



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



Metodología adicional de toma de datos en el Inventario Forestal Nacional para mejorar la estimación de la producción de piña de *Pinus pinea* L

CALAMA SAINZ, R.¹, GORDO ALONSO, F.J.², MUTKE REGNERI, S.¹, PARDOS MÍNGUEZ, M.¹, ALBERDI ASENSIO, I.¹, MENÉNDEZ-MIGUELEZ, M.¹, SANDOVAL ALTELARREA, V.³, GONZÁLEZ-ABADÍAS, A.I.³, ROBLA GONZÁLEZ, E.³

¹ Departamento de Dinámica y Gestión de los Sistemas Forestales. CIFOR. INIA-CSIC.

² Junta de Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid.

³ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Resumen

El piñón de *Pinus pinea* L. es la principal semilla comestible obtenida en los bosques mediterráneos. El disponer de estimaciones cuantitativas precisas de los distintos servicios ecosistémicos obtenidos en los montes constituye una herramienta básica para la gestión forestal sostenible, siendo además una demanda de las industrias asociadas. En el caso del piñón la estimación directa de la producción es compleja y costosa, debido a la dificultad de visualizar las piñas desde el suelo, la vecería en la producción – que obligaría a inventarios anuales – y la gran variabilidad espacial observada a distintas escalas.

Al objeto de poder dar estimaciones medias de la producción de piña y piñón a nivel nacional, se propone como alternativa a las mediciones directas una metodología basada en el uso conjunto de modelos predictivos y datos del Inventario Forestal Nacional. Para ello en el IFN4 se ha diseñado una toma adicional de datos en las parcelas que incluye indicadores de potencialidad productiva (basados en el vigor del árbol) y de grado real de aprovechamiento de la masa. Estos indicadores permiten corregir las estimaciones de los modelos. Se presenta una aplicación de la metodología a las masas de *Pinus pinea* de la provincia de Valladolid.

Palabras clave

Modelo predictivo, Pino piñonero, indicador aprovechamiento, producto forestal no maderero.

1. Introducción

El piñón comestible del pino piñonero (*Pinus pinea* L.) constituye, por su alto valor dietético, excelente sabor y connotaciones culturales asociadas a la dieta mediterránea, uno de los productos forestales no maderables más emblemáticos del monte mediterráneo, con un mercado de varios cientos de millones de euros al año y precios finales de venta al consumidor que llegan a superar los 100 euros por kilogramo (MUTKE et al. 2012). La relevancia económica del producto es tal que en determinadas regiones los ingresos que el propietario obtiene por la venta de la piña superan a los obtenidos por la madera y las leñas (GORDO et al. 2016). La cuantificación precisa de la producción permite a los propietarios tasar adecuadamente la venta del mismo, y poder anticipar los ingresos a obtener. Además, el conocimiento de la producción facilita la organización espacial y temporal del aprovechamiento por parte de las empresas dedicadas a la recolección del fruto. Por último, desde el punto de vista de las industrias dedicadas al procesado de la piña y extracción de piñón blanco, es necesario conocer el potencial productivo y la capacidad de suministro de materia prima desde los bosques.

En España, la estadística oficial (anteriormente recogida en el Anuario de Estadística Agraria, y en la actualidad en el Anuario de Estadística Forestal) incluye desde 1972 una estimación anual de producción de piñón con cáscara, obtenida a partir de los datos enviados por las distintas Comunidades Autónomas. A partir de estos datos se obtiene un valor medio de producción de 6.000 t de piñón con

cáscara al año, lo que equivale a 30.000 – 35.000 t de piña al año, con máximos en torno a las 60.000 t/año y mínimos por debajo de 10.000 t. De esta producción media, un 25% corresponde a la Meseta Norte (pinares de Valladolid y Segovia), un 40% a las masas de Andalucía, un 20% a Cataluña, un 5% a los pinares del Sistema Central (Valles del Tiétar y del Alberche) y el resto a otras zonas (Calama et al. 2020a, MAPAMA, 2017). Sin embargo, pese al valor indudable de estos datos, presentan una serie de limitaciones:

- Se han detectado en algunos años y regiones inconsistencias en cuanto a la unidad informada, refiriéndose en ocasiones a peso de piña cerrada y en otras a peso de piñón con cáscara, o incluso piñón blanco (sin cáscara). Asimismo, se ha observado heterogeneidad en cuanto al año de información, refiriéndose en algunas ocasiones al propio año de la cosecha, y en otras ocasiones a años anteriores.
- La fuente de información es variable según distintas comunidades autónomas y años, incluyendo declaraciones de aprovechamientos por parte de propietarios o empresas de recolección, aforos de subasta en montes públicos, datos de estadísticas comerciales... A estos factores se une el ser un mercado con canales de distribución complejas y cadenas de valor poco definidas (CALAMA et al. 2020a), y con regulaciones de comercialización diferentes en las distintas comunidades autónomas.
- Los datos se refieren a producción recolectada, y no a la producción real que hay en los montes, aspecto que desde el punto de vista de la gestión y promoción del producto y de su aprovechamiento tiene gran relevancia. En ese sentido, es importante destacar que en zonas como Sierra Morena el grado de aprovechamiento real difícilmente llega al 20%.

