



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
julio · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

El Índice de Biodiversidad Potencial (IBP) como herramienta de apoyo a la gestión forestal: fundamentos y aplicaciones en Cataluña

BAIGES, T.¹, CERVERA, T.¹, PALERO, N.¹, GONIN, P.², LARRIEU, L.^{3,4}

¹ Centre de la Propietat Forestal (CPF).

² Centre National de la Propriété Forestière – Institut pour le Développement Forestier (CNPFF-IDF).

³ Centre Régional de la Propriété Forestière d'Occitanie (CNPFF-CRPF Occitanie).

⁴ Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) UMR Dynafor.

Resumen

El Índice de Biodiversidad Potencial (IBP) es una herramienta de apoyo a la planificación y la gestión forestal, pensada principalmente para facilitar la integración de criterios de conservación de la biodiversidad en la gestión multifuncional. El IBP estima la capacidad de acogida de biodiversidad a escala de rodal en función de su composición, estructura y contexto, a partir de una evaluación rápida de 10 variables. Se presenta la versión del IBP para Cataluña, armonizada con los estándares del IBP Mediterráneo internacional, originado en Francia. Esta versión, finalizada en el marco del proyecto LIFE BIORGEST, es fruto de más de 10 años de trabajo en paralelo a ambos lados del Pirineo. En esta comunicación se señala la base científica sobre la que se ha construido el índice y se presentan 4 aplicaciones posibles del IBP a partir de ejemplos reales: i) definición de recomendaciones de conservación y mejora de la biodiversidad en la gestión productiva; ii) uso pedagógico, iii) como herramienta de certificación en esquemas de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) y iv) en la investigación.

Palabras clave

Biodiversidad, gestión forestal sostenible, indicador, planificación forestal, integración.

1. Introducción

La integración de criterios de conservación de la biodiversidad, de manera generalizada en la gestión forestal del día a día, requiere herramientas de identificación y diagnóstico operativas, que faciliten su aplicación por gestores no expertos, así como un enfoque centrado en la biodiversidad taxonómica ordinaria, cuya conservación es deseable en cualquier bosque tenga, o no, problemas de biodiversidad asociados,

A pesar de la gran complejidad de relaciones biológicas existentes en un ecosistema forestal, es posible identificar las variables clave que influyen de forma más significativa en la biodiversidad que éste aloja. Muchas de ellas son fácilmente identificables y medibles sin conocimientos específicos. Por ello, diversos autores enfatizan la relevancia y utilidad de los indicadores indirectos para describir la biodiversidad forestal (por ejemplo, Lindenmayer *et al.* 2000; Larsson *et al.* 2001; Tews *et al.* 2004). El Índice de Biodiversidad Potencial (IBP) es uno de ellos.

La nomenclatura de IBP tiene su origen en Francia, en el que CNPF e INRAE están trabajando, desde del año 2008, como parte de la aplicación de la Estrategia Nacional para la Biodiversidad francesa (Larrieu & Gonin, 2008; Gonin *et al.*, 2012). El IBP es un indicador indirecto de la capacidad que tiene un bosque de acoger distintas especies de plantas, animales y hongos. Se basa en la evaluación, en campo, de 10 factores considerados clave (Figura 1) y que resumen los conocimientos adquiridos a lo largo de

años sobre la relación entre estructura del bosque y la biodiversidad que éste acoge. El IBP está pensado para ser utilizado por personas que planifican o gestionan habitualmente el bosque, no expertas en conocimientos naturalísticos. Esto posibilita la evaluación del estado de la biodiversidad en esa gran mayoría de bosques en los que no es posible realizar un análisis más detallado porque es demasiado largo y costoso.

A lo largo de la última década, el IBP ha sido testado y utilizado en varios países: Bélgica (2010), Suiza (testado en el 2013 en el cantón de Vaud y utilizado en la formación de ingenieros forestales en la Universidad de Berna), Italia (proyecto GoProFor; Emberger *et al.*, 2019), Líbano (Amidi, 2017) y Algeria (Aissi *et al.*, 2020), entre otros.

Por su parte, en Cataluña, el Centro de la Propiedad Forestal (CPF) empezó a trabajar, el año 2010, en un índice indirecto de biodiversidad (Fernandez *et al.*, 2013), como cierre a los trabajos que durante una década se habían llevado a cabo sobre gestión forestal y biodiversidad en el marco del “Programa de seguimiento de la biodiversidad de los bosques de Cataluña – BIBOCAT”. Este trabajo se resumió en un índice que recogía 14 factores y contemplaba observaciones a escala de rodal y de paisaje.

Estos trabajos pusieron de relevancia la necesidad de armonización y adaptación de los índices existentes en un solo índice que, aunque con adaptaciones regionales, tuviera una estructura común que permitiera homogenizar y potenciar la información obtenida. A su vez, la experiencia de aplicación en diferentes regiones y por equipos con diferentes perfiles abrió potenciales vías de mejora.

En esta comunicación se expone el trabajo liderado por el CNPF y el CPF en el marco del proyecto LIFE BIORGEST, que ha llevado a la obtención, en 2021, de la versión 3 del IBP, consensuada internacionalmente, en paralelo a la versión del IBP adaptada para Cataluña.

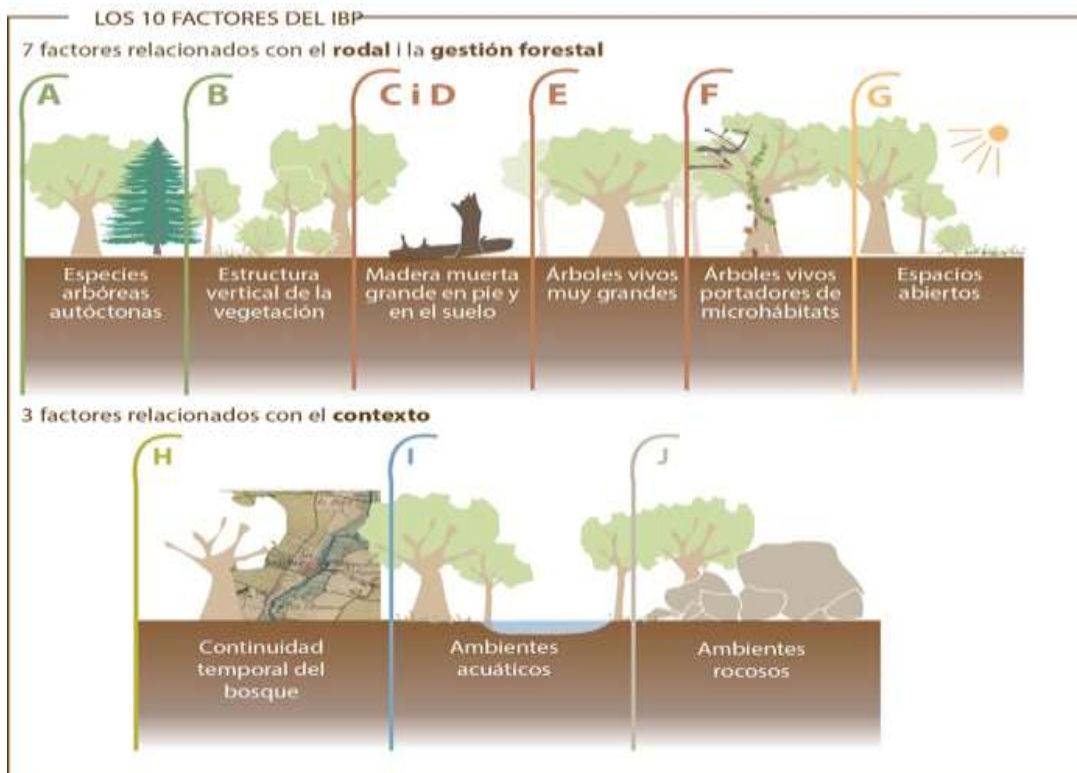


Figura 1. Ilustración con los 10 factores incluidos en el IBP original.

2. Objetivos

El objetivo del trabajo era armonizar, en una sola versión (IBP versión 3), el IBP mediterráneo desarrollado en Francia con el Índice de Biodiversidad existente en Cataluña (Fernández *et al.* 2013), y actualizarlos de acuerdo con los nuevos conocimientos existentes.

El propósito final era mejorar la calidad del indicador, responder a las mejoras y nuevas necesidades surgidas de su aplicación práctica y consensuarlo a escala internacional. Estas mejoras también son una oportunidad de hacer más fácil el uso del índice para ampliar sus ámbitos de utilización.

Como objetivos secundarios del trabajo se fijaron la definición del dominio de utilización del IBP en Europa y la puesta en funcionamiento de un comité Internacional de Expertos (CIE).

3. Metodología

La versión V3 del IBP (2021) se ha desarrollado en el marco del programa francés de I+D sobre IBP y los proyectos LIFE llevados a cabo en Cataluña (BIORGEST; Baiges *et al.* 2019) y en Italia (GoProFor).

