

## CARACTERIZACIÓN DASOMÉTRICA DE ESPACIOS FORESTALES A ESCALA COMARCAL UTILIZANDO LANDSAT 7 Y DATOS DEL IFN-2

J. Ramírez (\*), O. Fernández (\*), C. Quintano (\*\*), y A. Fernández-Manso (\*)

[diaafh@unileon.es](mailto:diaafh@unileon.es)

(\* *Universidad de León. Dpto. de Ingeniería Agraria. Av. Astorga s/n  
Ponferrada (León)*

(\*\* *Universidad de Valladolid. LATUV. Dpto. de Tecnología Electrónica. C/ Francisco Mendizabal s/n  
47014 Valladolid*

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio ha sido el desarrollo de una metodología precisa y económica para el inventario de recursos forestales a escala comarcal. La metodología integra escenas del satélite LANDSAT 7 e información sobre parámetros dasométricos de las parcelas del 2º Inventario Forestal Nacional (IFN-2).

### ABSTRACT

The objective of the present study has been the development of a precise and economic methodology for the inventory of forest resources at regional level. The methodology will integrate scenes of the LANDSAT 7 satellite and information about forest parameters of parcels of the 2th National Forest Inventory (IFN-2).

**Palabras Clave:** Caracterización forestal, Inventario Nacional Forestal, Landsat 7.

### INTRODUCCIÓN

Para la realización del presente trabajo se ha planteado el empleo de una metodología alejada de las técnicas de estimación dasométrica tradicional, debido a los siguientes factores:

- \* La amplitud del área de estudio (más de 50.000 ha de terreno forestal)
- \* La dificultad para homogeneizar y recopilar la información de base
- \* La disponibilidad de bases de datos e información geográfica

El objetivo del final del estudio es plantear una metodología flexible y económica para la caracterización dasométrica de masas forestales a escala comarcal, planteando un óptimo entre la economía de medios para realizarla e intentando minimizar las posibles fuentes de error en la estimación.

Los trabajos que combinan variables dasométricas y radiométricas a fin de clasificar usos de suelo, estimar existencias y superficies forestales se han desarrollado en masas boreales con unas características de homogeneidad estructural muy marcadas. En las zonas mediterráneas, más heterogéneas, hasta ahora solo hay unos pocos estudios que ofrecen resultados satisfactorios (Bravo, 2001). En España existen varios estudios sobre la revisión y actualización de cartografía forestal (Cuevas *alli.*, 1997-1), sobre la clasificación de estratos arbóreos (Saura, 2001; Cuevas *et alli.*, 1997-2) y la estimación de existencias forestales (Bravo, 2001) mediante imágenes satélite, datos de inventarios y cartografía forestal, pero sin su integración en un SIG. El presente trabajo desarrolla una nueva metodología que intenta solventar los inconvenientes de las técnicas basadas exclusivamente en el empleo de información radiométrica.

### MATERIAL Y MÉTODOS

La vertiente burgalesa de la Sierra de la Demanda y los Montes de Oca se sitúa en el norte

del Sistema Ibérico y se caracteriza por un marcado predominio de los terrenos forestales. La mayor parte de su superficie se encuentra cubierta por masa arboladas, un poco más de la mitad por pinos, principalmente pino silvestre procedente de repoblación, y el resto por frondosas, monte bajo de rebollo y haya.

El Inventario Forestal Nacional es un proyecto que, con carácter decenal, revisa la situación de los terrenos forestales a escala nacional. Para ello se basa fundamentalmente en dos informaciones, por un lado la que le proporciona las parcelas o puntos de muestreo sobre el terreno y por otro, la información cartográfica del Mapa Forestal de España (Ministerio de Medio Ambiente, 1998)

El empleo de una escena satélite LANDSAT 7 en combinación con el uso de sistemas de información geográfica (SIG) se ha utilizado para estratificar y estimar la superficie cubierta por masas del pino silvestre y de determinar las parcelas del 2º Inventario Forestal Nacional (IFN-2) que se encuentran dentro de las mismas. Los parámetros dasométricos (diámetro, altura, AB, VCC, IAVC) de las parcelas del IFN-2 que fueron tomados en el año 1992 han sido actualizados al año 2002 y se realizó una interpolación espacial de los mismos a la superficie de los montes. Esta metodología descrita se ha implementado en 4 fases (Figura 1)

