

LOS INVENTARIOS FORESTALES NACIONALES: ¿RESPUESTAS PARA LA SOSTENIBILIDAD?

Joan Josep Ibàñez¹, Jordi Vayreda¹, Teresa Mata¹, José Ángel Burriel y Carlos Gracia^{1,2}

¹CREAF, Campus de la UAB, Edifici C, 08193-Cerdanyola del Vallès
j.ibanez@creaf.uab.es

²Departament d'Ecologia, UB, Avda. Diagonal 645, 08028-Barcelona

PALABRAS CLAVE: Indicadores ecológicos, ciclo del carbono, mineralomasas, prevención de incendios.

Resumen

Sería muy conveniente que los inventarios forestales nacionales aportaran respuestas para la sostenibilidad. Ahora bien, ¿pueden hacerlo? Y, más importante todavía, ¿lo están haciendo? El Inventario Ecológico y Forestal de Catalunya demostró, hace ya más de 15 años, cómo, a partir de un inventario forestal nacional, se podía aportar información necesaria para dar respuestas a la sostenibilidad y desarrolló una metodología adecuada para hacerlo. En esta comunicación se muestra como se ha trasladado ésta experiencia, en Catalunya, en el ciclo actual del Inventario Forestal Nacional (IFN3) con el objetivo de completar la información aportada con indicadores ecológicos relacionados con el ciclo del carbono, los nutrientes almacenados en los ecosistemas forestales y la prevención de incendios forestales. Resulta evidente que el Inventario Forestal Nacional es un marco adecuado para incorporar, de manera general, el muestreo de variables necesarias para dar respuestas a la sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

Después de los eventos internacionales de los últimos años como la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992) o la Tercera Cumbre Mundial del Clima (Kyoto, 1997) casi nadie pone en duda que los datos de existencias y producciones de los inventarios forestales nacionales son insuficientes para comprender y gestionar aspectos relacionados con el funcionamiento del bosque como un ecosistema. En consecuencia, las metodologías de inventariación forestal deben adaptarse para poder recoger una información del monte acorde con esta nueva concepción del mismo. De este modo, si se desea poder estimar la cantidad de carbono fijado en las distintas fracciones de la biomasa aérea de los árboles del bosque, habrá que poner a punto, probar y aplicar los métodos de muestreo extensivo adecuados para lograr ese objetivo.

Catalunya cuenta con una experiencia propia en inventarios forestales desde que la Generalitat encargó al CREAM (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales) la realización del Inventario Ecológico y Forestal de Catalunya (IEFC). Cuando se inició el IEFC (año 1988) eran relativamente recientes y puntuales los estudios sobre los ecosistemas forestales en que se recogía información sobre aspectos no tan solo estructurales sino también funcionales, como la utilización de los nutrientes, la luz y el agua disponibles. Algunas de las innovaciones que incorporó el IEFC, para considerar estos procesos fueron: la estima del índice de área foliar, de la radiación incidente, de la cantidad de hojarasca, del área basal de albura, de la biomasa y producción de cada una de las fracciones aéreas del árbol (madera, corteza, ramas y hojas), del contenido de nutrientes en cada una de ellas y el análisis de las series de crecimiento de los árboles (GRACIA *et al*, 2004a).

Otra de las aportaciones del IEFC fue efectuar este trabajo de una manera extensiva. No solamente se obtuvieron esos datos, sino también mucha información sobre lo que cuesta obtenerlos y la problemática que plantea. Se pudo constatar que la metodología puesta a punto se podía asumir por un proyecto de la envergadura de un inventario forestal nacional. El esfuerzo adicional que representa la medida de estas variables es razonable tanto en tiempo de muestreo como de preparación técnica de los equipos de campo, y por tanto de coste económico. (IBÁÑEZ *et al*, 2002).

Una síntesis de los resultados del IEFC se ha publicado en una serie de 10 volúmenes (GRACIA *et al*, 2000-2004). La versión digital completa de estas publicaciones está disponible en <http://www.creaf.uab.es/iefc>.