Al objeto de subsanar en parte las limitaciones de las estimaciones obtenidas en las Estadísticas Agrarias, se plantea mejorar las estimaciones de la producción de piña y piñón a nivel nacional, regional y de comarca utilizando para ello información procedente del Inventario Forestal Nacional (en adelante IFN).

Dificultad para estimar la producción de piña en masas forestales de *Pinus pinea* a partir del IFN

La primera aproximación lógica para la determinación de la producción de piña y piñón en las parcelas del IFN sería realizar su estimación de manera directa, al igual que se hace con otros productos o servicios ecosistémicos. Sin embargo, la estimación directa de la producción de piña en las parcelas IFN presenta dos limitaciones principales. Por un lado, encontramos la dificultad para estimar de manera visual las piñas en el árbol. Las piñas maduras de *Pinus pinea* se localizan principalmente en la parte iluminada – superior - de la copa aparasolada del pino. El ciclo trienal de maduración de la piña provoca además que ésta esté cubierta por los brotes correspondientes a los crecimientos vegetativos experimentados por el ramillo durante los dos años posteriores a la floración. Tanto por su localización como por su ocultación entre el follaje es muy difícil realizar una estimación o conteo visual desde el suelo, estando estas mediciones muy sesgadas. A la dificultad para la estimación visual mediante conteo se une el que la piña experimenta su engorde principal durante los meses de mayo a julio anteriores a la recogida (que suele dar comienzo en el mes de noviembre). Esto implica que, en el caso de que se quisiera hacer una estimación visual en las parcelas del IFN, ésta debiera hacerse entre ese momento y el mes de octubre, pues antes sería difícil localizar las piñas maduras, y a partir de noviembre podrá haberse cosechado ya el fruto. Esta restricción temporal supondría una limitación importante para la planificación de los trabajos de campo del IFN.

Incluso en el caso hipotético de poder estimar la producción de piña en la visita a la parcela IFN correspondiente al ciclo del inventario, existe una segunda limitación principal, que es la gran variabilidad interanual en la producción de fruto, fenómeno conocido como vecería. Esta variabilidad puede alcanzar un orden de 50 magnitudes a escala regional (MUTKE et al. 2005), aumentando esta

magnitud en las escalas de parcela y árbol, donde un pie en el que un año se cosechan 100 piñas puede no tener piña alguna el año siguiente. En vista de todo lo anterior, se desprende que la estimación directa de la producción de piña en las parcelas IFN no es viable por la escasa precisión del conteo visual, la necesidad de realizar las estimaciones directas en una época determinada del año y la necesidad de repetir las estimaciones a lo largo de distintos años del ciclo.

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una metodología para la estimación de piña a nivel regional-nacional basada en el uso conjunto de modelos predictivos y datos adicionales medidos en el IFN, que sirva de alternativa a la estimación directa de la producción en las parcelas. Se presentará además una aplicación de la metodología para la estimación de la producción de piña en masas de *Pinus pinea* de Valladolid.

3. Metodología

Se propone un método de estimación indirecta basado en el uso conjunto de un modelo predictivo que utilice como variables predictoras atributos medidos en el IFN, que proporcionaría una estimación de la producción potencial, estimación que a su vez sería corregida mediante indicadores de potencialidad de aprovechamiento medidos *in situ* en la parcela del IFN.

Modelo para la producción de piña a partir de datos IFN

Se ha utilizado un modelo preliminar desarrollado exprofeso en el marco de los proyectos PROPINEA CC16-095, Encomienda EG17-042-C2.2 y DIABOLO. El modelo ha empleado como datos de entrada 21.767 observaciones de producción de piña x árbol procedentes de casi 3000 árboles medidos en 510 parcelas instaladas en España y 61 parcelas instaladas en Portugal, cubriendo un rango de años entre 1992 y 2018. El modelo es de tipo bietápico a escala de árbol individual, en el que en una primera fase (modelo logístico) se calcula la probabilidad de que en un año promedio el árbol produzca piña, y en una segunda fase (modelo abundancia) se calcula la cosecha esperada (kg de piña) por árbol el en un año promedio (CALAMA et al. 2011).