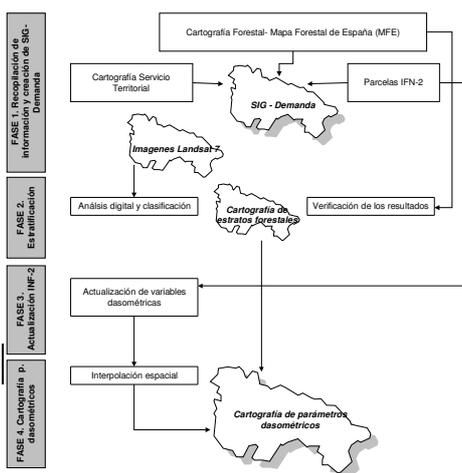


Figura 1. Fases desarrolladas en el estudio

*Primera fase: Recopilación de la información y creación de SIG-Demanda*

Las principales fuentes de información utilizadas para crear el SIG utilizado en el estudio fueron:

- Parcelas del IFN-2
- Hojas del cartografía forestal actual del MFE
- Cartografía disponible en el Servicio Territorial de Burgos
- Imagen satélite LANDSAT 7 de fecha de adquisición 19-6-2000 con una resolución espacial de 15 m

*Segunda fase: Estratificación forestal*

Se ha empleado imágenes satélites procedentes del sensor ETM+ del programa LANDSAT 7 los cuales permiten una estratificación muy precisa, discriminando efectivamente las especies arbóreas, el pino silvestre y sus mezclas en especial. Los estratos fueron clasificados con el programa ERMAPPER 6.2 y analizados en un SIG (ESRI ArcGIS 8.1), empleando los datos del MFE como verdad-terreno. Con esta cobertura y la ayuda de la de MUP provincial, se localizaron las parcelas del IFN-2 dentro de la zona de objetivo.

*Tercera fase: Actualización de los datos de las parcelas del IFN-2*

Los datos sobre existencias de las parcelas del IFN-2 fueron actualizados del año 1992 al año 2002. Se empleó el programa BASIFOR para la obtención de datos relativos por parcela.

*Cuarta fase. Integración en el SIG e interpolación de la información a nivel de estrato, elaboración de una cartografía de parámetros dasométricos*

Con el inventario actualizado se extrapolaron los datos de las parcelas a la superficie de los montes usando técnicas de análisis geoestadístico con el módulo GeoStatistical Analyst SIG de ESRI ArcGIS 8.1, y se elaboró una cartografía de los resultados a escala 1:25.000 y 1:50.000. Se obtuvieron así unos resultados para toda el área de estudio que son la base necesaria para el cálculo de existencias.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

*En relación con la estratificación forestal*

Los estratos generados a partir de la clasificación ISOCLASS realizada con el paquete de tratamiento

de imágenes ERMAPPER 6.2 ha ofrecido una imagen como las que se observa en la ventana de la figura 2.

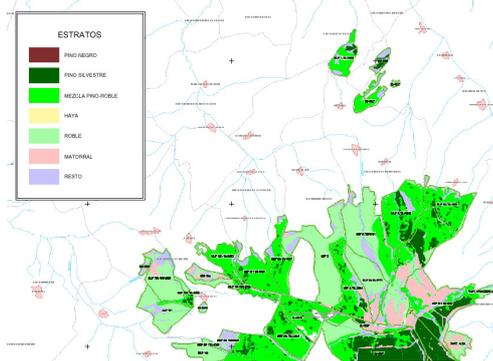


Figura 2. Estratos generados por especie

Para la estimación de las variables dasométricas utilizadas en la caracterización forestal se han tenido en cuenta los estratos 3 y 7 que suman una superficie de 18.790 ha, aproximadamente 26% de la superficie total.

Este método ofreció una estimación muy exacta de las superficies ocupadas por los diferentes estratos y en particular del pino silvestre en el área del estudio. Por lo tanto, la mayor fuente de error en los trabajos de inventario forestal, proveniente de la mala estimación de las superficies de los estratos, pudo ser minimizado.

En relación con la actualización del inventario Nacional Forestal 2

Como resultado de la actualización de los diámetros del año 92 al 2002 se han determinado todos los pies de las parcelas por clases diamétricas en ambos años. En este proceso de actualización se ha observado un aumento en las clases diamétricas de 20 a 40 cm y una disminución en las clases de 10 y 15. Este último resultado no refleja la realidad porque al pasar los árboles del año 1992 a 2002 no se han podido considerar las incorporaciones de las masas de clases diamétricas inferiores (pies menores), cuyo diámetro oscilaba entre 25-74,99 mm cuando fueron medidos en 1992. La razón es que no existen datos exactos ni sobre diámetros ni alturas en el año 1992. Como consecuencia se carece de los árboles que, dentro estos 10 años, han pasado de pies menores a la primera y posiblemente la segunda clase diamétrica, por lo que el número de

pies total permanece constante en ambos años. Por lo tanto, los valores de pies por hectárea, área basimétrica y volumen están subestimados en la primera clase diamétrica

El modelo planteado permite la estimación de los descuentos por estas causas según tipos de intervención que se hayan producido en los mismos. Por todo ello el número total de pies permanece igual en 1992 y en 2002.

