

BIODIVERSIDAD EN EL TERCER INVENTARIO FORESTAL NACIONAL: PRIMEROS RESULTADOS DE LA VALORACIÓN POR MEDIO DE INDICADORES

E. GORDILLO; R. DÍAZ; J. MARTÍNEZ-MILLÁN

(1)

(2)

(1)

(1) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes; Madrid

(2) Dirección General de Conservación de la Naturaleza

RESUMEN

Se presenta un avance de los resultados de la estimación y valoración de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional Español. Los indicadores de biodiversidad empleados en la primera provincia inventariada A Coruña, se refieren tanto a la composición de especies vegetales como a la estructura de las masas forestales, cuya descripción nos permite caracterizar la capacidad de acogida de taxones de flora y fauna y la sostenibilidad de la gestión forestal.

P.C.: biodiversidad estructural, indicadores, inventario forestal, A Coruña.

SUMMARY

A short explanation is presented about the first results of the measurement and assessment of biodiversity on Third National Forest Inventory in Spain. Forest biodiversity indicators were used in A Coruña, the first registered Spanish province. They refer to the variety of vegetation species and the structure of forest stands, whose description allows characterising the availability of habitats for flora and fauna diversity as well as a sustainable forest management.

K.W.: structural biodiversity, indicators, forest inventory, A Coruña.

INTRODUCCIÓN

En el contexto del Tercer Inventario Forestal Nacional, la DGCONA se propone integrar todos los aspectos ecológicos involucrados en la estimación y valoración de la biodiversidad, entendidas éstas no sólo como recopilación de la cantidad de categorías taxonómicas, sino además como una selección de una serie de indicadores de biodiversidad estructural y funcional a distintos niveles.

Se presentan a continuación los primeros resultados correspondientes a la provincia de A Coruña, primera provincia inventariada en el IFN-3, según el espíritu y la interpretación ecológica expuesta en la comunicación “Elementos estructurales para la caracterización de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional” Actas del Congreso de Ordenación y Gestión Forestal Sostenible en Compostela 1999.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología de estimación diseñada en esta provincia se basa en medidas cuantitativas (ver tabla 1) procedentes de las parcelas de muestreo apeadas del IFN-3 (DGCONA 2001). La valoración delimita un sistema de indicadores de biodiversidad agrupados en seis parámetros clave, que llamamos **elementos estructurales**.

Tabla.1. Variables de partida para calcular los seis elementos estructurales (Éstos en negrita)

1. Tipología de masa forestal	⇒ Ocupación, F.c.c. de la especie arbórea dominante y nivel de clasificación de la vegetación en función del uso de suelo y de los estratos del IFN-3
2. Especies arbóreas	⇒ Número, Cantidad de pies mayores / especie ⇒ Mezcla de coníferas / frondosas (en área basimétrica y cantidad de pies)
3. Distribución por clases diamétricas	⇒ Rango diamétrico presente en la parcela ⇒ Cantidad de pies añosos ⇒ Superficie de cada clase natural de edad (replantado, monte bravo, latizal, fustal)
4. Estratificación vertical arbórea	⇒ Con o sin subpiso ⇒ Forma principal de masa: coetánea, regular, semirregular, irregular
5. Cubierta arbustiva	⇒ Número de taxones arbustivos ⇒ Fracción de cabida cubierta arbustiva por especie ⇒ Altura media por especie

6.	Madera muerta	⇒ Cantidad de árboles de calidad 6 (“árbol muerto pero sin pudrir aún y capaz todavía de proporcionar algún bien aprovechable”)
-----------	----------------------	---

En este caso, la provincia constituye una unidad de estudio al pertenecer a una única ecorregión de la región biogeográfica atlántica eurosiberiana, la galaico-cantábrica, (Clasificación biogeoclimática, Elena Roselló, et al. 1997).

RESULTADOS

El elemento estructural “tipología de masa forestal” clasifica el territorio en distintos hábitat (ver la tabla 2), incorporando en lo posible la clasificación europea de la directiva hábitat 92/43/CEE a la clasificación en *estratos* del IFN-3 de la provincia, (que combina el tipo de especie arbórea dominante, su ocupación, el estado de la masa y su fracción de cabida cubierta).