MATERIAL Y METODOS

La toma de datos relativa a los parámetros ecológicos se efectuó por los equipos de campo del IFN3. Previamente, personal del CREAM impartió un curso de formación dirigido a los jefes de equipo con el objetivo de capacitarlos para la toma de tales parámetros.

Aunque se diseñó un estadillo de campo donde se anotaba lo relativo a los parámetros ecológicos, una característica diferencial de este muestreo respecto al resto de parámetros la constituía la necesidad de recoger muestras en el campo y trasladarlas para su posterior análisis.

Concentración de nutrientes en hojas

En una selección de parcelas del IFN3 (384 en la provincia de Barcelona, 184 en la de Tarragona, 544 en la de Lleida y 365 en la de Girona) correspondientes a las especies más abundantes en Catalunya se obtuvieron muestras compuestas de las hojas de la copa de un árbol. Las muestras se trituraron y finalmente se sometieron a dos tipos de análisis: cromatografía de combustión de gases para determinar las concentraciones de carbono y nitrógeno; y, espectrofotometría para determinar las concentraciones de azufre, fósforo, potasio, magnesio y calcio.

Vida media de las hojas

En las parcelas del IFN3 utilizadas para analizar la concentración de nutrientes en hojas, con la excepción de aquellas parcelas correspondientes a especies caducifolias, se obtuvo una ramilla de primer o segundo orden de entre 20 y 30 mm de diámetro de un árbol dominante de la parcela. En seguida que llegaba la rama al laboratorio, estando todavía verde, se procedía a la separación de las hojas por edades. En las coníferas, la distinción de las acículas por edades resulta sencilla puesto que cada verticilo corresponde a un año. Para el resto de árboles perennifolios (*Quercus ilex* y *Quercus suber*) resulta sencilla la operación de separar las hojas del último año de las demás. Distinguir entre las hojas de los años anteriores es una operación mucho más compleja que requiere experiencia. Una vez separadas las hojas por años se colocaban en bolsas de papel convenientemente etiquetadas y se secaban en la estufa durante al menos 24 horas a 80°C. En seco se pesaban con una balanza de precisión mínima de 0,01 g.

Biomasa de ramas, de hojas y biomasa aérea total

Estas fueron las únicas variables que precisaron de un muestreo especial, adicional a los trabajos de campo del IFN3. Este tipo de muestreo se efectuó, para las especies más abundantes en cada una de las provincias de Catalunya, en una selección de las parcelas del IFN3 en las que también se procedió al conteo del número de ramas de una muestra de entre 6 y 8 árboles para cada clase de diámetro de ramas. El muestreo consistió en la obtención de una muestra de ramas para determinar la relación existente entre el peso y el diámetro basal de las mismas (figura 1). Una vez en el laboratorio se separaron las hojas de las ramas y se secaron ambas fracciones. Así se pudieron establecer tanto las relaciones entre el diámetro de las ramas y el peso seco de las ramas como entre el diámetro de las ramas y el peso seco de las hojas que éstas soportan. También se determinaron las relaciones entre el peso fresco y el peso seco de las hojas y de las ramas de distintos diámetros (menores de 5 mm, entre 5 y 50 mm, y, mayores de 50 mm). Para especies menos abundantes se utilizaron las relaciones establecidas en su día por el Inventario Ecológico y Forestal de Catalunya (GRACIA *et al*, 2004b).

Además, en aproximadamente un 15% de las parcelas de campo del IFN3 (las mismas en que se efectuó el muestreo del resto de parámetros ecológicos), se procedió al conteo del número de ramas de una muestra de entre 3 y 6 árboles para cada clase de diámetro de ramas (figura 1). De este modo, a partir de las ecuaciones que relacionan el diámetro de la rama con su peso seco se puede calcular el peso seco (biomasa) de las ramas del árbol. La biomasa aérea total es la suma de las distintas fracciones aéreas: madera, corteza y ramas. Las biomásas de madera y de corteza se pueden estimar a partir de sus volúmenes y de las densidades de la madera y la corteza, respectivamente. Los valores medios por especie de las densidades de madera y corteza también se obtuvieron del IEFC (GRACIA *et al*, 2004b).

