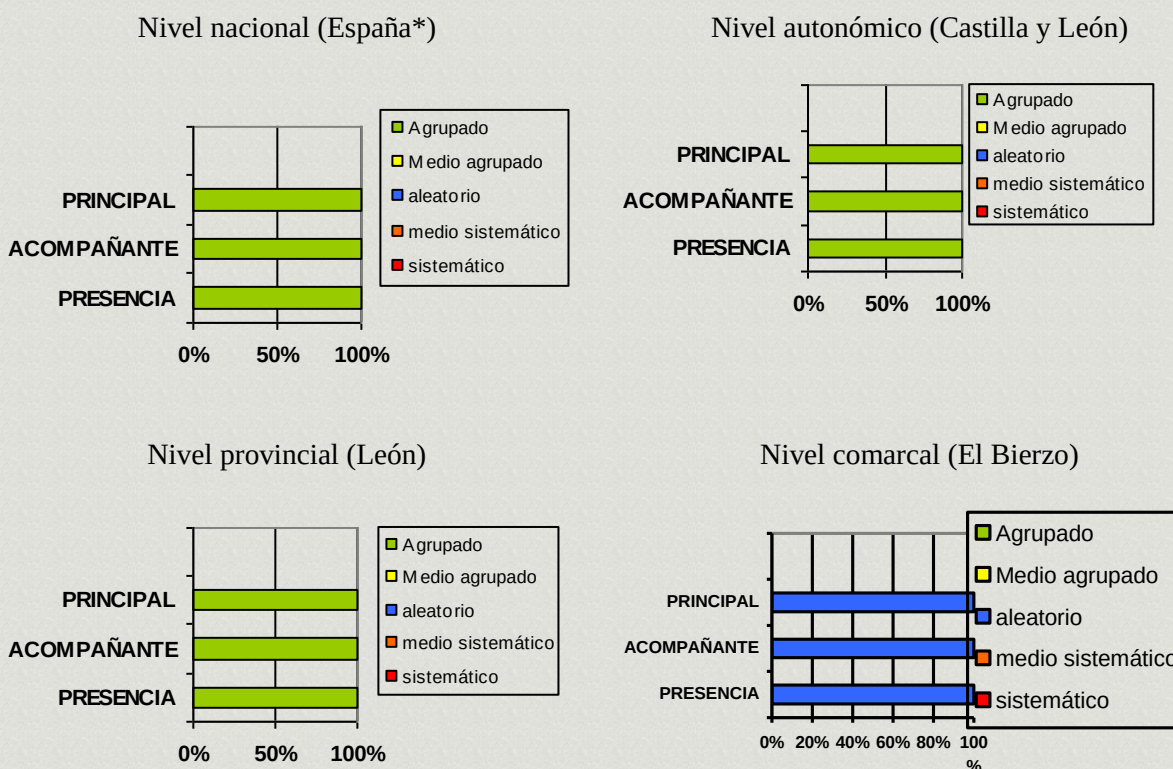


Gráfico 2. Resultados obtenidos tras el análisis de la dispersión del Pino resinero (*Pinus pinaster*), para los cuatro tipos de escala y en función de los tres atributos

4.4. Influencia de la escala en la dispersión espacial de las masas forestales.

Si observamos los resultados en función de los tres atributos (principal, acompañante o presencia) podemos afirmar que también afecta a la distribución espacial el lugar que ocupen dentro de la parcela. Es decir, cuando la especie se encuentra como masa principal (la especie de estudio es la dominante de la parcela) sigue una distribución agrupada en la mayoría de casos, aunque también puede presentarse de forma aleatoria o medio agrupada. Por el contrario, cuando la especie se encuentra como masa acompañante (la especie es codominante en la parcela) sigue, generalmente, una distribución agrupada. Aunque, en ocasiones, sea aleatoria o, incluso, distribución sistemática. Por último, si la especie tiene presencia en la parcela de estudio sigue una distribución claramente agrupada, aunque puede encontrarse de forma aleatoria o medio agrupada. Hay que señalar que el atributo presencia (color verde) y el atributo principal (amarillo) adoptan valores muy similares en todos los tipos de distribución. (Gráfico 3).