Tabla 2: Características de la clasificación de hábitat en función de los estratos de la provincia A Coruña

HÁBITAT	Estrato IFN-3	Especies dominantes	Parcelas	Cabida(ha)
1. Robledal	10	Quercus robur	77	10.795,11
2. Pinar de pináster	1,2,3,4,5	Pinus pinaster	592	8.1602,56
3. Eucaliptal	12,13,14,15	Eucalyptus globulus	560	83.988,07
4. Mezclas de roble y eucalipto con pinos, o con abedul y castaño	8,9,11	P. pinaster Q. robur- Eucalyptus / Pinus radiata-Q. robur-Eucalyptus / Q. robur-Betula-Castanea-Eucalyptus	403	70.918,42
5. Mezcla de eucaliptos y pinos	6,7,16,17	P. pinaster/ Eucalyptus /(P. radiata)	783	115.068,19
6. Matorral con arbolado ralo o disperso	18, 19	Matorral con arbolado ralo o disperso	94	29.713,77
7. Ribera arbolada	20	Árboles de ribera	56	9.102,88
Total provincial			2.565	401.189,00

Calculando el índice de Shannon (en cifras absolutas y relativas) como indicador de diversidad de hábitats (o de distintos niveles de clasificación del territorio según las definiciones del IFN-3: usos de suelo, nivel morfoestructural, nivel morfoespecífico, nivel específico) obtenemos los resultados que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Índices de diversidad respecto de la clasificación selvícola de la superficie terrestre en A Coruña.

NIVEL DE CLASIFICACIÓN	Shannon absoluto	Shannon relativo
Nivel usos de suelo (1)	H = 0,297	H' = 62,19%
Nivel morfoestructural (2)	H = 0,378	H' = 48,63%
Nivel morfoestructural (3)	H = 0,583	H' = 64,51%
Nivel morfoespecífico (5)	H = 0,694	H' = 60,58%
Nivel específico (6)	H = 0,739	H' = 56,77%

En el nivel morfoestructural (2) las categorías se refieren a distintas fracciones de cabida cubierta arbolada. Respecto al nivel morfoestructural (3), obtenemos un indicador de la imbricación en el territorio de los bosques con los bosques de plantaciones, (a mayor valor del índice, taxones faunísticos o vegetales que no se adaptan a los turnos cortos de explotación forestal o que precisen exclusivamente áreas de campeo de gran tamaño en bosques se ven perjudicados). El índice en el nivel morfoespecífico (5) nos orienta sobre el reparto de frondosas y coníferas bien sean autóctonas o alóctonas mientras que en el nivel específico (6) estimamos la variación de distintas especies arbóreas dominantes.

Cabe reseñar que la comparación de los índices entre distintas subcategorías, por ejemplo en el nivel específico (6), apenas diferencia bosques y bosques de plantaciones $H'=45,26\%$ y $H'=43,33\%$ respectivamente, o entre frondosas y coníferas, $H'=42,63\%$ frente a $H'=46,97\%$; siendo mayor entre monte arbolado, ralo y disperso (da $H'=62,78\%$; $H'=77,70\%$; y $H'=88,08\%$) o para frondosas autóctonas $H'=60,10\%$, o Eucalyptus spp $H'=23,72\%$.

Por último, considerando las cabidas de las siete categorías de hábitat de esta provincia se obtiene un valor bastante alto de $H'=86,94\%$, ($H=0.735$), es decir, que su repartición superficial no tiene una clara dominancia de ninguna de ellas en particular.

Para el segundo **elemento estructural, “especies arbóreas”** se han considerado cuatro grupos de indicadores de biodiversidad (Ver tablas 4 y 5):

a) cantidad de especies arbóreas presentes, o sea la riqueza. Casi todos los hábitat tienen una distribución normal con medias de cuatro o cinco especies por parcela. Tan sólo el hábitat *roble* y el hábitat *matorral con arbolado ralo o disperso* presentan una distribución más asimétrica hacia la izquierda y derecha respectivamente.

b) índices de diversidad de especies: densidad de especies, índice de Margaleff, índice de Menhinick, índices de Shannon y Simpson e índice de Berger-Parker. Caracterizan la dominancia/uniformidad, (la riqueza es sensible al tamaño muestral).

c) mezcla de coníferas/frondosas respecto a su área basimétrica, y su cantidad de pies por hectárea.

d) índice de importancia para cada especie arbórea (IVI=Importance Value Index de Curtis y MacIntosh, 1954) sumando el porcentaje de presencia en las parcelas, el porcentaje que ocupa en cantidad de pies mayores por hectárea y el porcentaje respecto a su área basimétrica.