El modelo incluye variables medidas directamente o derivadas de manera sencilla a partir de los datos dendrométricos medidos en las parcelas IFN, y variables de tipo climático promedio, obtenidos a partir de atlas y mapas climáticos con validez nacional. Las variables de entrada del modelo son Índice Reineke calculado para todas las especies arbóreas de la parcela, Área basimétrica calculada para todas las especies arbóreas de la parcela, Precipitación de otoño, y Temperatura media del mes más cálido. El modelo permite calcular la producción de piña de cada árbol medido en la parcela IFN como el producto entre la probabilidad media de cosecha no nula y el número esperado de piñas, transformado en kg de piña aplicando valores medios provinciales. Posteriormente los datos de árbol se expanden al nivel de parcela, de acuerdo a las metodologías propias de expansión del IFN, lo que permite obtener una estimación de la producción potencial de piña, en kg/ha, para cada una de las 477 parcelas del IFN con presencia de *Pinus pinea* identificadas en la provincia de Valladolid. El modelo no ha sido aún publicado, pudiendo obtenerse más información sobre el mismo en los informes finales de los proyectos PROPINEA y EG-17-042-C2.2 o directamente a través de los autores de la ponencia.

Datos adicionales a medir en IFN4

Mientras que el modelo desarrollado da una estimación de la producción media potencial de piña de una parcela del IFN, existe una desviación entre la producción potencial y la producción

realmente aprovechable, que es la de interés a objeto de planificación y cuantificación de la producción. Esta desviación se deba a factores como:

- En masas en las que la especie no es dominante (masas en las que *Pinus pinea* aparece como acompañante) o en provincias con escasa representación de la especie, la recogida de fruto es una actividad testimonial rara vez realizada con fines comerciales
- En las zonas con baja producción o masas muy jóvenes de repoblación reciente la recolección se limita únicamente a años muy productivos.
- En zonas de orografía complicada, difícil acceso, pedregosidad que limite el uso de máquinas vibradoras o alejadas de vías de saca la cosecha de piña no se realiza habitualmente.
- En montes no gestionados, con espesura elevada y sotobosque de matorral, la cosecha de piña tampoco suele realizarse
- En años con muy baja producción normalmente las subastas para el aprovechamiento de piña en los montes públicos quedan desiertas. En esos casos se computa un valor de producción de 0 en las estadísticas, aunque sí que existe producción real biológica, por pequeña que sea, que es predicha por el modelo

Al objeto de corregir las estimaciones de producción potencial dadas por el modelo, y aproximarlas a la producción realmente aprovechada, se propuso realizar a partir del IFN4, en aquellas parcelas con grado de ocupación por *Pinus pinea* igual o superior a 3, una toma de datos adicional. Esta toma de datos incluía las siguientes nuevas variables relacionados con el grado de aprovechamiento real de la parcela:

1. Poda de fuste en más del 50% de los pies de la parcela (VERDADERO/FALSO): indicador de algún tipo de intervención en la parcela. Su falta es un indicador relevante de no aprovechamiento
2. Poda de limpieza de interior de copa (VERDADERO/FALSO): dado lo costoso de la operación, su realización se asocia con parcelas donde se aprovecha la piña
3. Daños en el tronco por la acción de las pinzas de la vibradora (VERDADERO/FALSO): indicador de aprovechamiento mecanizado (ver figura 1a)
4. Presencia de pequeños montones de piña seca, dañada y /o de pequeño tamaño en el suelo (VERDADERO/FALSO): su presencia se asocia al aprovechamiento, al ser normal que los piñeros amontonen la piña dañada o que carece de interés comercial, pero que ha sido apeada
5. Presencia de marcas de rodada de maquinaria en el entorno del pinar(VERDADERO/FALSO): indicador de tránsito de vibradoras o tractores para la recogida de piña, y por tanto, de aprovechamiento (figura 1b)
6. Restos de ramales o piña inmadura en el suelo (VERDADERO/FALSO): su presencia es un indicador del aprovechamiento, pues tanto en el vibrado como en vareo manual es habitual tirar estos restos
7. Presencia de palos “señal” (VERDADERO/FALSO): indicador del aprovechamiento, puesto que estos palos se colocan para indicar que los árboles ya han sido cosechados (figura 1c).



Figura 1. Distintos indicadores de aprovechamiento real de la parcela: (a) marcas de las pinzas de vibrado en el tronco, (b) rodadas de maquinaria en el monte, (c) palos señal.