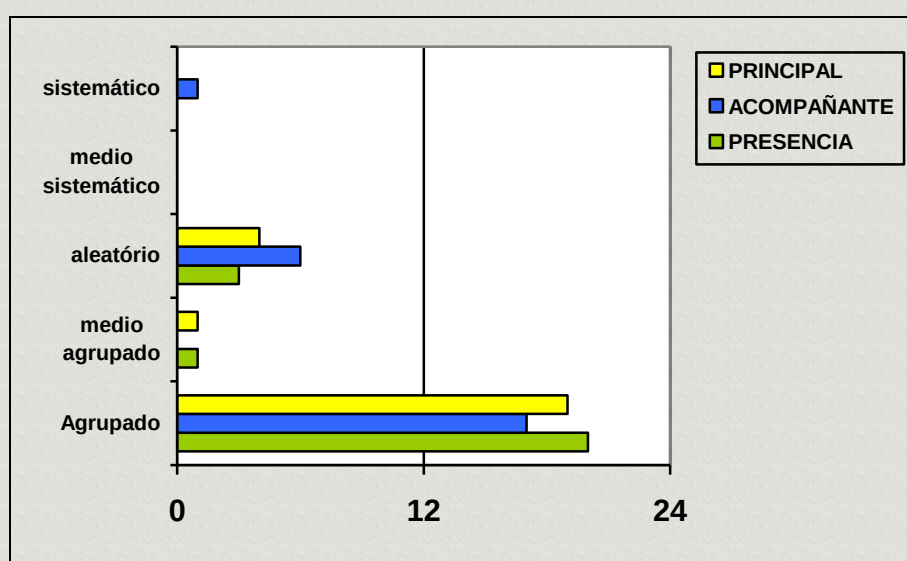


Gráfico 3. Resultados obtenidos en función de los atributos posible (principal, acompañante o presencia).

Analizados los resultados en función de los tres atributos, se procede a realizar una interpretación de las 6 especies forestales. Generalmente, todas las especies siguen una distribución espacial agrupada. Hay que destacar que el pino albar (*Pinus sylvestris*) y el melojo (*Quercus pyrenaica*) coinciden en los resultados obtenidos para la distribución agrupada y aleatoria. En el gráfico 14 se puede observar la similitud entre ambos. El pino resinero (*Pinus pinaster*) se distribuye generalmente de forma agrupada, pero también aleatoria. En el caso del pino laricio (*Pinus nigra*) sucede de forma similar a la encina (*Quercus ilex*), excepto una característica peculiar, el pino laricio es la única especie de las 6 estudiadas que se distribuye sistemáticamente. La encina (*Quercus ilex*) cuando se distribuye de forma agrupada adopta un valor igual al del pino laricio y pino resinero. En menor medida se distribuye de forma aleatoria y medio agrupada. Por último, la distribución más frecuente del castaño (*Castanea sativa*) es, como el resto de especies de estudio, la forma agrupada. Pero en este caso concreto, el valor no es tan elevado como el resto de especies y por el contrario, es la especie que registra un mayor valor en la distribución aleatoria (Gráfico 8).