Para la actualización en la estimación de la altura no se ha podido utilizar la regresión altura-diámetro procedente de los datos de los árboles tipo 1992, por la gran dispersión de los datos y, en consecuencia, la baja fiabilidad de las estimaciones. En vez de ello, se optó por comparar los datos del inventario con las tablas de producción de *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Ibérico (Régimen moderado de claras.) Se siguió un criterio conservados a la hora de estimar el crecimiento en altura. Para ello se emplearon los datos correspondientes a la peor calidad de las reflejadas en las Tablas de Producción, para no sobreestimar el crecimiento en altura, y en consecuencia los cálculos del volumen de los árboles tipo del 2002. Esto implica que las alturas y, por consiguiente, el volumen real (del 2002) pueden haber sido subestimados.

En relación con Interpolación de los valores de parcela dentro del estrato y la creación de la cartografía dasométrica

La interpolación de los datos supone una fuente de error al nivel de monte porque estima valores de los parámetros forestales de las masas que se encuentran entre y alrededor los de las parcelas donde se tomaron los datos durante el IFN-2. Como las parcelas están ubicadas a una distancia de 1 km, los métodos de interpolación espacial no consideran posibles diferencias en las masas debido al relieve u otros factores geográficos en las zonas no muestreadas entre las parcelas. Además, el número de parcelas no es igual en todos los montes, sino existen montes que contienen pocas e incluso ningunas parcelas. En estos montes se carece de datos, por lo tanto la interpolación presenta una fuerte generalización de las existencias actuales en estas zonas. Sin embargo, y para la escala de trabajo, ha permitido elaborar una cartografía de las variables dasométricas. Esta cartografía ya ha sido empleada con éxito en el diseño de planes de claras en el ámbito comarcal de la Sierra de la Demanda

## CONCLUSIONES

El presente trabajo demuestra la posibilidad de estimar de una manera precisa parámetros forestales y su distribución espacial empleando exclusivamente datos de inventario existentes e imágenes satélite en combinación con Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Las parcelas del IFN-2 proporcionan una amplia cantidad de datos específicos sobre todos los parámetros forestales y permiten el cálculo de una actualización estos parámetros. Sin embargo, como varios de estos cálculos son interdependientes, los posibles errores cometidos en el proceso se arrastran y deberían ser cuantificados. Es por ello que se recomienda la verificación de los resultados de la actualización de los datos al año 2002, mediante la comparación de los resultados del IFN-3 que se está realizando en la actualidad.

Dado la correcta estimación de las superficies de los estratos y los datos de inventario, las técnicas geoestadísticas supone un método rápido y efectivo para interpolar los datos de las parcelas y extrapolarlos a las superficies de los montes. Estos datos espaciales proveen la base necesaria para la elaboración de un plan de claras.

Sin embargo, el presente estudio no pretende reemplazar el inventario tradicional, sino funciona como una herramienta preliminar para la planificación y la toma de decisiones en el futuro.

La metodología propuesta tiene un rango de aplicabilidad amplio, definido principalmente por la validez del empleo de escenas de LANDSAT 7 en la definición de estratos, y por la disponibilidad de datos de

inventario homogéneos de la zona de estudio. Supone una mejora clara de los resultados provenientes de inventarios a escala nacional, principalmente por la sustanciosa mejora que supone la estratificación con la imagen de satélite.

## BIBLIOGRAFÍA

Bravo, A. And Delgado. 2002. La teledetección y el inventario Forestal Nacional. Fundamentos y aplicaciones en la gestión forestal. En El Inventario Forestal Nacional elemento clave para la gestión Forestal Sostenible. Edita Bravo, F. Del Río, M.; Del Peso, C.

Cuevas, J.M. , González , F. and Herron , H. 1997. Revisión y Actualización de Cartografía Forestal mediante imágenes de satélite. Aplicación en dos casos. En Casanova, J.L, Sanz Justo, J. (editores): Teledetección, usos y aplicaciones (1997). pp 263-270.

Cuevas, J.M. , González, F. Y Herron , H. 1997. Utilización de información espectral LANDSAT TM para la estratificación forestal. Aplicación en el inventario de un hayedo Navarro. En Casanova, J.L, Sanz Justo, J. (editores): Teledetección, usos y aplicaciones (1997). pp 271-279.

Ministerio de Medio Ambiente (1998): Segundo Inventario Forestal Nacional, Castilla y Leon (Burgos).

Saura, S., San Miguel, J. 2001. Cartografía de zonas forestales en España mediante imágenes IRS-WIFS y árboles de clasificación. En Rosell Urrutia J., Martínez -Casanovas, J.A. (Coordinadores): Teledetección: Medio Ambiente y Cambio Global pp 151-155.