Índice de área foliar

Este parámetro se obtuvo a partir de la biomasa de hojas y del peso específico de las mismas

obtenido en su día por el IEFC (GRACIA *et al*, 2004b).

Cantidad de carbono en la biomasa aérea del árbol

La cantidad de carbono que acumula una determinada especie de árbol (su mineralomasa de carbono) depende de la biomasa de sus respectivas fracciones: madera, corteza, ramas, hojas y raíces y de la concentración de carbono en cada una de ellas. Por otra parte, las densidades (g/cm^3) de la madera y de la corteza son las relaciones entre la biomasa y el volumen de madera y entre la biomasa y el volumen de corteza, respectivamente. Por lo tanto, si se determina la cantidad de carbono contenida en las distintas fracciones de la biomasa aérea se pueden establecer factores de expansión para poder conocer, tanto las biomásas de estas fracciones como sus mineralomasas de carbono, a partir del volumen con corteza de cada especie, que es quizás la única variable que se determina en todos los inventarios forestales. En este mismo congreso se ha presentado una comunicación oral relativa a este tema (véase VAYREDA *et al*, 2005).

Mapas de modelos de combustible y de modelos de inflamabilidad

Los mapas de modelos de combustible se obtuvieron a partir de la asignación de modelos de combustible efectuada en las parcelas de campo (salvo aquellas no incluidas en ninguno de los estratos y las parcelas satélites) y la cartografía digital de estratos del IFN3. Los modelos de combustible se asignaron a partir de una clave fotográfica. Para la asignación de los modelos de inflamabilidad se recopiló un conjunto de información sobre la estructura de la vegetación en cada una de las parcelas del IFN3. La asignación de los modelos de inflamabilidad se efectuó a posteriori, en gabinete. Para la obtención de los mapas se aplicó una metodología desarrollada en el IEFC (GRACIA *et al*, 2004a). En este congreso se ha presentado una comunicación oral relativa a la metodología para la asignación de modelos de inflamabilidad y para la obtención de ambos tipos de mapas (véase MATA *et al*, 2005).

RESULTADOS

Todos estos resultados se han publicado a nivel provincial en los correspondientes volúmenes del IFN3 relativos a los indicadores ecológicos en el marco del tercer inventario forestal nacional (IBÁÑEZ *et al*, 2005). La estructura de estas publicaciones es muy semejante a la de sus correspondientes volúmenes del Tercer Inventario Forestal Nacional, incluso las tablas se han numerado de manera que las 3 últimas cifras hacen referencia a sus tablas homólogas en tales publicaciones.

En estas tablas se ofrecen los datos básicos por estrato, los resultados relativos a las existencias en biomasa aérea total y cantidad de carbono aéreo total por clase diamétrica y especie y por cada concepto de clasificación y los resultados de biomasa de la copa (ramas y hojas) y de cantidad de carbono aéreo total por especie y estrato.

También se ofrecen resultados de indicadores dasométricos, concretamente biomasa aérea y mineralomasa de carbono aéreo por estratos, especies y fracciones, así como producción de hojas e índice de área foliar por estratos y especies.

Igualmente se ofrecen los resultados de los siguientes indicadores dendrométricos: ecuaciones para obtener las biomásas de ramas y de hojas por especies, calidades y formas de cubicación; las biomásas de copa (ramas y hojas), las biomásas aéreas totales y las mineralomasas de carbono aéreas totales de los pies medios por especies, calidades y clases diamétricas; los factores de expansión de la biomasa y de la mineralomasa de carbono aéreas totales de los pies medios por especies, calidades y clases diamétricas; y, todas estas biomásas, mineralomasas y factores de expansión de los pies medios por especies, formas de cubicación y clases diamétricas.

Finalmente se ofrecen los resultados de una serie de parámetros relativos a las hojas, en concreto las concentraciones medias de nutrientes en hojas por especies y sus desviaciones estándar; los porcentajes de biomasa foliar contribuida por cada cohorte de hojas por edades y especies y sus respectivas desviaciones estándar y los parámetros del ajuste para el cálculo de la vida media de las hojas.