Para la elaboración de la nueva versión del IBP Mediterráneo y su aplicación en Cataluña se ha seguido el método de extensión propuesto por Gonin *et al.* 2017, para la adaptación del IBP a las diferentes regiones mediterráneas. Este método consta de 6 etapas: i) Definición del dominio de aplicación, ii) Definición/adaptación de los factores, iii) Diseño y testaje de la versión preliminar, iv) Validación para certificación de la nomenclatura IBP, v) Difusión a los usuarios y vi) Programas de R&D para mejora constante del IBP.

Este trabajo ha sido objeto de una amplia consulta en Francia a través del Comité Directivo Nacional de I+D, en Cataluña a través del Grupo de trabajo sobre el IBP, y en el extranjero a través de la creación y consulta del Comité Internacional de Expertos del IBP (Gonin *et al.* 2021). Ha sido un proceso largo e intenso entre los años 2019 y 2021.

En las diversas reuniones con los grupos de expertos se han discutido cada uno de los 10 factores (relevancia, definición y umbrales de valoración) de manera iterativa con los expertos y se ha reportado el resultado de los tests y las aplicaciones de las versiones preliminares, para adaptar también los métodos de recogida de datos y los usos potenciales del IBP.

En paralelo, se han llevado a cabo estudios complementarios de diferentes aspectos del IBP y su aplicación en campo, destacando el estudio de calibración de los factores IBP (Larrieu *et al.* 2019), complementado en 2021 con parcelas en Cataluña, y el estudio del “Efecto observador” en los resultados del IBP (Gosselin & Larrieu, 2020).

4. Resultados

4.1 Objetivo, alcance y método de recogida de datos

El objetivo del IBP es diagnosticar la capacidad de acoger biodiversidad de un rodal, para incorporarla en la planificación de la gestión forestal, tanto en bosques con objetivo productivo como en bosques con vocación ambiental.

Se puede utilizar a diferentes escalas, desde rodal, hasta finca o macizo, pero en todos los casos el inventario se realiza en campo en parcelas/rodales definidos.

El método de recogida de datos más sencillo consiste en recorrer todo el rodal de manera homogénea (por ejemplo, en transectos regulares) y contar los diferentes elementos necesarios para calcular la puntuación del IBP. Este método se utiliza en el caso de superficies pequeñas (< 2 ha), de lo contrario se puede realizar un muestreo parcial de un mínimo de 1 hectárea o 15 % del rodal. Las observaciones son rápidas (20 a 40 min/ha máximo) porque no requiere mediciones complejas o un inventario exhaustivo: los datos se estiman visualmente, prestando la suficiente atención como para identificar los elementos necesarios para la obtención del IBP.

4.2 Dominio de aplicación del IBP

La definición de IBP es única, pero se dispone de versiones adaptadas al contexto de uso, en particular a las características de las regiones biogeográficas, una de las principales causas de variaciones en el hábitat y el crecimiento del rodal (Gonin *et al.* 2017). El primer paso en la armonización del IBP consistió en comparar los dominios de aplicación del IBP en Francia y en Cataluña para identificar las similitudes y las diferencias entre las zonas biogeográficas y así resaltar los factores IBP susceptibles de ser mantenidos, modificados o complementados.

Para tener una división única en toda Europa, la división biogeográfica adoptada es la realizada por la Comisión Europea para la aplicación de la Directiva Hábitats (ver Fig. 2; Agencia Europea de Medio Ambiente, 2016). Existen otras divisiones biogeográficas de Europa y la región Mediterránea (por ejemplo, Rivas-Martínez *et al.* 2004, 2011). Se ha elegido el mapa EEA porque es el documento de referencia para la Red Natura 2000, que cubre toda Europa. Según esta cartografía, en Cataluña están presentes dos regiones biogeográficas, también existentes en Francia: la mediterránea y la alpina (subalpina) (Figura 2). Dadas las especificaciones del IBP, la similitud de las condiciones biogeográficas entre Cataluña y Francia justifica definiciones de IBP similares para la misma región biogeográfica, con dos versiones: i) una para la región mediterránea; ii) la otra para la región subalpina, que en Francia coincide con la versión para las regiones atlántica y continental.

Para determinar cuál de las 2 versiones de IBP es más apropiada utilizar, especialmente en localizaciones al borde de la región bioclimática o del piso de vegetación, puede ser útil consultar otros documentos o estudios locales (p.e. el mapa de cubiertas del suelo, CREAM 2017). Por ejemplo, debido a las similitudes entre las características ecológicas y fitosociológicas del piso montano mediterráneo y el montano alpino, es la versión alpina del IBP la que debe utilizarse en la zona montañosa mediterránea, como por ejemplo en los hayedos del Montseny.

Esto no excluye el hecho que una misma versión de IBP incluye variaciones según la calidad de estación, con umbrales reducidos en estaciones de baja calidad o para determinadas especies de frondosas. Estas estaciones de baja calidad son poco frecuentes (menos del 20 % de los casos), excepto en el dominio subalpino donde las condiciones de crecimiento son más difíciles.



Figura 2. Regiones biogeográficas de Europa y Cataluña (© EEA, 2016)

4.3 Factores del IBP y umbrales de puntuación

Se validan los 10 factores propuestos en el IBP original desarrollado en Francia (2008) para homogenizar el indicador. Las definiciones y categorías de valoración establecidas para cada factor se resumen en la ficha de campo adjunta (Figura 3) y su justificación se detalla en los subapartados de este capítulo. Esta ficha de campo corresponde al IBP para el dominio mediterráneo. Las diferencias con el IBP para el dominio subalpino se especifican en el texto y tienen que ver, mayoritariamente, con la mayor capacidad de crecimiento en este último (Gonin *et al.* 2012). Cada factor se define de manera precisa y sin ambigüedades para evitar malas interpretaciones (por ejemplo, el IBP detalla la lista de especies autóctonas para evitar diferencias entre evaluadores) y para limitar tanto como sea posible un efecto del observador. Estos 10 factores pueden subdividirse en 2 grupos: los 7 primeros factores del IBP que son modificables con la gestión forestal (IBP_gestión) y los 3 últimos factores (IBP_contexto), que obedecen a características fijas del rodal.

La valoración IBP consiste en asignar a cada uno de los 10 factores considerados una puntuación entre 0 y 5, cubriendo un gradiente que va de capacidad de acogida “baja” a “alta” (y no de cero a máximo) en referencia a la capacidad de acogida de los rodales forestales ecológicamente más intactos, en base a criterios de continuidad, madurez y complejidad estructural. Para ciertos factores, en la versión v3 del IBP, se incluye la puntuación 1 (que no existía en versiones anteriores), con el objetivo de discriminar más finamente entre formaciones forestales que tienen una capacidad de acogida baja. Esta puntuación adicional tiene, un valor didáctico, ya que permite mostrar al gestor cuán lejos se está de un estado más favorable de biodiversidad y que posibilidades de mejora tiene.

 ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL IBP Cataluña – Región mediterránea v.3 (mesomediterráneo y supramediterráneo) FICHA INVENTARIO		Código inventario: Fecha: Equipo:	
CARACTERIZACIÓN DEL RODAL Coordenadas UTM: Municipio: Finca o macizo: Calidad de estación (ORGEST): A / B / C Superficie del rodal (ha):		REFERENCIAS DEL INVENTARIO IBP Método: Superficie muestreada (ha y %): Longitud del transecto/ radio (m): Distancia de visibilidad (de 10 a 25 m):	
FACTORES DE RODAL		Datos campo	Puntuación:
A – Especies autóctonas * Especies naturalizadas	Especies arbóreas autóctonas presente , individuos vivos o muertos de h > 50 cm, de la lista siguiente: Álamo / Almizcle / Árbol del amor (<i>Cercis</i>) / Espino blanco / Arce / Avellano / Abeto / Abedul / Aliso / Carpinus / Castaño* / Cerezo / Ciprés / Encina - Alcornoque / Fresno / Haya / Madroño / Manzano (silvestre) / Nogal (J. regia)* / Olivo / Olmo / Peral / Pinos / Robles / Sabina (J. <i>thurifera</i>) / Sauce (= <i>Salix</i>) / Serbal (= <i>Sorbus</i>) / Tejo / Tilo		0: 0 o 1 género 1: 2 géneros 2: 3 o 4 géneros 5: 5 géneros o más
	FCC del conjunto de las especies autóctonas al rodal:	< 50 % o ≥ 50 %	Si FCC < 50 %: puntuación = 2
B – Estructura vertical de la vegetación	Estratos presentes ≥ 20 %: . Estrato herbáceo y semi-leñoso (ver lista en anejo III, «Protocolo») Muy bajo (< 1,5 m) . Leñoso, estrato ocupado por el follaje Bajo (1,5-5 m) Intermedio (5-15 m) Alto (> 15 m)	Herbáceo Muy bajo Bajo Intermedio Alto	0: 1 estrato 1: 2 estratos 2: 3 o 4 estratos 5: 5 estratos
	C – Madera grande muerta en pie Madera muerta (MM) de altura ≥ 1 m - Número de MM grande (MMG) D > 27,5 cm - Número de MM mediana (MMM) D: de 17,5 a 27,5 cm En estaciones poco fértiles y especies de crecimiento lento (aliso, madroño, arce, peral, Manzano, serbal): D > 17,5 cm para MMG y MMM	MMG:	0: < 1 MMG/ha y < 1 MMM 1: < 1 MMG/ha y ≥ 1 MMM 2: ≥ 1 y < 3 MMG/ha 5: ≥ 3 MMG/ha
		MMM:	
D – Madera grande muerta en el suelo Madera muerta (MM) de longitud ≥ 1 m - Nombre de FM gran (FMG) D > 27,5 cm - Nombre FM mediana (FMM) D: de 17,5 a 27,5 cm En estaciones poco fértiles y especies de crecimiento lento (aliso, madroño, arce, peral, Manzano, serbal): D > 17,5 cm para MMG y MMM	MMG: MMM:	0: < 1 MMG/ha y < 1 MMM 1: < 1 MMG/ha y ≥ 1 MMM 2: ≥ 1 y < 3 MMG/ha 5: ≥ 3 MMG/ha	
E – Árboles vivos grandes	- Número de árboles muy grandes (AMG) D > 57,5 cm - Número de árboles grandes (AG) D: de 37,5 a 57,5 cm En estaciones poco fértiles y especies de crecimiento lento (aliso, madroño, arce, peral, Manzano, serbal): D > 37,5 cm para AMG y AG	AMG: AG:	0: < 1 AMG/ha y < 1 AG/ha 1: < 1 AMG/ha y ≥ 1 AG/ha 2: ≥ 1 y < 5 AMG/ha 5: ≥ 5 AMG/ha
F – Árboles vivos portadores de dendromicro hábitats (DMH)	Número de árboles con DMH (anotar y clasificar, por grupos —15—, todos los árboles con DMH observados hasta un máximo de 2 árboles/ha x grupo de DMH). Si un árbol tiene diferentes DMH, se cuentan tantos árboles con DMH diferentes tenga un árbol; si un mismo árbol tiene un DMH repetido, se cuenta una vez.		0: < 1 árbol/ha 1: ≥ 1 y < 2 árboles/ha 2: ≥ 2 y < 6 árboles/ha 5: 6 árboles/ha o más
	Cavidades de pico		
	Cavidades con materia orgánica (Ø > 10 cm o > 30 cm en cavidades semiabiertas o abiertas)		
	Orificios y galerías de insectos (Ø > 2 cm)		
	Concavidades (Ø > 10 cm, profundidad > 10 cm)		
	Madera expuesta (albura) (S > 600 cm² o corteza separada > 1 cm, ancho y alto > 10 cm)		
	Madera expuesta (duramen y albura) (punta rota Ø > 20 cm; rama arrancada a nivel de tronco (S > 600 cm² = A4); grieta de ancho > 1 cm, profundidad > 10 cm y longitud > 30 cm)		
	Madera muerta en la copa (Ø > 20 cm y L > 50 cm o Ø > 3 cm con > 20 % de la copa muerta)		
	Deformaciones y chancros (Ø > 20 cm)		
	Acumulación de brotes o ramas (escoba bruja > 50 cm; brotes > 5)		
	Cuerpos fructíferos de hongos perennes (Ø > 5 cm)		
	Cuerpos fructíferos de hongos anuales (Ø > 5 cm o nombre > 10)		
	Plantas y líquenes epifíticos o parásitos (> 20% del tronco; muérdago > 10 bolas de > 20 cm)		
	Nidos (> 50 cm)		
Microsuelo (a cualquier altura)			
Flujo de saba y de resina (longitud > 20 cm)			
G – Espacios abiertos	Espacios abiertos con vegetación florícola , permanentes o temporales a) Aberturas o claros – superficie (m²) x % esp. flores b) Zonas poco densas – superficie (m²) x % esp. flores c) Espacios abiertos de borde – long. (m) x 2 m ancho (m²) sup. (m²) x % esp. flores	a) Sup. total (m²) b) c)	0: 0 % 2: < 1 % o > 5 % 5: de 1 a 5 %

FACTORES DE CONTEXTO		Datos campo	Puntuación:
H – Continuidad temporal del bosque	- Zona arbolada en la ortofoto de 1945 - Otros documentos históricos (escrituras, aprovechamientos, ...) - Sobre el terreno, signos de discontinuidad del estado boscoso, en el tiempo (uso agrícola en algún momento: muretes, terrazas, plantación o colonización reciente, etc.) o elementos de continuidad parcial del bosque, en el espacio (viejos árboles relictos en los márgenes de antiguas fajas de pastoreo, zona rocosa que se ha mantenido arbolada, etc.)	Signos discontinuidad/continuidad parcial:	0: bosque reciente (> 1945) 1: bosque reciente al límite del bosque antiguo 2: bosque antiguo replantado, o conservado solo parcialmente (en márgenes o roquedales) 5: bosque antiguo (<1945 y no 2)
I – Medios acuáticos Naturales o artificiales, permanentes o no	Tipos presentes del listado siguiente:		0: ningún tipo 2: 1 tipo 5: 2 tipos o más
	Fuentes o afloramientos		
	Arroyo, zanja húmeda no canalizada o canal pequeño (ancho < 1 m)		
	Pequeño curso de agua (ancho de 1 a 8 m)		
	Rio y afluentes, estuario o delta (ancho > 8 m)		
	Brazo muerto de un río		
	Lago o masa de agua profunda		
	Estanque, laguna		
	Albufera o masa de agua poco profunda		
	Balsa o otro punto de agua pequeño		
J – Medios rocosos	Tipos presentes (superficie acumulada > 20 m ²) de la lista siguiente:		0: ningún tipo 2: 1 tipo 5: 2 tipos o más
	Acantilado (de altura superior a la de la masa)		
	Losa		
	Lapiaz o gran diaclasas recientes		
	Cueva o brecha		
	Acumulación de piedras estables (ruinas, muretes de piedra > 20 m, desprendimientos de piedras estables)		
	Afloramientos de cantos rodados (en el margen del lecho del río)		
	Desprendimientos inestables		
	Caos de bloques > 2 m		
	Rocas grandes (de altura inferior a la masa forestal)(grandes bloques > 20 cm, paredes o cornisas rocosa)		
IBP contexto			
IBP TOTAL			

Versión IBP Cat-Med v3_2021

Figura 4. Ficha de campo del IBP (V3) mediterráneo para Cataluña

Factor A) Especies autóctonas

Los árboles son un elemento estructural de la biodiversidad forestal, porque gran parte de ella depende de las especies arbóreas presentes, cada una de las cuales tiene asociado un determinado grupo de organismos, por enlaces funcionales o tróficos (Branquart & Dufrêne, 2005). Algunos de estos organismos son ubicuos (se encuentran en una amplia variedad de situaciones), pero otros son específicos de ciertas especies. Así, por efecto aditivo, cuantas más especies arbóreas hay en un rodal, más especies asociadas hay.

La notación IBP consiste en anotar la riqueza de especies autóctonas, independientemente de su estado (vivo o muerto, ya que el cortejo de especies saproxílicas también depende de la especie sustrato), edad, tamaño y número. Se ofrece una lista cerrada de especies consideradas como árboles autóctonos, que, para Cataluña y España ha sido elaborada por investigadores del CREAM y adaptada a cada dominio de aplicación. La valoración final se realiza sobre el número de géneros, y no de especies, ya que las especies de un mismo género suelen tener un potencial biológico similar. La escala de calificación se estableció en Francia sobre la base de varios inventarios (Larrieu, Gonin, 2008; Gonin *et al.* 2012). Durante los tests realizados en el proyecto Biorgest, se han ajustado los umbrales para tener en cuenta la diversidad observada en las parcelas del IFN de Cataluña, otorgándose la puntuación más alta con una presencia igual o superior a 5 géneros, tanto para el dominio mediterráneo como para el alpino.

Las especies exóticas no se contabilizan y no aportan puntos ya que aportan una diversidad de especies menor y menos original (Branquart & Liégeois, 2005), Tampoco

computan en negativo (como ocurría en versiones anteriores del índice catalán). No obstante, en rodales con presencia abundante de exóticas (p.e. plantaciones de *Pinus radiata*), la puntuación máxima para el factor A se ha limitado a 2, si la proporción de especies autóctonas es inferior al 50 % del recubrimiento, para diferenciarlo de un rodal totalmente cubierto con especies autóctonas.