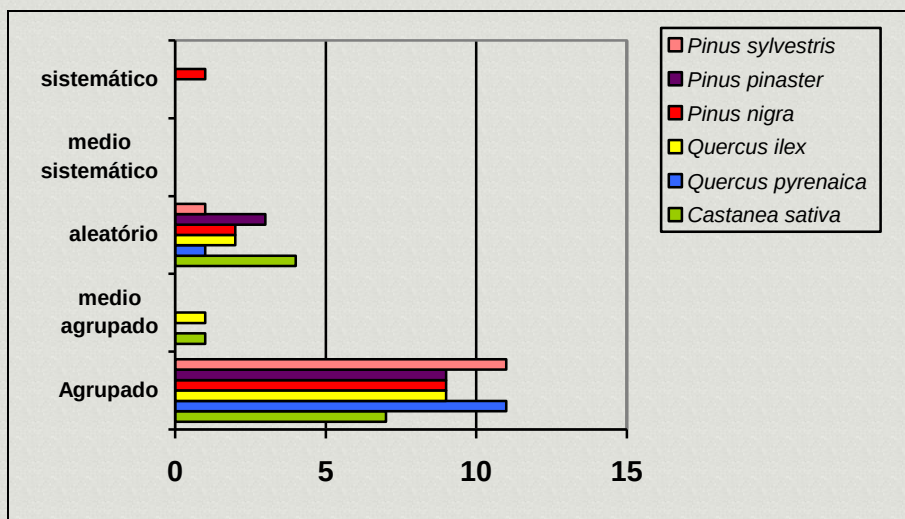


Gráfico 4. Resultados obtenidos de la dispersión espacial en función de las 6 especies de estudio.

5. Discusión.

Los trabajos de este artículo han determinado los aspectos más relevantes al fin de obtener los objetivos planteados en el siguiente artículo.

5.1 Incorporación de la Base de Datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2), en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

El ajuste e incorporación de la base de datos del Segundo Inventario Forestal (IFN2) en un Sistema de Información Geográfica (SIG), ha sido fundamental para la obtención de los mapas de distribución para las especies forestales del estudio, cabe señalar que uno de los inconvenientes en éste aspecto fue diversa, puesto que se comprobó que la información forestal para el territorio español no era completa, estando afectadas las provincias de Asturias, Cantabria, Islas Baleares y Navarra. Desde el banco de datos de biodiversidad nos comunicaron que la base de datos referente a esas cuatro provincias no se encontraba disponible actualmente. El propósito inicial fue incorporar las provincias de Asturias, Cantabria y Navarra al presente estudio pero no fue posible por causas ajenas al deseo del autor. Si se consulta el libro referente al Segundo Inventario Forestal Nacional y en la parte referente al método de diseño del inventario expone lo siguiente: “En algunos casos, debido a dificultades de intendencia, se ha escogido la muestra estratificada aleatoria con afijación óptima del Primer Inventario Forestal Nacional, que produce una intensidad de muestreo algo menor, pero sin aumento del error de muestreo. Así ha ocurrido en Baleares, Cantabria, Asturias y Navarra”.

Es preciso señalar que los datos del Segundo Inventario no son homogéneos. En la base de datos hay provincias que en su base de información sólo existen las parcelas con datos forestales, como son las provincias de Badajoz, Cádiz, La Coruña, La Rioja, Lugo, Madrid y Murcia. El resto de provincias disponían de la totalidad de las parcelas, con o sin información forestal y por consiguiente tuvimos que homogeneizar toda la base de datos.

5.2. Aplicaciones necesarias para obtener los mapas de distribución mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La información sólo esta disponible a nivel provincial, es decir, nos obliga a realizar operaciones con el programa ArcGis 9.3.ESRI ® para poder disponer de información a nivel Nacional, autonómico, provincial y comarcal. La solución planteada fue la unión de toda la información de cada provincia en una unidad a nivel nacional (España*) y a partir de este nivel obtener el nivel autonómico y el comarcal. Además, en la base de datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2) no existe un campo referente a la Comunidad Autónoma, con lo que debemos crear un código para poder agrupar la información de cada provincia en función de la autonomía a la que pertenezcan y, así, poder crear el área de estudio autonómico.