Por lo que respecta a los parámetros relacionados con los incendios forestales se ofrecen los resultados relativos a los modelos de combustible y a los modelos de inflamabilidad por estratos y los mapas de modelos de combustible y de modelos de inflamabilidad.

CONCLUSIONES

Se ha podido constatar que la metodología puesta a punto por el Inventario Ecológico y Forestal de Catalunya puede ser asumida por un proyecto de la envergadura del Tercer Inventario Forestal Nacional. El esfuerzo adicional que representa el muestreo de estas variables es razonable tanto en tiempo como en preparación técnica de los equipos de campo, y por tanto en términos de coste económico.

Resulta evidente que el Inventario Forestal Nacional es un marco adecuado para incorporar, de manera general, el muestreo de variables necesarias para dar respuestas a la sostenibilidad.

BIBLIOGRAFIA

GRACIA, C.; BURRIEL, J.A.; IBÀÑEZ, J.J.; MATA, T. y VAYREDA, J.; 2000-2004. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*. 10 volúmenes. Ed. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF). ISBN: 84-931323-0-6 (obra completa).

GRACIA, C.; BURRIEL, J.A.; IBÀÑEZ, J.J.; MATA, T. y VAYREDA, J.; 2004a. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Mètodes*. Volumen 9. Ed. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF). ISBN: 84-932860-2-8. 112 páginas.

GRACIA, C.; BURRIEL, J.A.; IBÀÑEZ, J.J.; MATA, T. y VAYREDA, J.; 2004b. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Catalunya*. Volumen 10. Ed. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF). ISBN: 84-932860-3-6. 184 páginas y un mapa en la solapa.

IBÀÑEZ, J.J.; VAYREDA, J. y GRACIA, C.; 2002. Metodología complementaria al Inventario Forestal Nacional en Catalunya. En Bravo F, Del Río M, Del Peso C (eds) *El Inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la gestión forestal sostenible*. Ed. Fundación General de la Universidad de Valladolid, pp. 67-77.

IBÀÑEZ, J.J.; VAYREDA, J.; MATA, T y GRACIA, C.; 2005. Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. Indicadores Ecológicos en el marco del Tercer Inventario Forestal Nacional. 4 volúmenes, correspondientes a las provincias de Tarragona, Girona, Lleida y Barcelona. Ed. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General para la Biodiversidad.

MATA, T.; IBÀÑEZ, J.J.; VAYREDA, J.; BURRIEL, J.A. y GRACIA, C.; 2005. Mapas de modelos de combustible y de modelos de inflamabilidad: herramientas para la sostenibilidad. En: *Actas del IV Congreso Forestal Español*. Zaragoza.

UN, 1992. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992

UNFCCC, 1997. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Tercera Conferencia de la Convención del Clima de Kyoto. Diciembre de 1997.

VAYREDA, J.; IBÀÑEZ, J.J.; MATA, T. y GRACIA, C.; 2005. Biomasa y carbono arbóreo aéreo en los bosques según los parámetros ecológicos muestreados en Catalunya para el IFN3. En: *Actas del IV Congreso Forestal Español*. Zaragoza.