Tabla 4. Índice de importancia de las especies arbóreas (IVI)

Especie	Códigos	Háb 1	Háb 2	Háb 3	Háb 4	Háb 5	Háb 6	Háb 7
<i>Quercus robur</i>	041	257,91	94,76	85,50	134,56	97,10	94,51	99,17
<i>Castanea sativa</i>	072	72,88	47,61	49,69	77,52	47,59	32,05	57,37
<i>Betula spp</i>	073	45,74	25,37	33,08	49,20	26,93	33,60	40,54
<i>Alnus glutinosa</i>	054	8,02	2,51	3,61	7,16	3,27	-	152,85
<i>Pinus pinaster</i>	026	48,37	267,81	71,39	135,26	166,36	133,92	48,92
<i>Pinus radiata</i>	028	-	12,00	11,87	68,00	19,18	42,82	-
<i>Eucalyptus globulus</i>	061	45,21	76,69	271,52	85,27	181,69	114,63	42,91
<i>Eucalyptus spp.(otros)</i>	062	-	0,71	13,73	5,45	7,22	2,59	2,32

En cuanto al **tercer elemento estructural, distribución de clases diamétricas**, usamos el indicador de biodiversidad rango de variación de los diámetros presentes en cada parcela. Las distribuciones varían bastante entre los hábitat considerados, siendo los rangos mayores de 500 mm más abundantes en los hábitat 4 y 5 y menores los rangos en el hábitat 6.

Como segundo indicador de este elemento se ha calculado en razón de su

Tabla 5. Indicadores de especies arbóreas. Hábitat 1: Robledal. Hábitat 2: Pinar de pináster. Hábitat 3: Eucaliptal. Hábitat 4: Mezcla de roble y eucalipto con pinos, o con abedul y castaño. Hábitat 5: Mezcla de eucaliptos y pinos. Hábitat 6: Matorral con arbolado ralo o disperso. Hábitat 7: Ribera arbolada.

	Háb 1	Háb 2	Háb 3	Háb 4	Háb 5	Háb 6	Háb 7
Riqueza actual	30	40	43	52	52	25	32
Media de especies por parcela	5,39	4,53	4,6	5,35	4,50	3,26	6,04
Intervalo de confianza (95%)	0,41	0,13	0,17	0,20	0,13	0,34	0,47
Índices de diversidad							
<i>Densidad de especies (1)</i>	1,9843	0,3441	0,3911	0,6572	0,3382	1,3545	2,9103
<i>Densidad de especies (2)</i>	7,438213	8,143814	8,732352	10,719972	10,274740	5,589143	8,082484
<i>Diversidad Margaleff</i>	1,220	1,425	1,383	2,378	1,820	0,797	1,254
<i>Diversidad Menhinick</i>	0,068	0,034	0,028	0,068	0,043	0,099	0,079
<i>Diversidad Berger-Parker</i>	0,764	0,802	0,877	0,213	0,571	0,359	0,353
<i>Diversidad Simpson</i>	1,681	1,524	1,295	6,410	2,463	3,745	5,000
<i>Diversidad Shannon</i>	0,995	0,795	0,622	2,062	1,252	1,503	1,910
<i>Diversidad relativa Shannon</i>	37,71 %	26,99%	21,12%	60,63%	39,41%	72,30%	72,37
Ratio coníferas / frondosas							
En pies/ha	0,0260	4,5265	0,0428	0,6349	0,4261	0,9139	0,0093
En A.b. (m ² /ha)	0,0601	7,5251	0,0697	1,1956	0,8578	0,9593	0,0341

Ecuaciones utilizadas en la tabla de índices:

$$\text{Densidad (1)} = \frac{\text{Riqueza}}{S}$$

Siendo S la superficie muestreada en hectáreas

$$\text{Densidad (2)} = \frac{\text{Riqueza}}{\log(S)}$$

Siendo S la cabida en hectáreas

$$\text{Índice Diversidad Margaleff} = \frac{\text{Riqueza} - 1}{\ln T}$$

$$\text{Índice Diversidad Menhinick} = \frac{\text{Riqueza}}{\sqrt{T}}$$

Siendo T el total de los individuos de la muestra

$$\text{Índice Diversidad Berger-Parker} = \frac{N_{\text{máx}}}{N}$$

$N_{\text{máx}}$ es el número de individuos de la especie más abundante y N la suma de los pies de todas las especies

$$\text{Índice Diversidad Shannon} = H = - \sum_{i=1}^{i=N} p_i \log p_i$$

Siendo p_i la proporción de pies de una especie con respecto al total de los pies de todas las especies, N el número de parcelas de la tipología considerada.