5.3. Resultados del análisis de la dispersión espacial de las especies forestales del estudio.

Los mapas de distribución han sido clave para aplicar un análisis de la dispersión a cada especie forestal del estudio. Cada mapa ha sido utilizado para disponer de los puntos donde existe la especie forestal. Los resultados posibles son los siguientes:

- Distribución sistemática
- Distribución medio-sistemática
- Distribución aleatoria
- Distribución medio-agrupada.
- Distribución agrupada.



Figura 28. Resultados posibles del análisis de la dispersión espacial utilizando el programa ArcGis 9.3.ESRI ®.
Fuente: ESRI, 2012.

5.4. Influencia de la escala en la dispersión espacial de las masas forestales.

El establecimiento y ajuste de la base de datos originalmente obtenidos del Segundo Inventario Forestal (IFN2), la utilización de las herramientas mediante el SIG, hemos obtenidos los mapas de distribución de cada especie forestal del estudio, y por tanto después de todas estas aplicaciones necesarias, se precisó realizar un análisis de la dispersión para cada una de las especies. A nivel general, podemos afirmar que la influencia de la escala es evidente debido a que en los niveles de escala nacional, autonómica y provincia tienen una distribución espacial semejante. Por el contrario, a nivel comarcal se produce un cambio significativo en la distribución respecto al resto de niveles de escala. En casi todas las especies del estudio (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex* y *Quercus pyrenaica*) se cumple que la distribución espacial es agrupada para los niveles de escala nacional, autonómico y provincial. La única excepción es el castaño (*Castanea sativa*), en el que la escala ya tiene influencia a nivel provincial.

Si agrupamos los resultados de las 6 especies en función de los niveles de escala obtenemos el gráfico 12. En él existe una tendencia clara, cuando el área de estudio es grande la distribución espacial es agrupada. Por ejemplo, se puede observar que para el nivel de escala nacional, autonómica y provincial (color rojo, amarillo y azul) se cumple esta observación. Por el contrario, si el área de estudio es más pequeña, como es el nivel de escala

comarcal, la distribución aleatoria es la más frecuente. En ocasiones, a nivel de escala provincial, también existe una tendencia a una distribución media agrupada o aleatoria, pero en menor medida. El nivel de escala comarcal es el que mayor variación presenta, incluso, con distribución sistemática.

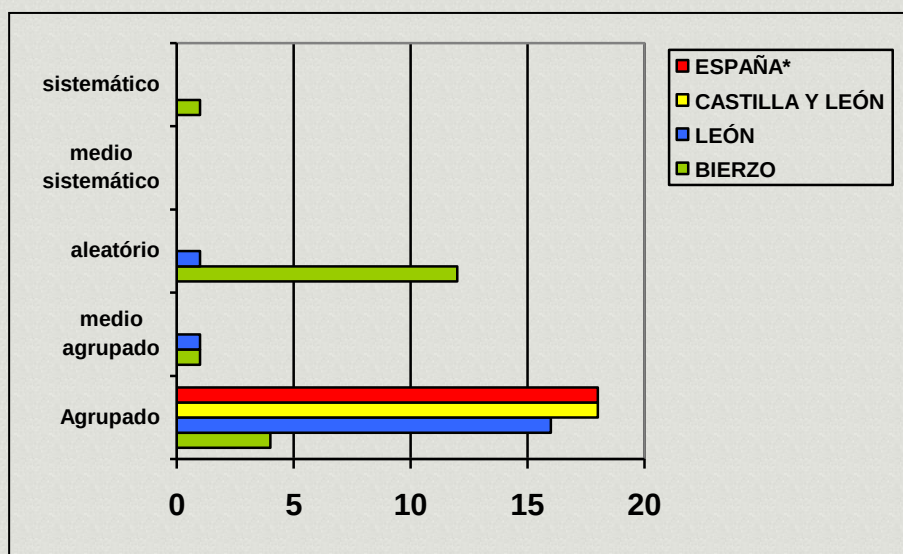


Gráfico 12. Resultados obtenidos de las 6 especies forestales de estudio agrupando los cuatro niveles de escala.