Además, se han tomado dos fotografías de la parcela, que luego han sido mostradas a expertos del sector de la piña de la provincia de Valladolid, al objeto de que clasificaran cada parcela en una de las siguientes cuatro categorías ordinales:

- 0: **no es nada probable** que la parcela esté siendo aprovechada
- 1: **es poco probable** que esté siendo aprovechada
- 2: **es bastante probable** que esté siendo aprovechada
- 3: **casi seguro** que está siendo aprovechada

A partir de esta información se realizará un análisis descriptivo de la frecuencia de observación de los indicadores, y se contrastará con las opiniones recogidas por los expertos. En el caso de observar concordancia se asignará un nivel de probabilidad de aprovechamiento a cada parcela, calculado a partir de la frecuencia observada de los indicadores. Por último, este nivel de probabilidad de aprovechamiento se utilizará para ponderar el valor de producción potencial de piña estimado por el modelo.

4. Resultados: aplicación a la provincia de Valladolid

Estimación de la producción potencial

En la provincia de Valladolid se localizan 477 parcelas IFN con presencia de *Pinus pinea*, de las cuales un 59,3% son masas puras (totalidad del arbolado es de la especie *P. pinea*), en un 11,3% las que *Pinus pinea* es dominante (porcentaje de pies de *P. pinea* supera el 70%), el 13,6% de las parcelas son mixtas (la presencia de *P. pinea* se sitúa entre el 30%-70% del arbolado), y el resto (15,7%) son las parcelas en las que el piñonero aparece como *accesoria* en la provincia de Valladolid. La aplicación del modelo ha permitido dar una estimación de la producción media potencial ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$) para cada parcela, y posteriormente calcular un valor medio de producción por para cada tipo de masa. Este valor es luego extrapolado a la superficie identificada a nivel provincial de cada tipo de masa por el Mapa Forestal Español (tabla 1), resultando una producción potencial media anual de 16.998.455 kg de piña en el total de las 81.662 ha identificadas en la provincia (promedio 225 kg $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$). Este valor es muy superior al proporcionado por los expertos y las estadísticas oficiales, que se sitúa en torno a 10 millones de kg de piña por año.

Tabla 1. Número de parcelas IFN y superficie total con presencia de *Pinus pinea* en la provincia de Valladolid, y valor medio de producción de piña y total, según nivel de presencia de la especie.

Total	Total	Puras	Dominante	Mixtas	Accesoria
Numero parcelas IFN	477	283	54	65	75
Producción media ($\text{kg}/\text{ha} \cdot \text{año}$)	225	271	250	185	71
Superficie con presencia de piñonero (ha)	81.662	26.669	20.938	18.657	15.397
Producción total (kg/año)	16.998.545	7.214.908	5.243.002	3.446.558	1.094.076

Presencia de indicadores de aprovechamiento real

En el IFN4, a nivel de provincia de Valladolid, se dispone de estos datos de indicadores en 296 parcelas, que son aquéllas con un nivel de ocupación por *Pinus pinea* superior a 3 (figura 2). En el 77% de las parcelas se ha observado poda de fuste, indicador de gestión, pero no tanto del aprovechamiento real de la cosecha de piña, aunque su ausencia sí que puede considerarse un indicador de no aprovechamiento. En ese sentido es destacable indicar que en el 76% de las parcelas que no tienen poda de fuste no se observa ningún otro indicador de aprovechamiento de interés, apuntando a que este indicador puede ser útil para discriminar el no aprovechamiento de la parcela. La presencia de rodaduras de maquinaria vibradora o tractores se observa en el 37% de las parcelas, mientras que tanto la presencia de palos señales como la de marcas en el tronco por acción de pinzas de la vibradora se observa en un 25% de las parcelas, respectivamente. Por último, la presencia de montones de piña (9% de parcelas), ramales y frutos inmaduros derribados (4%) y podas de olivación (3%) se detecta en menor medida. Respecto a esta última debe indicarse la dificultad de detectar esta poda salvo que se haya realizado en años recientes.

Un análisis pormenorizado de la observación de indicadores en las parcelas se presenta en la figura 3. En el 55% de las parcelas se identifica al menos uno de los seis indicadores distintos de la poda de fuste (rodaduras, palo señal, marcas en el tronco, montones de piña, ramales y poda de olivación), y en un 31% dos o más de ellos. Por el contrario, en un 16% de las parcelas no se observa ningún indicador, ni siquiera la poda de fuste.