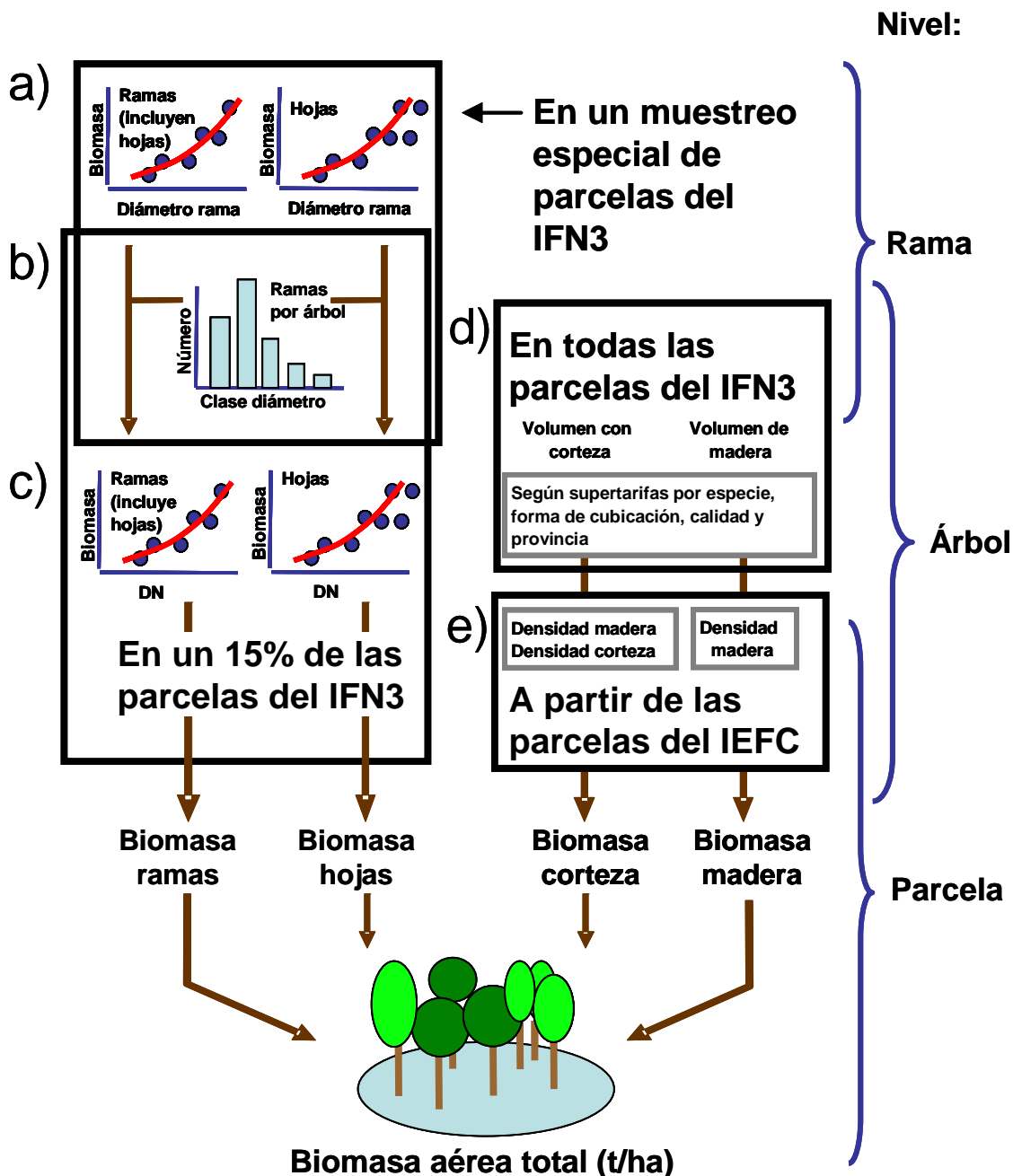


Figura 1. Esquema metodológico para la obtención de la biomasa arbórea aérea total y las biomásas de cada una de las fracciones aéreas de los árboles de una parcela. Estos fueron los únicos parámetros ecológicos que requirieron de un muestreo específico en un conjunto de parcelas del IFN3 de cada provincia catalana (Tarragona, Barcelona, Lleida y Girona). En estas parcelas (a) se determinaron las relaciones entre los diámetros de las ramas y los pesos secos de las ramas y de las hojas. Tanto en estas parcelas como en el resto de las seleccionadas (1530, aproximadamente un 15% del total) para la determinación de parámetros ecológicos se procedió además al conteo de las ramas (por intervalos de diámetro) de una muestra de árboles de la parcela (b). De este modo se pudieron establecer las relaciones entre los diámetros normales de los árboles y las biomásas de ramas y de hojas de dichos árboles (c). Para obtener las biomásas de madera y corteza se utilizaron los datos de volúmenes con corteza y de volúmenes de madera de todas las parcelas del IFN3 (d) y los valores medios de densidad de madera y corteza por especie obtenidos a partir de las parcelas del IEFC (e).