6. Conclusiones.

A continuación se presentan las conclusiones más relevantes derivadas en cada uno de los apartados efectuados para tal fin.

- ✓ Los Sistemas de información Geográfica (SIG) permiten adaptar y unir bases de datos de diferentes fuentes para obtener resultados específicos.
- ✓ La escala influye en la distribución espacial de las diferentes especies forestales de estudio. Por tanto en áreas de estudio grandes (escala pequeñas), nivel nacional (España*), la distribución espacial más habitual es la agrupada. En áreas de estudio pequeñas (escalas grandes), nivel comarcal (El Bierzo), la distribución espacial más habitual es aleatoria o sistemática. Los cambios más significativos en la distribución espacial, tienen lugar en el nivel de escala comarcal (El Bierzo). La influencia de la escala afecta de manera diferente según qué especie forestal se considere.
- ✓ Las especies forestales con diferentes aspectos ecológicos y distintas características pueden tener una distribución espacial con valores muy similares. Por tanto la distribución espacial de una determinada especie forestal depende de la importancia que adopte dentro de la parcela.
- ✓ Y por último es importante señalar que existe una tendencia en algunas especies forestales del estudio en las que, el atributo acompañante, presenta mayor variación a un mismo nivel de escala respecto a los atributos principal y presencia.

7. Agradecimientos.

A las instituciones que de alguna manera nos facilitaron información, para que se llevara a efecto este trabajo, al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Anuario de Estadística Forestal, Ministerio de medio ambiente, medio rural y marino, Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Estrategia forestal española. Diagnostico y al Plan Forestal Nacional. A todos mis compañeros del grupo de investigación por sus valiosos aportes y conocimientos que han hecho posible el éxito de éste trabajo.

8. Bibliografía.

Baudry, J., Burel, F. (2002): Ecología del Paisaje: Concepto, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa, 70-79 pp.

Bravo, F, Del Peso, C. (AÑO): El Inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible. Ministerio de Medio Ambiente. PAG

Boletín Oficial del Estado (BOE). Publicado el Miércoles 11 de Mayo de 2011 número 112 sección I. Página 47907, artículo 1.

Boletín Oficial del Estado (BOE), Publicado el Miércoles 11 de Mayo de 2011 en la sec I, 47923 y 47924 pp.

Bosque, R. (2005): Síntesis de geografía de España, 46-49 pp.

Camarero, J.J., Rozas, V. (2005): Técnicas de análisis espaciales de patrones de puntos aplicados en ecología forestal. Xunta de Galicia y Gobierno de Aragón.

Condés, S., Martínez, J. (1998): Comparación entre los índices de distribución espacial de árboles más usados en el ámbito forestal. Unidad docente de dasometría. ETSI Montes. Madrid.

Del Río, J., Hernández, J.A., Losa, M.A., Picardo, A., Gordo, F.J., FINAT, L., García-Jiménez, M.C. (2009): Propuesta metodológica para la obtención de cartografía de la superficie forestal objeto del Plan de Ordenación de los recursos forestales (PORF) de Valladolid. Junta de Castilla y León. Congreso Forestal Español.

Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I., Montero, G. (2003): Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. CIFOR-INIA. Madrid.

Ebdon, D. (1985): *Estadísticas en Geografía*. Blackwell.

Espinosa, J.R. (2000): Segundo Inventario Forestal (1986-1996) de Castilla y León. Ministerio de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.

Fallas, J. (2003): Conceptos básicos de cartografía. Laboratorio de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica, 1-4 pp.



Frassia, M. (2001): Entendiendo la proyección de los mapas. Sistema Gauss-krüger.

Fernández, A., Ramírez J. (2004): El Alto Bierzo. Una apuesta por el desarrollo forestal sostenible. Junta de Castilla y León, 37-41 pp.

Fernández-Coppel, I. (2001): La proyección UTM (Universal Transversal Mercator). Universidad de Valladolid.