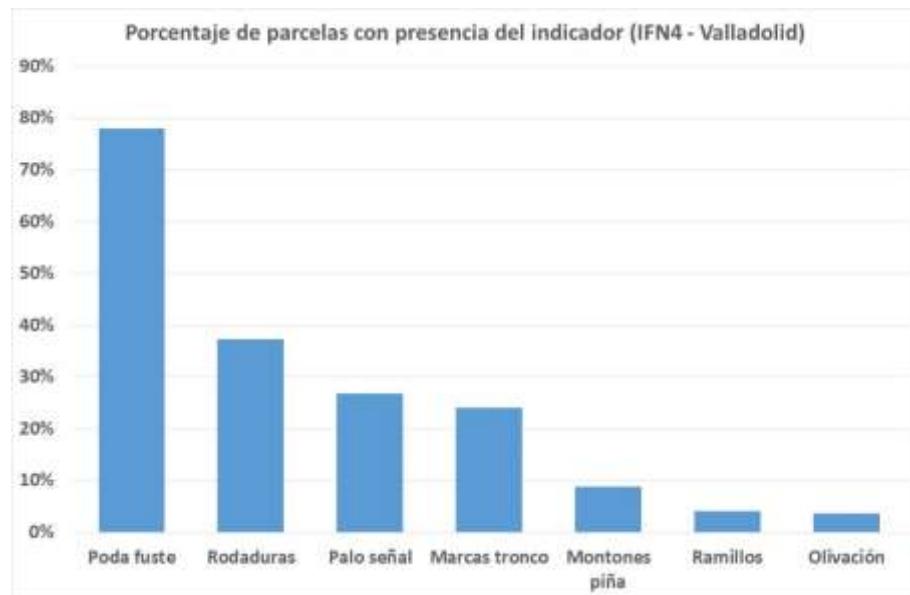


Figura 2. Porcentaje de parcelas de la provincia de Valladolid con presencia de cada indicador.

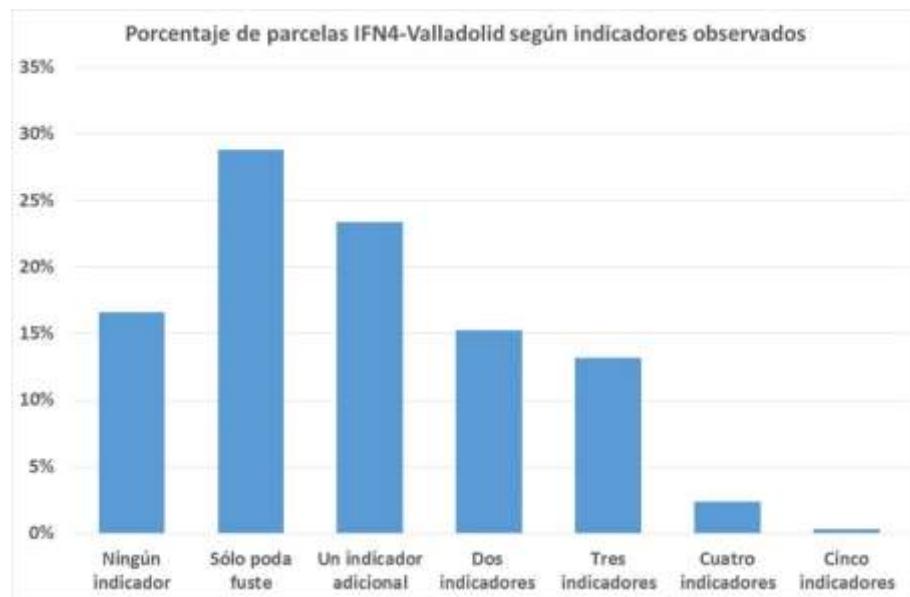


Figura 3. Clasificación de las parcelas IFN4 de Valladolid, según el número de indicadores observados.

Opinión experto

A partir de la opinión de los expertos (figura 4) se asignó como que una parcela es muy probablemente aprovechada si el promedio de las puntuaciones era mayor o igual que 2. En caso contrario se considera que la opinión de los expertos indica aprovechamiento poco probable.