Factor B) Estructura vertical de la vegetación

La vegetación se estructura en estratos verticales que constituyen otros tantos nichos ecológicos y hábitats propicios para la recepción de diferentes especies, principalmente, lepidópteros y ortópteros nocturnos (Blondel *et al.* 1973; Gosselin *et al.*, 2006).

El monitoreo IBP consiste en identificar cuántos estratos están ocupados por vegetación en al menos el 20 % de la superficie descrita, de entre los siguientes cinco estratos: capa herbácea y semileñosa; estrato muy bajo (< 1,5 m); estrato bajo (1,5 a 5 m; a 7 para el dominio alpino); estrato intermedio (5 a 15 m; a 20 m para el dominio subalpino-continental) y estrato alto (> 15 m/ 20 m). La puntuación se da según el número de estratos presentes. Una misma planta leñosa se puede contar en varios estratos según la distribución de su follaje.

Como resultado de las discusiones en el grupo de expertos se introdujo el estrato muy bajo (de 0 a 1,5 m) para valorar la aportación específica del estrato de matorral en relación a aves y pequeños vertebrados, muy importante en el Mediterráneo.

Factores C y D) Madera muerta de gran dimensión en suelo y en pie

En Europa, casi el 25 % de las especies forestales dependen en algún momento de su vida de la madera muerta o senescente de árboles moribundos. Existen especies saproxílicas en muchos grupos y representan la mitad de las especies forestales de coleópteros y un tercio de las de hongos.

En el IBP la variable anotada es el número de pies muertos/ha (mínimo 1 metro de altura o longitud), ya que se considera suficientemente explicativa, es más sencilla de medir que la unidad volumen/ha (que puede ser muy variable) (Branquart & Liégeois, 2005) y permite trasladar orientaciones a los gestores más fácilmente. El diámetro normal mínimo para su anotación se establece en 17,5 cm, considerado adecuado por el grupo de expertos y para armonizarlo con otros índices existentes (p.e. Índice de madurez de EUROPARC, 2017).

La puntuación IBP es máxima solo en presencia de madera muerta grande (MMG = $CD \geq 30$ en la versión IBP Mediterráneo) porque es la más interesante, con organismos específicos y menos representados (Emberger *et al.* 2016). En los demás casos, en presencia de madera muerta de tamaño mediano, la puntuación será menor, pero no cero, porque estos rodales son más interesantes para los taxones saproxílicos que los que no los tienen madera muerta alguna. En sitios con muy baja fertilidad, el umbral para tener en cuenta la madera muerta de gran dimensión se equipara al de la madera muerta de tamaño mediano.

La madera muerta en suelo y en pie se anota como dos factores distintos debido a las grandes diferencias existentes entre las especies que albergan cada uno de ellos. Otras características de la madera muerta que influyen en la tipología de especies (como la especie arbórea o la fase de descomposición) no se consideran en la cuantificación del

IBP, pero sí en las observaciones, para tenerlas en cuenta en las recomendaciones de gestión.

Factor E) Árboles vivos muy grandes (AMG)

Los árboles muy grandes tienen la capacidad de acoger numerosas especies, ya que son altos, robustos y, mayoritariamente, viejos. El gran tamaño y forma de las ramas mayores proporcionan amplias plataformas a los animales arborícolas, especialmente a las aves, a algunos roedores y a pequeños mamíferos. La edad está relacionada con muchos atributos ligados a la degradación de la madera o necesarios para algunas especies raras (ramas grandes muertas, corteza agrietada y densa, etc.).

El umbral que define un árbol como árbol Muy Grande en el IBP (AMG) es la clase diametral 70 ($\geq 67,5$ cm a 1,30 m del suelo), que se ha ajustado a CD 60 para la región mediterránea, con condiciones de crecimiento menos favorables (Gonin et al. 2012). Este umbral tiene en cuenta las relaciones observadas entre el diámetro y ciertas particularidades del árbol favorables a la recepción de especies (Figura 4).

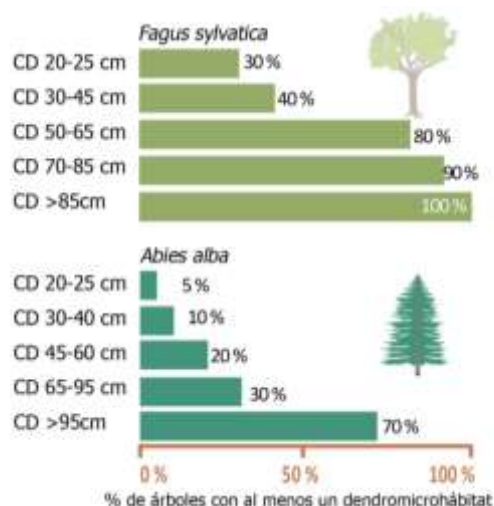


Figura 4. Relación entre diámetro y presencia de dendromicrohábitats en bosques subnaturales de haya-abetal (según Larrieu y Cabanettes, 2012)

Factor F) Árboles vivos portadores de dendromicrohábitats

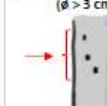
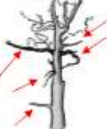
Los dendromicrohábitats (DMH) son singularidades que presentan los árboles, como grietas, cavidades, plantas epífitas etc. que constituyen verdaderos hábitats y acogen muchas especies, a las que les ofrecen refugio, un lugar para reproducirse, invernar o alimentarse (Larrieu et al. 2018).

El IBP utiliza la tipología de referencia de los dendromicrohábitats a escala europea (Larrieu et al. 2018) (Figura 5). Esta tipología es muy detallada, con una estructura jerárquica en 3 niveles: 7 formas desglosadas en 15 grupos, subdivididas en 47 tipos. El IBP utiliza el 2º nivel de esta tipología, compuesto por 15 grupos, lo que permite llevar una notación rápida y sencilla de este factor. Para facilitar su uso en el IBP se han realizado dos simplificaciones menores: se han eliminado cuatro tipos de dmh que son poco frecuentes o muy difíciles de observar, y se han homogenizado los tamaños dentro del mismo grupo.

Los umbrales utilizados para determinar la puntuación IBP para este factor tienen en cuenta que su observación conlleva una subestimación ya que el monitoreo IBP no es un

inventario exhaustivo pie a pie de DMH, sino una descripción rápida durante un transecto por el rodal. Por ello son relativamente bajos en comparación con el número de dendromicrohábitats que probablemente existan.

La puntuación IBP valora tanto variedad de grupos de dendromicrohábitats como cantidad de cada uno de ellos, fijando un máximo de 2 árboles/ha para un mismo grupo de DMH (por ejemplo, 2 árboles/ha con concavidades, incluso si estas concavidades pertenecen a diferentes tipos dentro del mismo grupo, como dendrotelmos y concavidades de raíces).

Formas	Grupos	Tipos				
Cavidades <i>latu sensu</i>	Cavidades de carpintero	Cavidad pequeña ($\phi < 4$ cm) 	Cavidad mediana ($\phi = 4-7$ cm) 	Cavidad grande ($\phi > 10$ cm) 	«Flauta» de carpintero (≥ 3 cavidades en línea) ($\phi > 3$ cm) 	
	Cavidades con materia orgánica (MO)	Cavidades con MO en el pie (contacto con el suelo) ($\phi > 10$ cm) 	Cavidad con MO en el tronco (sin contacto con el suelo) ($\phi > 10$ cm) 	Cavidad con MO en el pie semiabierto ($\phi > 30$ cm) 	Cavidad con MO en el pie abierta por la parte superior (chimenea) ($\phi > 30$ cm) En contacto con el suelo Sin contacto con el suelo 	Rama vacía ($\phi > 10$ cm) 
	Orificios y galerías de insectos	Orificios y galerías de insectos ($\phi > 2$ cm) 				
	Concavidades	Dendrotelmo ($\phi > 10$ cm) 	Agujeros de alimentación de trepadores ($\nabla > 10$ cm, $\phi > 10$ cm) 	Concavidad con fondo duro ($\nabla > 10$ cm, $\phi > 10$ cm) De tronco De raíces 		
Heridas y madera expuesta	Madera (albura) expuesta	Madera sin corteza ($\square > 600$ cm ²) 	Herida de fuego ($\square > 600$ cm ²) 	Corteza separada formando un refugio ($a > 1$ cm, $b > 10$ cm, $c > 10$ cm) Abierta por arriba Abierta por abajo 		
	Madera (duramen y albura) expuesta	Punta rota ($\phi > 20$ cm) 	Rama rota a nivel de tronco con duramen expuesto ($S > 600$ cm ² = A4) 	Grieta o herida de rayo ($L > 30$ cm, $A > 1$ cm, $\nabla > 10$ cm) 	Grieta en una bifurcación 	
Madera muerta en las copas		Ramas muertas ($\phi > 20$ cm y $L > 50$ cm, o $\phi > 3$ cm y $> 20\%$ de la copa muerta) 	Punta apical muerta ($\phi > 20$ cm en la base) 	Vestigio de rama rota ($\phi > 20$ cm) 		
	Madera muerta en las copas					