Gamarra, R., Pulido, S., Zaballos, J.P. Inventario, análisis y diagnóstico de la situación. Vegetación y flora en la cuenca carbonífera de El Bierzo. Plan Director para la Restauración edafopaisajística y Recuperación ambiental de los espacios degradados por la minería del carbón en la Comarca de El Bierzo.

García, D. (2008): Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: métodos y aplicaciones, 2-52 pp.

García, D (2009): La escala y su importancia en el análisis espacial. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET).

Gil, L., Torre, M., Picardo, A., Bengoa, J. (2007): Atlas Forestal de Castilla y León. 800-840 pp.

Hernández, S. Distribución Espacial de Elementos. Inventariación Forestal 4º de Ingenieros de Montes. Escuela Técnico Superior de Ingenierías Agrarias.

Hernández, S. Sistema Territorial y su inventariación. Inventariación Forestal 4º de Ingenieros de Montes. Escuela Técnico Superior de Ingenierías Agrarias.

López, G. (2007): Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. Mundiprensa. 189-191,193-196,450-453, 458-460,463-465 pp.

Maestre, F., Escudero, A., Bonet, A. (2008): Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales. Métodos y aplicaciones.

Martín, J. (1999): Cartografía. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, 7 pp

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), (2007): Anuario de Estadística Forestal.

Ministerio de medio ambiente, medio rural y marino (MARM) (2008): Anuario de Estadística forestal.

Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (MAGRAMA). (2009). Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

Montserrat, P., Villar, L. (2006): Aspectos teóricos y prácticos de los mapas forestales. Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Jaca (Huesca). Fuera de Serie. 71-78 pp.



Nogués, D. (2003): El estudio de la distribución espacial de la biodiversidad: Conceptos y métodos. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Zaragoza. Universidad de la Rioja.

Oria de Rueda, J.A. (2002): Guía de árboles y arbustos de Castilla y León. Junta de Castilla y León, 27-32, 35-43, 96-112, 128-132 pp.

Peña, J. (2008): Sistema de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. Departamento de Ecología. Universidad de Alicante, 2-3,8-10, 14-16, 42, 57-62 pp.

Plan Forestal Nacional (2002), Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM).

Referente técnico regional de Castilla y León. Certificación Forestal Regional PEFC. (2009). Mesa intersectorial de la madera de Castilla y León.

Rivas-Martínez, S. (1987); Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), 15-18, 75 pp

Robla, E, Vallejo, R, de la Cita, J, Lerner, M. (1999): El Mapa Forestal de España a escala 1:25.000. Continuación y actualización de un proyecto. 5º Congreso Forestal Español.

Ruiz, N. (2008): Tesis doctoral: Determinación de la distribución potencial del *Pinus halepensis* Mill en Castilla y León mediante técnicas geoestadísticas.

Ruiz, J. (1990): Mapa Forestal de España. Escala 1:200.000. Memoria general. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Conservación de la Naturaleza (ICONA). Madrid, 57-59, 63-65 pp.

San Antonio, C, Manzano, F, León, M.Á. (2005). Tomás López, un cartógrafo de gabinete del siglo XVIII: Fuentes y métodos de trabajo.

Sánchez, D. (2008): Geografía de Castilla y León. Junta de Castilla y León, 11-19 pp.

Smith, R.L, Smith T. (2000): Ecología. 148-150 pp.

Stange, RD. (2004): Análisis de la distribución espacial de la mortalidad en una plantación de *Austrocedrus chilensis*, Valdivia, Chile. 8-9-14-15pp.

Villanueva, J.A., et al. (1986-1995): Segundo Inventario Forestal. Explicaciones y métodos. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), 9-12, 17,24, 44-49 pp.

Villanueva, J.A., Alonso, C., Cano, J.C., González, E. (1995): Servicio de Inventario Forestal. Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza. Tecnologías y servicios Agrarios S.A. (TRAGSA)