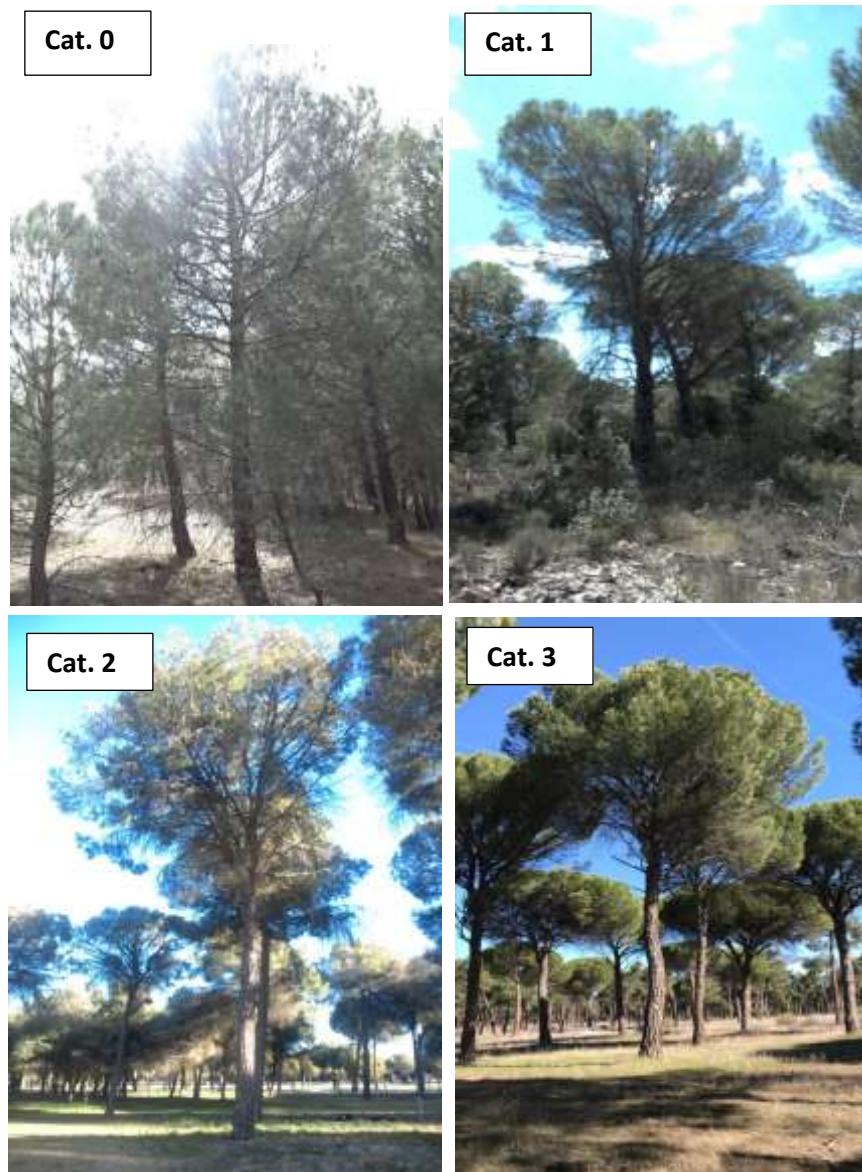


Figura 4. Ejemplo de cuatro parcelas en las que había concordancia entre los expertos en asignarlas a las categorías 0 (aprovechamiento nada probable), 1 (poco probable), 2 (muy probable) y 3 (casi seguro).

Al objeto de identificar si existe concordancia entre la opinión de los expertos (determinada a partir de fotografía) y los indicadores medidos en el IFN4 se plantea un análisis de concordancia entre el nivel de aprovechamiento propuesto por los expertos y la presencia de indicadores (tabla 2). Se observa que mientras que en el 72% de las parcelas donde no se observa ningún indicador los expertos han indicado que no hay aprovechamiento, en torno al 58-60% de las parcelas en las que se observa uno o dos indicadores la opinión de los expertos apunta a un aprovechamiento muy probable, valor que sube por encima del 85% cuando se observan más de tres indicadores.

Tabla 2. Nivel de concordancia entre las opiniones experto y el número de indicadores observados en la parcela.

Opinión experta sobre aprovechamiento	Número de indicadores relevantes observados en la parcela						
	Ninguno	Poda fuste	1	2	3	4	5
Poco probable	72%	54%	42%	41%	16%	14%	0%
Muy probable	28%	46%	58%	59%	84%	86%	100%

Poda fuste indica que sólo se observa poda de fuste, sin otros indicadores adicionales

Clasificación según probabilidad de aprovechamiento y cálculo de la tasa real de aprovechamiento

El resultado de la tabla 2 permite observar una concordancia entre la opinión experta y los indicadores evaluados. A partir de ello, se decide considerar la opinión experta como un indicador adicional de aprovechamiento, quedando caracterizadas las parcelas en cuatro categorías distintas de acuerdo a su nivel de aprovechamiento:

- Categoría 1: Parcelas con **aprovechamiento muy probable**: aquellas en las que se observa al menos dos indicadores de entre los siguientes: rodaduras, palo señal, marcas en el tronco, montones de piña, ramales, poda de olivación y la opinión de los expertos. Se asume un grado de aprovechamiento real del 100% de la productividad potencial.
- Categoría 2: Parcelas de **aprovechamiento probable**: se observa un único indicador o la opinión del experto es favorable. Se asume un grado de aprovechamiento real del 70% de la productividad potencial.
- Categoría 3: Parcelas de **aprovechamiento poco probable**: solo se observa poda de fuste, aunque los expertos indican que el aprovechamiento no es muy probable. Se asume un grado de aprovechamiento real del 30% de la productividad potencial.
- Categoría 4: Parcelas sin aprovechamiento o **aprovechamiento residual**: en las que no se observa poda de fuste. Se asume un grado de aprovechamiento real nulo

La figura 5 muestra un mapa de la provincia de Valladolid, indicando la probabilidad de aprovechamiento real de acuerdo a los cuatro niveles antes descritos. Se observa como las zonas con mayor probabilidad de aprovechamiento se corresponde con la zona de las campiñas arenosas, del centro de la provincia, siendo menos probable el aprovechamiento en los páramos del Este, en las laderas, y en los pinares muy fragmentados. La clasificación anterior nos permite caracterizar las parcelas IFN4 muestreadas en la provincia de Valladolid, obteniendo la siguiente distribución de grados de aprovechamiento (tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de las parcelas IFN de la provincia de Valladolid según nivel de aprovechamiento propuesto.

Clasificación	Porcentaje de Parcelas	Nivel aprovechamiento real
Aprovechamiento muy probable	44,4%	100%
Aprovechamiento probable	27,1%	70%
Aprovechamiento poco probable	16,3%	30%
Aprovechamiento residual	12,2%	0%

La media ponderada entre el porcentaje de parcelas y el nivel de aprovechamiento real nos da un nivel de aprovechamiento real para la provincia de Valladolid del **68,27%**, valor muy cercano al 70-75% de aprovechamiento dado como válido para la provincia. La aplicación de esta tasa de aprovechamiento real a los 16.998.545 de kg de piña calculados como producción potencial media anual para la provincia de Valladolid da un valor aproximado de producción media real anual para la

provincia de **11.605.108 kg**. Este valor es mucho más cercano a los 10 millones de kg estimados como producción media anual para la provincia.

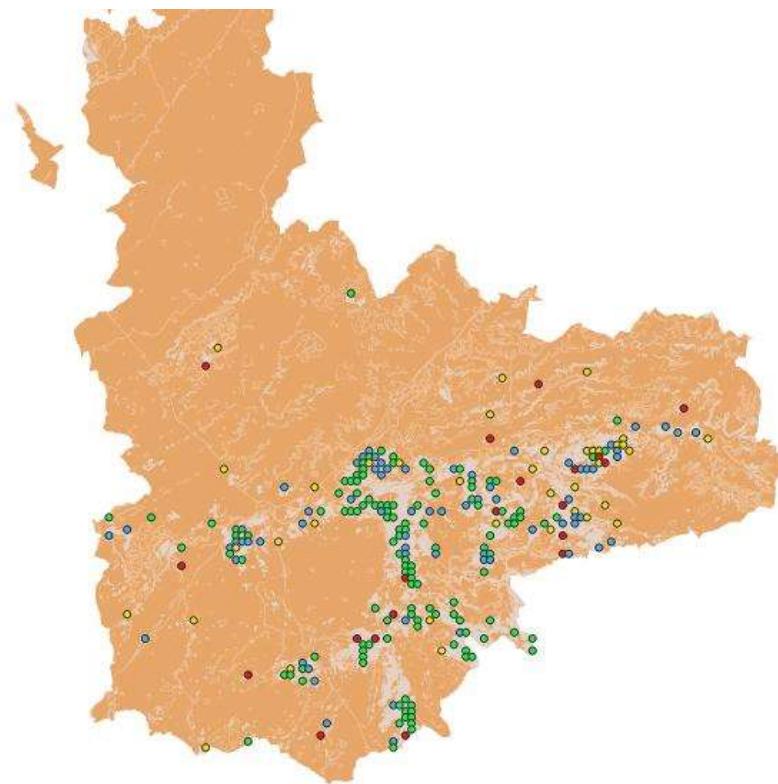


Figura 5. Mapa de nivel de aprovechamiento de las parcelas IFN4 con *Pinus pinea* en la provincia de Valladolid. Verde: categoría 1, aprovechamiento muy probable; azul: categoría 2, probable; amarillo: categoría 3, poco probable; rojo: categoría 4, residual.