Índice de Shannon relativo H' , para el número de especies m

$$H' = 100 \times \frac{H}{-\log(1/m)}$$

$$\text{Índice Diversidad Simpson} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{i=N} \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}}$$

Siendo n_i el número de pies de una especie, N la suma de los pies de todas las especies

importancia como refugios de fauna, la cantidad de árboles añosos, aquellos que sobrepasan el diámetro de 50 cm. (ver tabla 6). Se ha considerado que la cifra de 30 cm manejada en los bosques escandinavos es excesivamente baja para los bosques gallegos.

Tabla 6. Indicadores de diversidad de elementos estructurales 3, 4, 5 y 6 (E.e.). * Definición de densidad análoga a la de la tabla 5. Referencia a códigos de la clave de especies arbóreas y de matorrales del IFN.

E.e.	Indicadores		Háb 1	Háb 2	Háb 3	Háb 4	Háb 5	Háb 6	Háb 7
3	diámetro > 50 cm	Pies añosos / ha	5,36	5,34	3,71	3,53	4,38	0,54	3,09
		Especies más representadas	041	026	061	026	061	061	041
	diámetro > 100 cm	Pies añosos / ha	0,07	-	0,02	0,04	0,06	-	-
		Especies más representadas	061	-	064	061	061	-	-
4	Masas con subpiso (% parcelas)		5,19	14,36	7,92	11,47	8,89	1,16	0
5	Riqueza de matorral*		20	31	32	31	38	18	19
	Densidad (1)*		1.3228	0.2667	0.2910	0.3918	0.2472	0.9752	1.7280
	Densidad (2)*		4.958808	6.311456	6.498494	6.390752	7.508464	4.024183	4.798975
	Superficie con matorral (%)		60,94	84,26	69,87	77,63	80,61	78,36	54,86
6	CANT. P. MA. muertos / ha		8,17	8,17	8,31	9,09	5,26	10,65	5,68
	Especies más representadas		041	026	061	028	026	026	054
	Porcentaje respecto del total (%)		1,49	1,62	1,10	0,58	1,28	15,67	1,06

El indicador del **elemento estructural 4: estratificación vertical arbórea** se ha calculado en función del porcentaje de parcelas ocupado por masas con subpiso (ver también tabla 6) y según la clasificación en masas coetáneas, regulares, semirregulares, e irregulares.

Respecto al **elemento estructural 5: cubierta arbustiva** se ha calculado el porcentaje de presencia de matorrales, la densidad, (ver tabla 6), así como un índice de importancia de matorral para cada especie o grupo de especies en cada hábitat considerando tres sumandos: el grado de presencia en las parcelas, la fracción de cabida cubierta respecto al total de la superficie ocupada por el matorral, y un pseudovolumen de matorral resultado de multiplicar la F.c.c. de la especie por su altura media. Eligiendo las tres especies (o grupos) con mayor valor del índice de importancia se deduce que *Rubus spp.* y *Ulex spp.* son los géneros más representados en todos los hábitat, sin existir prácticamente diferenciación entre ellos. Del resultado del estudio de F.c.c. arbustiva (clases: 0 - 9, 10 - 39, 40 - 69, y $\geq 70\%$) se deduce que no existe una clara diferenciación estructural entre las distintas categorías de hábitat utilizadas, teniendo los bosques gran extensión de sotobosque arbustivo (Ver tabla 6).

Los elementos 4 y 5 se aúnan, clasificando en 10 clases la **complejidad estructural vertical**, en estrecha relación con la diversidad de las comunidades aviares, (cuestión muy documentada en la bibliografía) obteniendo los resultados mostrados en la tabla 7.