Formas	Grupos	Tipos				
Excrecencias	Acumulación de brotes o ramas	Escoba de bruja ($\phi > 50$ cm)	Brotes (> 5 brotes)			
	Deformaciones o chancros	Deformaciones ($\phi > 20$ cm)	Chancros			
Cuerpos fructíferos de hongos	Cuerpos fructíferos de hongos perennes	Políporo perenne ($\phi > 5$ cm)				
	Cuerpos fructíferos de hongos anuales	Políporo anual ($\phi > 5$ cm o $N > 10$)	Agaricales carnosos			
Plantas y líquenes epifíticos o parásitos		Bríofitos (musgos o hepáticas) fruticosos ($> 20\%$ del tronco)	Líquen foliáceo o	Hiedras o lianas ($> 20\%$ del tronco)	Muérdago (10 bolas de $\phi > 20$ cm)	
	Nidos	Nido de vertebrado ($\phi > 50$ cm)				
	Microsuelos	Microsuelo de copa				
Exudados	Flujo de savia y de resina	Flujo de savia activo ($L > 20$ cm)	Flujo abundante de resina			

Leyenda - ϕ : diámetro; $\downarrow$: profundidad; S: área; L: longitud; l: ancho

Figura 5. Ilustración de los grupos de dendromicrohabitats utilizados en el IBP. Para una descripción detallada, se puede consultar la guía: *Dendro-microhabitats-guia-de-campo-descripcion-identificacion-y-clasificacion-para-su-inventario* (Bütler et al. 2020; atención: basarse en los valores umbral de la tipología utilizada en el IBP que pueden diferir ligeramente de los de la Guía)

Factor G) ESPACIOS ABIERTOS CON ESPECIES FLORÍCOLAS

Las áreas abiertas tienen una vegetación más abundante y diversa que la de los rodales arbolados cerrados, lo que atrae a muchas especies entre aves, mamíferos y insectos (Gosselin *et al.* 2006). Estos espacios soleados tienen un microclima más cálido, seco y menos amortiguado, apreciado por muchas especies animales poiquilotérmicas (Larrieu Gonin 2008 y Emberger *et al.* 2016). Así, estos ambientes tienen una alta riqueza de especies que justifica su desarrollo, pero en proporciones razonables para que sigan siendo rodales forestales cerrados. Así, la puntuación máxima se obtiene para este factor con un grado de apertura entre el 1 y el 5 %. Para tener en cuenta el hecho que los hábitats subalpinos son naturalmente más abiertos, la puntuación 5 se obtiene para oberturas ≥ 1 % de la superficie (sin límite superior), mientras que con una superficie desarbolada entre 0 y 1 % sólo se llega a obtener la puntuación 2,

Factor H) CONTINUIDAD TEMPORAL DEL BOSQUE

Este factor valora la existencia o no de modificaciones antropogénicas del estado arbolado, que pueden haber conducido a la desaparición de especies típicamente forestales, con baja capacidad de colonización y/o sensibles a las transformaciones del bosque y, en particular, del suelo forestal (ver Dupouey *et al.* 2002; Cateau *et al.* 2015). Mientras que algunas especies son muy móviles (pájaros, murciélagos, plantas dispersadas por el viento, etc.), otras no pueden recorrer fácilmente largas distancias (plantas que se propagan vegetativamente, escarabajos no voladores, etc.) y solo podrán recolonizar el espacio si están cerca o conectadas a un bosque antiguo. Por ello, aun cuando las demás características son similares, en los bosques que no han experimentado ninguna discontinuidad la diversidad de especies y su especificidad forestal es generalmente mayor.

En el marco del IBP se distinguen 3 categorías de bosque según su antigüedad:

- “Bosque antiguo”: aquel que muestra una continuidad del estado arbolado desde al menos antes del mínimo forestal (antes de la llamada transición forestal) (Cateau *et al.* 2015), independientemente de la edad del rodal o su madurez. Este momento de “mínimo forestal” es diferente según los países. Así, mientras que en Francia se dió a mediados del siglo XIX (Cateau *et al.* 2015), en Cataluña y España no tuvo lugar hasta la primera mitad del siglo XX (Cervera, 2019).
- “Bosque reciente”: aquel rodal arbolado en suelo que no era forestal antes de la época de expansión forestal.
- “Bosques antiguos parcialmente perturbados”: los que se ubican entre estas dos situaciones extremas presentando dos situaciones posibles: a) rodales heterogéneos con yuxtaposición o mosaico de árboles muy viejos y otros instalados más recientemente (por ejemplo, en los márgenes de viejas terrazas de pastoreo o como bosquetes respetados en medio de áreas rocosas); y b) reforestaciones forestales con laboreo del suelo, cuyo impacto ha sido estudiado tanto en relación a sus efectos sobre los grupos taxonómicos presentes (Kosewska *et al.* 2018, Matlack 2001, Chevalier *et al.* 2013) y sobre las características del suelo (pH, forma de humus, etc.) (Holmes & Matlack 2017, Flinn *et al.* 2007, Alcántara *et al.* 2017).

En la práctica, para determinar si un bosque es antiguo es muy útil poderse apoyar en documentación gráfica existente, que también varía entre países: mientras que en Francia se utiliza el mapa del estado mayor del siglo XIX, en Cataluña la documentación más antigua disponible que cubre todo el territorio son las fotos aéreas de 1945, que se

han considerado pertinentes para su uso en el IBP ya que coinciden aproximadamente con el momento del mínimo forestal en nuestro país. Esta información se complementa con cualquier otro documento que indique posteriores roturaciones o reforestaciones con laboreo, total o parcial, y con observaciones de campo de signos de discontinuidad temporal (presencia de muretes, bancales, etc. indicativos de uso agrícola; plantación total/parcial con laboreo total/local) o de continuidad (árboles viejos relictos, zona rocosa que ha permanecido boscosa, etc.).

Factores I y J) MEDIOS ACUÁTICOS Y ROCOSOS

Los ambientes acuáticos y rocosos son factores de contexto, sobre los que el gestor tiene poco control, pero que cobijan especies que solo se encuentran en estos ambientes. Los ambientes acuáticos son esenciales para algunas especies, no solo para aquellas que viven constantemente en el agua, sino también para muchas otras que utilizan estos ambientes para reproducirse, desarrollar parte de su ciclo vital, esconderse, alimentarse y por supuesto beber. Diferentes tipos de ambientes acuáticos con características físico-químicas diferenciadas se asocian a distintas especies.

Las condiciones de vida en ambientes rocosos son muy específicas, a menudo con fuertes condicionantes (sequía, contraste térmico e inercia, baja meteorización, etc.), pero también con una gran diversidad de condiciones de humedad, temperatura e insolación en función de la posición y estructura de las rocas. Estas condiciones explican la presencia de especies no observadas en ningún otro lugar, pero también de especies más generalistas que aprovechan las condiciones que les ofrecen las rocas durante parte de su ciclo vital.

En un rodal determinado, la diversidad de especies asociadas a los ambientes acuáticos y rocosos está más ligada a las variaciones en las características de estos ambientes que a su extensión, lo que justifica la elección de una valoración basada en la diversidad de tipos de ambientes presentes en el rodal, a partir de un listado preestablecido.

A pesar de la influencia que pueda tener la presencia de medios acuáticos o rocosos que se encuentren más allá de los márgenes del rodal evaluado, se ha descartado considerarlos al complicar la valoración y no verse influidos por la gestión llevada a cabo dentro del rodal, de acuerdo con la premisa de no tener en cuenta el paisaje.

5. Discusión

La nueva versión v3 del IBP constituye una importante evolución de la definición relacionada con la integración de nuevos conocimientos y repositorios recientes (por ejemplo, tipología de dendromicrohábitats). Por otro, con el uso creciente del IBP en diferentes países, que requiere la capacidad de adaptar el índice a contextos variados diferentes a los encontrados en Francia, asegurando una coherencia global (programas LIFE BIORGEST en Cataluña y GoProFor en Italia).

Esta nueva versión es una continuación de las versiones anteriores (con las que será posible la comparación), no cuestiona las características originales del IBP (Larrieu, Gonin 2008) y se mantiene de acuerdo con las especificaciones de su aplicación (Gonin, Larrieu 2017).

5.1 Relaciones entre IBP y la diversidad real de especies

La elección de los diez factores IBP y los umbrales de puntuación no solo se justifica por los conocimientos sobre biodiversidad, sino también por un estudio de calibración

realizado por investigadores del INRAE_Toulouse (Larrieu *et al.* 2019), consistente en cuantificar las relaciones entre factores y varios taxones considerados como bioindicadores.

Cerca de 500 rodales en Francia se caracterizaron tanto por un diagnóstico de IBP como por el inventario de 9 grupos taxonómicos (composición y riqueza específica de plantas, musgos corticales o saproxílicos, líquenes, murciélagos, aves, hongos, escarabajos de tierra y sírfidos). Este estudio reforzó la utilidad del IBP para estimar la diversidad y evidenciar variaciones en las comunidades de varios de estos grupos taxonómicos.

A la práctica, dado que el IBP evalúa una capacidad de acogida y no su tasa real de ocupación, se recomienda realizar periódicamente, a escala del macizo forestal, inventarios de grupos taxonómicos para afinar el diagnóstico y adecuar las rutas silvícolas en caso de ser necesario. Con ese fin, el estudio se ha ampliado en 2021 con parcelas en Cataluña, establecidas por el CTFC.

5.2 Límites de uso y área de validez

El IBP estima la diversidad taxonómica, quedando excluida la diversidad genética y ecosistémica. Es decir, el IBP describe la capacidad de acogida de la población para todas las especies, sin apuntar a especies objetivo. No está pensado para ser una herramienta universal que pueda caracterizar todos los componentes de la biodiversidad (Larrieu *et al.* 2012).

El IBP es un indicador indirecto, no predictivo de la biodiversidad real de las especies presentes, incluso aunque el estudio de calibración permite especificar las relaciones entre el IBP y las especies. Por esta razón, el paisaje circundante no se tiene en cuenta porque no afecta la capacidad de acogida del rodal, sino su tasa real de ocupación.

El diagnóstico IBP se lleva a cabo a escala local del rodal, un análisis a escala global es demasiado complejo en el marco de esta herramienta; sin embargo, la agregación de las lecturas de IBP puede utilizarse para el diagnóstico a escala de una finca o macizo.

El IBP fue diseñado para formaciones vegetales forestales, independientemente de la fase silvícola o silvogenética del rodal (incluidas las regeneraciones). Por tanto, no está destinado a estadios de vegetación no arborescente, como matorral termo-mediterráneo, o hábitats en mosaico que combinan arbolado y campo abierto (por ejemplo, parcelas agroforestales como dehesas), ya que solo informará de la diversidad de especies forestales, en referencia al estadio arborescente.

Los umbrales de IBP no deben ser considerados como un estándar de manejo, sino como una tendencia hacia la cual es necesario tender para obtener capacidades de acogida favorable para las especies, pudiendo ser mejores en zonas con muy alta madurez. En los raros casos en los que el IBP no discrimina entre rodales, es posible complementar la puntuación del IBP con los datos en bruto, sin procesar (p.e. número de árboles muy grandes) para hacer comparaciones entre rodales.

El método de muestreo por estimación visual no da un resultado comparable al de un inventario exhaustivo, con medidas precisas, lo que llevaría mucho más tiempo. Sin embargo, la preocupación por la precisión del muestreo se ha integrado en la reflexión sobre los métodos y en el estudio del efecto del observador (Gosselin & Larrieu, 2020), siendo la precisión del orden del 10 % en la puntuación del IBP.

Aunque muchos de los factores del IBP están presentes en otros índices, el IBP no cubre temas ambientales, en particular, no es un indicador de naturalidad, madurez (índice Red bosques) o estado de conservación de los hábitats o de su funcionamiento. Dependiendo de los contextos y objetivos, puede ser útil realizar estudios adicionales al diagnóstico IBP.

5.3 Interés y ejemplos de aplicación

i) Utilización en la gestión forestal

La utilidad principal del diagnóstico IBP es informar la definición de recomendaciones para la conservación y mejora de la biodiversidad en la gestión forestal. Este uso ha sido ampliamente testado en Cataluña en el marco del proyecto LIFE BIORGEST y otros proyectos LIFE, como LIFE CLIMARK o LIFE Mixforchange, para integrar la conservación de la biodiversidad en la gestión productiva, en más de 200 rodales. También se ha incorporado, de manera novedosa, en la revisión del Proyecto de Ordenación del PNIN de Poblet (CTFC, 2020) cuyo objetivo de gestión es aumentar la resiliencia de los bosques al cambio climático y potenciar la biodiversidad.

Los resultados del IBP se dan en forma de valor absoluto, porcentaje y gráficamente con la producción de 2 gráficos estándar que reflejan la contribución de cada factor al resultado final y la posición de ese rodal respecto a una escala, en la que se puede comparar con otros rodales (Figura 6). Esto facilita la visualización y la definición de las recomendaciones de gestión.

El ejemplo que ilustra la figura 6 corresponde a una masa mixta de alcornocal con encina, joven, en fase de crecimiento (CD media 25). El potencial de acogida de biodiversidad antes de la actuación resultó ser 27 (54 %) que corresponde a un potencial medio. Los factores que aportaban más biodiversidad era el carácter mixto del alcornocal con presencia de pinos piñoneros de grandes dimensiones, la presencia de especies florícolas en el sotobosque y en los bordes de las pistas, y el hecho de que se tratase de un bosque antiguo no alterado. Los factores menos favorables eran la madera muerta en el suelo y la presencia de árboles grandes. En total, se observaron 6 grupos de microhábitats distintos. Los más abundantes en los alcornoques eran los musgos, los briófitos y las lianas, y, en las encinas, las concavidades de cepa. Varios alcornoques también presentaban madera expuesta, seguramente de heridas de leva o mala calidad del corcho.

El objetivo de gestión es, como mínimo, garantizar el mantenimiento en el tiempo y el espacio de los elementos que más aportan biodiversidad. Las posibilidades de mejora a corto plazo dependen del estado de desarrollo del rodal, que condiciona la posibilidad y, sobre todo, la idoneidad de forzar la generación de elementos clave. La gestión propuesta preveía una corta favoreciendo los mejores alcornoques y un desbroce total del matorral.

Con la ayuda del diagnóstico IBP, las medidas de conservación se concretaron en:

- Retención de elementos clave: los árboles de mayor valor ecológico (los pinos de mayores dimensiones y otros pinos distribuidos por el rodal, los alcornoques con más microhábitats y más singulares y los pies aislados de otras especies); los bosquetes de castaños muertos y, en general, todos los árboles muertos de pie y en el suelo mayores de 15 cm de diámetro; bosquetes de matorral intentando mantener, en la medida de lo posible, un 20-30 % de recubrimiento de matorral en el rodal, por ejemplo, en las zonas de mayor pendiente.
- Generación de madera muerta: No desemboscar un número de pinos y alcornoques grandes cortados (CD 25 o 30), aproximadamente uno cada 60-100 m (3-5/ha), priorizando los de desembosque más difícil. Se considera que el valor de

madera muerta en pie es adecuado al estadio de desarrollo de la masa y no se propone aumentarlo mediante anillado de pinos.