Tabla 7. Porcentaje de parcelas por clase de complejidad estructural vertical (C.E.V.) Fcca = fracción de cabida arbustiva; EA = número de estratos arbóreos; FccA= fracción de cabida arbolada

C.E.V.	Fcca	EA	FccA	Háb 1	Háb 2	Háb 3	Háb 4	Háb 5	Háb 6	Háb 7
Clase 1	<10	1	<50	0,00	1,02	0,36	0,25	1,56	4,76	5,45
Clase 2	10-40	1	<50	5,26	3,91	6,14	5,01	6,90	17,86	27,27
Clase 3	40-70	1	<50	3,95	6,97	5,96	8,02	8,85	11,90	20,00
Clase 4	>70	1	<50	18,42	23,47	16,43	20,55	28,91	64,29	12,73
Clase 5	<10	1	>50	2,63	1,70	2,17	1,00	1,30	0,00	0,00
Clase 6	10-40	1	>50	21,05	11,56	16,25	16,04	10,55	0,00	5,45
Clase 7	40-70	1	>50	22,37	11,39	17,51	12,53	10,42	0,00	10,91
Clase 8	>70	1	>50	21,05	25,68	27,80	25,06	22,40	0,00	18,18
Clase 9	0-40	2		3,95	2,21	1,99	1,50	1,17	0,00	0,00
Clase 10	>40	≥ 2		1,32	12,07	5,42	10,03	7,94	1,19	0,00

En cuanto al elemento estructural 6: **madera muerta** el indicador, en esta provincia, es la cantidad de pies mayores de calidad 6 por hectárea. (Ver tabla 6).

DISCUSIÓN

La elección de una serie de componentes de biodiversidad refleja un compromiso entre nuestro conocimiento ecológico básico y la necesidad de simplificar el proceso de cálculo e implementación de resultados. Se trata de una provincia muy intervenida históricamente con una gran proporción de superficie de plantaciones. En general, los hábitat estudiados no presentan diferencias notables entre sí en cuanto a estructura, salvo el hábitat 6. También los indicadores mezcla de coníferas/frondosas, así como el basado en la forma principal de masa, son distintos en función de la especie dominante del hábitat.

En cuanto los valores de riqueza de especies arbóreas y densidades de matorral tampoco presentan heterogeneidad siendo los parámetros de densidad los que marcan la diferencia entre las riberas arboladas y el resto. De la lectura conjunta de los índices de la tabla 5 se desprende que la diversidad de especies arbóreas es mayor en el hábitat 4, seguidos de cerca por el hábitat 7, siendo mínimo en los eucaliptales. En cuanto a los valores de riqueza, sorprende que los bosques de plantaciones de eucalipto en A Coruña lleguen a las 43 especies arbóreas, frente a las 30 de los robledales. Este indicador considera únicamente la presencia de especies y es sensible al tamaño muestral. Además, puede esgrimirse otra razón, los eucaliptales ocupan una gran superficie en el ámbito de distribución de numerosas especies autóctonas que permanecen o siguen brotando, aun de forma testimonial, bajo el dosel de copas de los eucaliptos.

CONCLUSIONES

A menudo se afirma que España es un país privilegiado por su extraordinaria diversidad biológica. En la actualidad, una de las áreas prioritarias de investigación forestal internacional pretende validar científicamente afirmaciones de ese tipo. Dos obstáculos dificultan esta tarea: la falta de una definición operativa y precisa de biodiversidad y la ausencia, pese a los esfuerzos, de metodologías de valoración o estimación universalmente aceptadas aplicable a diferentes tipos de vegetación forestal.

Se reconoce que ningún elemento o indicador por sí solo evalúa la biodiversidad en el nivel provincial. Sin embargo, el conjunto de indicadores presentados, tal y como son definidos en la resolución L2 de la Conferencia Ministerial sobre Protección de Bosques en Europa, "*herramientas potencialmente útiles que proporcionan información relevante para el desarrollo y la evaluación de políticas forestales, planes y programas forestales nacionales y como base para las estadísticas de datos forestales*", permite disponer de una base para evaluar los progresos en pos de la conservación y mejora de la biodiversidad.

BIBLIOGRAFÍA

- GORDILLO, E.; DÍAZ, R; 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.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (2001) "*Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. Galicia. A Coruña*". (En prensa).