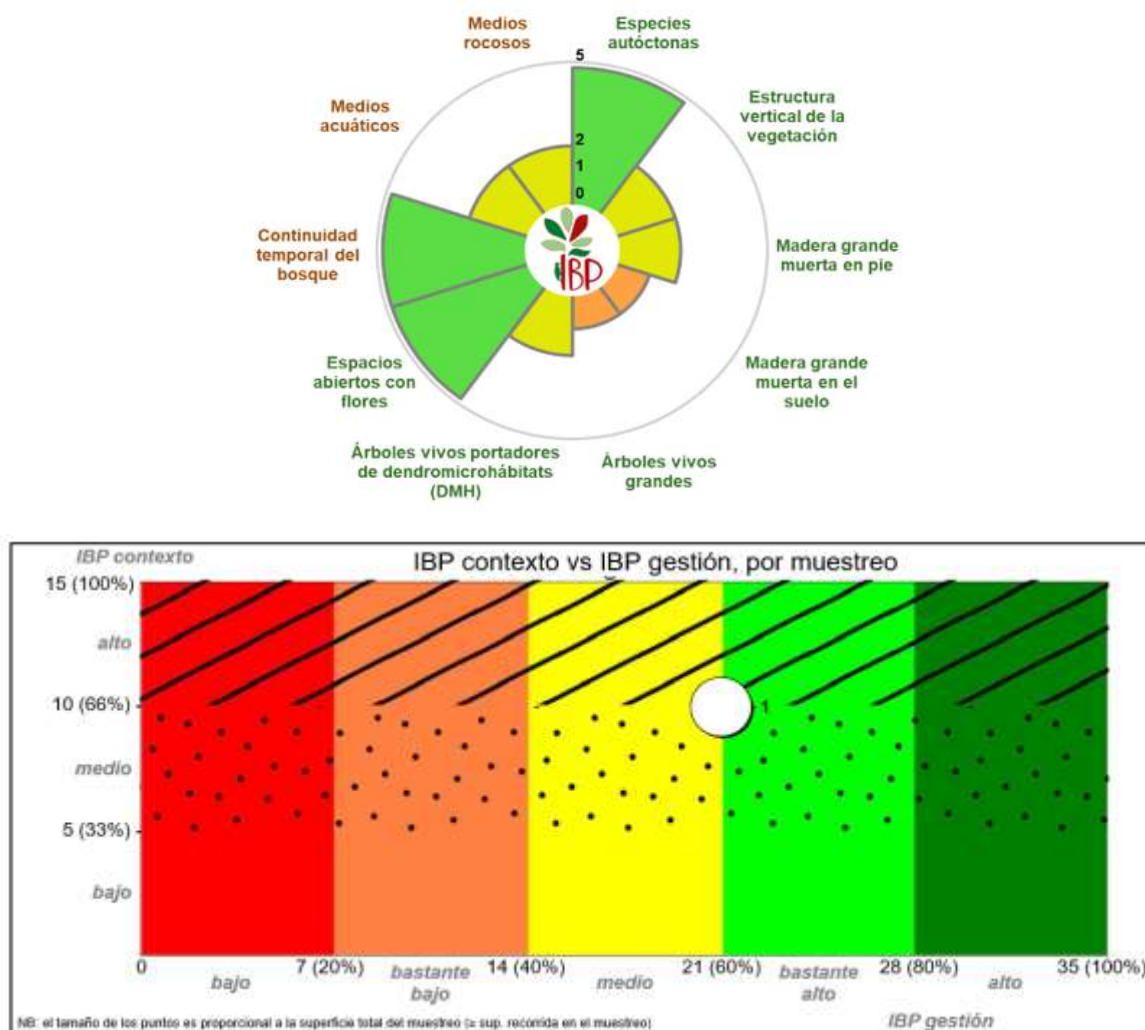


Figura 6. Gráficos estándar generados para visualizar rápidamente el resultado IBP y la contribución de cada factor a ese resultado. El gráfico de radar (en alto) representa la puntuación de cada factor entre 0 y 5. Este gráfico destaca los factores favorables (p.e. especies autóctonas) y los que deben mejorarse (p.e. árboles muy grandes). El gráfico "IBP contexto vs IBP gestión" (abajo) posiciona los rodales (círculo proporcional a la superficie de los rodales) entre niveles bajos y altos de capacidad de acogida, lo que facilita la comparación entre rodales.

El IBP también se ha usado como herramienta de diagnóstico del estado de las formaciones forestales a escala de macizo, por ejemplo, en Francia en el Parque Natural Regional de los Pirineos de Ariège (Jolivot, 2020) para identificar y caracterizar ecológicamente bosques no fragmentados y áreas forestales tranquilas dentro del parque natural regional. En Cataluña, se llevó a cabo el estudio de la caracterización del encinar en el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa (Bassols y Coll, 2022, en prensa).

- ii) Uso educativo, para difundir y sensibilizar sobre la compatibilidad entre producción, biodiversidad y resiliencia,

Una de las funciones principales del IBP es su vertiente educativa enfocada tanto a profesionales forestales como a propietarios/arias. Para ello se han elaborado diferentes

materiales educativos basados en el IBP (Emberger *et al.* 2020) que se han adaptado a Cataluña y España y se encuentran disponibles digitalmente en la página web del Centro de la Propiedad Forestal ([Index-Biodiversitat-Potencial](#)).

El IBP ha demostrado ser una herramienta muy apta para capacitación y extensión porque es una plantilla de análisis de biodiversidad taxonómica concreta, fácil de entender y usar, con vínculos explícitos entre factores y grupos de especies asociadas. En una encuesta de propietarios que habían recibido capacitación IBP en Francia (Emberger *et al.* 2015), el 80 % de los propietarios cambio en la visión del bosque y el 50 % manifestó su intención de integrar acciones a favor de la biodiversidad.

- iii) Uso como herramienta de certificación en esquemas de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE)

En los últimos años se han desarrollado en Francia y Cataluña 2 herramientas para poner en valor el papel de la gestión forestal en la mitigación y adaptación al cambio climático: el esquema Label Bas-Carbon en Francia (CNPFP 2020) y el mercado de créditos climáticos, en Cataluña (Baiges *et al.* 2019). En ambos casos el IBP es usado para asegurar que se diseña una gestión que integre criterios de biodiversidad. En el caso del mercado de créditos climáticos, además, se usa para estimar su impacto teórico, a partir de una metodología propia basada en el IBP (Cervera *et al.* en prensa). Esto es así porque el concepto de crédito climático incluye además del impacto de la gestión sobre el balance de carbono, su impacto sobre la provisión de agua y sobre la biodiversidad.

- iv) Uso en investigación:

El IBP es una herramienta de evaluación rápida del hábitat lo que puede tener gran utilidad en estudios científicos destinados a comparar rodales y evaluar el impacto de las principales características del rodal en la biodiversidad (por ejemplo, Bouget *et al.* 2014). En España, se está aplicando en los rodales de la Red española de Silvicultura adaptativa al cambio climático (Sylvadaptnet) en masas de pino carrasco del levante español.

6. Conclusiones

El IBP tiene un campo de uso preciso y acotado, pero totalmente acorde con las expectativas de los gestores: poder contar con una herramienta que pueda ser utilizada de manera rutinaria, simple y rápida, que no requiera conocimientos taxonómicos avanzados. El interés por este índice también está ligado a su calidad educativa, su relevancia, que permite que sea ampliamente reconocido, y su definición estandarizada, que facilita su uso.

El IBP también se beneficia de una red de actores involucrados en programas de investigación y desarrollo, lo que permite difundir ampliamente la herramienta, pero también mejorarla e integrar nuevos conocimientos. Las solicitudes de uso por parte de muchos socios extranjeros (actualmente más de una decena de países), llevan a que se extienda su uso, lo que es posible gracias a una metodología que define un marco para armonizar definiciones entre varios países, teniendo en cuenta las especificidades bioclimáticas y forestales locales. Así, la extensión del IBP a Cataluña podrá continuar en el resto de España beneficiándose de las reflexiones y los ensayos realizados en el marco del proyecto Life Biorgest.

Al mismo tiempo, la amplia difusión del IBP a los gestores permitirá desarrollar la consideración de la biodiversidad ordinaria en las recomendaciones de gestión.

7. Agradecimientos

Los autores agradecen a los miembros de los proyectos Life BIOGEST y Life GoProFor, a los miembros del Comité Internacional de Expertos del IBP, a los investigadores, al personal de CPF, CFC, CTFC, CREAM, XCT y CNPF que probaron el IBP, a los miembros del Comité Directivo del Programa I+D francés sobre el IBP y al grupo de trabajo del IBP en Cataluña, los usuarios que nos dieron su opinión, así como todos los propietarios que nos permitieron realizar pruebas.

8. Bibliografía

AISSI A.; BEGHAMI Y.; GONIN P.; LARRIEU L.; 2020. Utilisation de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) dans les formations de chêne faginé dans l'Aurès (nord-est de l'Algérie). Evaluation des capacités d'accueil pour la biodiversité et promotion d'une gestion intégrative. *Forêt méditerranéenne*, t. XLI, n° 2, p. 83-90

AMIDI J.; 2017. 50 years of reforestation: assessment of goods and services. Master Thesis in Biodiversity, Conservation and Management of Natural Resources. Lebanese University Faculty of Sciences, Fanar, Lebanon

ARCHAUX F. (CHEF DE PROJET); BERGES L.; BOUGET C.; BRIN A.; CHAUCHARD S.; DAUFFY-RICHARD E.; DUBS F.; DUPOUEY J.-L.; SEVRIN E.; 2014. Dispersion et persistance de la biodiversité dans la trame forestière (DISTRAFOR). 122 p. (<https://prodinra.inra.fr/record/291865>)

BLONDEL J.; FERRY C.; FROCHOT B.; 1973. Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41, p. 63-84.

BOHN U.; GOLLUB G.; HETTER C.; 2000. Karte der natürlichen Vegetation Europas. Map of the Natural Vegetation of Europe. Maßstab/Scale 1: 2 500 000. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 11 pl. + 150 p.

BOUGET C.; LARRIEU L.; BRIN A.; 2014. Key features for saproxylic biodiversity from rapid habitat assessment in temperate forests. *Ecological Indicators* 36, p. 656–664

BRANQUART E.; DUFRENE M.; 2005. Les arbres, de puissants révélateurs de la biodiversité forestière. En: Résumé des interventions de la journée d'étude «Gestion forestière et biodiversité», Gembloux, 23/03/2005, Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, p. 8-10

BRANQUART E.; LIEGEOIS M.; 2005. Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier (complément à la circulaire n° 2619). Ministère Région wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, 84 p.

BÜTLER R.; LACHAT T.; KRUMM F.; KRAUS D.; LARRIEU L.; 2020. Guide de poche des dendromicrohabitats. Description et seuils de grandeur pour leur inventaire.

Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL, 59 p. En ligne (consulté le 07/01/22) : <https://www.wsl.ch/de/publikationen/guide-de-poche-des-dendromicrohabitats-description-et-seuils-de-grandeur-pour-leur-inventaire.html>

CATEAU E.; LARRIEU L.; VALLAURI D.; SAVOIE J.M.; TOUROULT J.; BRUSTEL H.; 2015. Ancienneté et maturité : deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier. *Comptes Rendus Biologies*, 338 (2015) p. 58–73

CENTRE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE (CNPFF); 2020. Label Bas-Carbone. Méthode reconstitution de peuplements forestiers dégradés. Méthode conversion de taillis en futaie sur souches. Paris: CNPF, 48 p. + 37 p.

CERVERA, T.; PINO, J.; MARULL, J.; PADRÓ, R.; TELLO, E.; 2019. Understanding the long-term dynamics of forest transition: From deforestation to afforestation in a Mediterranean landscape (Catalonia, 1868–2005). *Land use policy* 80. 318–331.

CERVERA, T.; RABASCALL, X.; BAIGES, T.; PORRAS, D.; PALERO, N.; AMEZTEGUI, A.; VEGA, C.; RODRIGUES, M.; ALCASENA, F.; VAYREDA, J.; CASALS, P.; BELTRAN, M.; BALLART, H.; GILI; LIZARRALDE, I.; Pendiente de publicació. Metodologia de càlcul de l'impacte de la gestió forestal en els serveis ecosistèmics: carboni, aigua i biodiversitat. Capítol 1. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

CHEVALIER R.; ARCHAUX F.; BERTHELOT A.; CARNNOT-MILARD L.; DUPREZ M.; GAUDIN S.; VILLEMÉY A.; 2013. Le concept de forêt ancienne s'applique-t-il aux peupleraies cultivées ? Test de pertinence avec la flore des vallées de Champagne. *Revue forestière française*, LXV, 4-2013, p. 375-388

DUPOUEY J.L.; SCIAMMA D.; DAMBRINE E.; KOERNER W.; RAMEAU J.C.; 2002. La végétation des forêts anciennes. *Revue forestière française*, LIV n° 6, 2002, p. 521-532

EMBERGER L.; GAUSSEN H.; KASSAS M.; de PHILLIPIS A.; 1962. Carte bioclimatique de la région méditerranéenne. Paris: IGN, UNESCO – FAO, carte 56 x 72 cm

EMBERGER C.; LARRIEU L.; GONIN P.; 2016. Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Paris: IDF, 58 p.

EMBERGER C.; LARRIEU L.; GONIN P.; BAIGES T.; CERVERA T.; PALERO N.; 2020. Els nostres boscos són plens de vida. Descubrim l'Índex de Biodiversitat Potencial (IBP). CPF, CNPF, INRAE Dynafor, 4 p.

EMBERGER C.; LARRIEU L.; GONIN P.; PERRET J.; 2019. Dieci fattori chiave per la diversità delle specie in foresta. Comprendere l'Indice di Biodiversità Potenziale (IBP). Paris: IDF, 58 p.

EMBERGER C.; GONIN P.; LARRIEU L.; 2015. L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : quelles perceptions et utilisations en forêt privée ? Résultats d'une enquête menée auprès de propriétaires forestiers. *Forêt-entreprise* n° 224, p. 58-63

EUROPARC-España. 2019. Manual de campo para la identificación de rodales maduros de referencia. Fase I: Prospección d erodales. Ed. Fundación González Bernáldez, Madrid. Proyecto LIFE Redcapacita_2015. Deliverable B3.1 29 pp.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY; 2016. Biogeographical regions in Europe. En ligne (consulté le 07/01/22) : <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/biogeographical-regions-in-europe-2> et format SIG : <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/biogeographical-regions-europe-3>

FERNÁNDEZ M., CAMPENY R., BAIGES T., CERVERA T., ABIÁN JL.; 2013. Índice de evaluación del potencial de los bosques para la biodiversidad. Actas del VI CFE, 10-14 Junio, Vitoria-Gasteiz.

FLINN KM.; MARKS PL.; 2007. Agricultural legacies in forest environments: tree communities, soil properties, and light availability. *Ecol Appl.* 17(2) p.452-63. doi: 10.1890/05-1963. PMID: 17489252.

GONIN P.; LARRIEU L.; DECONCHAT M.; 2017. Index of Biodiversity Potential (IBP): How to extend it to Mediterranean forests? En: 5th Méditerrananean Forest Week. Mediterranean landscape and forest restoration, 20-24 mars 2017, Agadir, Maroc. *Forêt méditerranéenne*, tome XXXVIII, n° 3, p. 343-350

GONIN P.; LARRIEU L.; MARTEL S.; 2012. L'indice de biodiversité potentielle (IBP) en région méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, t. XXXIII, n° 2, p. 133-143

GONIN P.; LARRIEU L.; MATHIEU P.; 2021. L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : un outil au service des gestionnaires forestiers. *La revue d'Humanité et Biodiversité : spécial forêt et biodiversité*, n°6 2020-2021, p. 108-112

GOSSELIN F.; LARRIEU L.; 2020. Developing and using statistical tools to estimate observer effect for ordered class data: The case of the IBP (Index of Biodiversity Potential). *Ecological Indicators* 110 (2020), 105884

GOSSELIN M.; VALADON A.; BERGES L.; DUMAS Y.; GOSSELIN F.; BALTZINGER CH.; ARCHAUX F.; 2006 – Prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière : état des connaissances et recommandations. ONF, CEMAGREF Nogent/V., 161 p.

HOLMES M.; MATLACK G.; 2017. Forest Micro-Environment Develops through Time: Changes in Physical and Structural Heterogeneity Follow Abandonment from Two Forms of Agriculture. *Forest Ecology and Management* 404 (nov), p. 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.034>

JOLIVOT C.; 2020. Identification, cartographie et caractérisation écologique des forêts non fragmentées et des zones forestières de quiétudes au sein du parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises. PNR Pyrénées ariégeoises, ANA, 54 p. (rapport master 2)

KOSEWSKA A.; TOPA E.; NIETUPSKI M.; KĘDZIOR R.; 2018. Assemblages of carabid beetles (Col. Carabidae) and ground-dwelling spiders (Araneae) in natural and artificial regeneration of pine forests. *Community Ecology* 19 (2), p. 156-67

LARRIEU L.; CABANETTES A.; 2012. Tree species and girth are key determinants for diversity and abundance of tree microhabitats in sub-natural montane beech-fir forests. *Canadian Journal of Forest Research* 42, p. 1433–1445

LARRIEU L.; GONIN P.; DECONCHAT M.; 2012. Le domaine d'application de l'Indice de biodiversité potentielle (IBP). *Revue forestière française*, 5-2012, p. 701-710

LARRIEU, L.; GONIN P.; 2008. L'indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue forestière française*, 06-2008, p. 727-748

LARRIEU L.; GOSSELIN F.; ARCHAUX F.; CHEVALIER R.; CORRIOL G.; DAUFFY-RICHARD E.; DECONCHAT M.; GOSSELIN M.; LADET S.; SAVOIE JM.; TILLON L.; BOUGET C.; 2019. Assessing the potential of routine structural and dendrometric variables as potential habitat surrogates from multi-taxon data in European temperate forests. *Ecological Indicators* 104, p. 116–126

LARRIEU L.; PAILLET Y.; BÜTLER R.; KRAUS D.; KRUMM F.; LACHAT T.; MICHEL A. K.; REGNERY B.; VANDEKERKHOVE K.; WINTER S.; 2018. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean forests of Europe: a reference list and inventory baseline for forest biodiversity research and monitoring. *Ecological Indicators* 84, p. 194-207

LARSSON T.B. (coord.); 2001. Biodiversity evaluation tools for European forests. *Ecol. Bull.*, 50, p. 75-81

LINDENMAYER D.B.; MARGULES C.R.; BOTKIN D.B.; 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conserv. Biol.*, vol. 14, n° 4, p. 941-950

MATLACK GR.; 2001. Factors Determining the Distribution of Soil Nematodes in a Commercial Forest Landscape. *Forest Ecology and Management* 146 (1-3), p. 129-43. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00454-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00454-0)

OZENDA P.; 1994. Végétation du continent européen. Delachaux et Niestlé, 271 p.

RIVAS-MARTINEZ R.; PENAS A.; DIAZ T.E.; 2004. Mapa Bioclimático de Europa: Cinturas Termoclimáticas. Servicio Cartográfico de la Universidad de León, España.

En ligne (consulté le 07/01/22):
https://webs.ucm.es/info/cif/form/tb_map/MS30W180.htm

RIVAS-MARTINEZ R.; RIVAS SAENZ S.; PENAS A.; 2011. Worldwide Bioclimatic Classification System. *Global Geobotany*, vol n° 1, p. 1-634 + 4 maps

TEWS J.; BROSE U.; GRIMM V.; TIELBORGER K.; WICHMANN M.C.; SCHWAGER M.; JELTSCH F.; 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *J. Biogeogr.*, vol. 31, n° 1, p. 79-92.