5. Discusión y conclusiones

Los resultados muestran la potencialidad del uso de los inventarios forestales nacionales para la estimación de la producción a nivel regional y nacional de distintos productos forestales maderables, algo previamente mostrado para distintos productos no maderables en Europa (CALAMA et al. 2020b), especialmente aquellos obtenidos directamente del árbol o de la vegetación del sotobosque, tales como frutos, resinas y cortezas (e.g. MIINA et al. 2021). Asimismo, se demuestra como el uso conjunto de un modelo predictivo que utilice variables medidas en el IFN junto a las nuevas variables relacionadas con el grado de aprovechamiento real de los pinares medidas en IFN4 pueden ser utilizadas para clasificar las parcelas según su probabilidad de aprovechamiento y mejorar la estimación de la producción de piña realmente aprovechada. Esta aproximación es similar a la propuesta por MIINA et al. (2021) para frutos del bosque en Finlandia y Suecia, donde se combinan el uso de modelos con una calibración basada en muestreos visuales en las parcelas IFN. En el caso de la piña, al no ser posible la estimación visual, la calibración se sustituye por el grado de aprovechamiento esperado, determinado a partir de indicadores de aprovechamiento y la opinión de expertos. Al contrastar los indicadores de aprovechamiento con la opinión de los expertos se observa como la falta de poda de fuste es un indicador muy notable de falta de aprovechamiento, mientras que la presencia de palos señal, rodaduras de maquinaria y daños por la pinza en el tronco son indicadores muy evidentes de aprovechamiento. Otros indicadores, como la presencia de montones

de piña dañada o de ramales y piña inmadura en el suelo son identificados en un menor número de parcelas.

El empleo conjunto tanto de los indicadores observados como de la opinión de los expertos, ha permitido realizar una clasificación del territorio de acuerdo a los niveles de aprovechamiento. Ese resultado indica la importancia que la opinión de expertos y la ciencia ciudadana pueden tener para la cuantificación y estimación de productos forestales no maderables (YANG et al. 2006, TURTAINEN et al. 2015). Esta clasificación permite identificar como las zonas de mayor probabilidad de aprovechamiento las grandes manchas de pinar de las campiñas arenosas y los páramos occidentales, siendo la tasa de aprovechamiento real inferior en las zonas del páramo oriental, donde los suelos presentan mayor pedregosidad y hay manchas de pinar en las laderas, lo que dificulta el aprovechamiento mecanizado. Asimismo, se observa menor probabilidad de aprovechamiento en los pinares de menor superficie, fragmentados y aislados, donde estas condiciones dificultan la rentabilidad de la recogida. La estimación del grado de aprovechamiento real para la provincia de Valladolid superior al 68%, lo que permite fijar la producción media realmente aprovechable en la provincia en torno a los 11 millones de kg por año, valor mucho más aproximado a las estadísticas de aprovechamiento que los 17 millones de kg de piña predichos como producción potencial por el modelo.

Las líneas futuras de investigación deben dedicarse a mejorar la estimación por parte de los expertos, aumentando la muestra de encuestados, y a intentar identificar las variables de rodal o estación que condicionan el que una parcela esté siendo o no aprovechada.

6. Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de la Encomienda de Gestión EG-17-042-C2.2 entre el INIA y el MITECORD, proyecto IMP-2018-004-C2.2, y convenio PROPINEA CC-16-095 entre el INIA, ITACYL y la Diputación de Valladolid.

7. Bibliografía

CALAMA, R.; MUTKE, S.; TOMÉ, J.A.; GORDO, F.J.; MONTERO, G.; TOMÉ, M. 2011. Modelling spatial and temporal variability in a zero-inflated variable: the case of stone pine (*Pinus pinea* L.) cone production. *Ecol Model* 222, 606-618. doi 10.1016/j.ecolmodel.2010.09.020

CALAMA, R.; GORDO, F.J.; MONTERO, G.; PIQUÉ, M.; GARCÍA-NIETO, O.; PASTOR, A.; HERRERO, J.; ARIAS, M.J.; PARDOS, M.; MUTKE, S. 2020a. El piñón mediterráneo. Cap. 6 en Sánchez-González M, Calama R, Bonet JA (eds.) *Los Productos Forestales no Madereros en España: del monte a la Industria*. Monografías INIA. Serie Forestal 31. INIA, Ministerio Ciencia Innovación. Madrid pp 131-180

CALAMA, R.; MIINA, J.; DE MIGUEL, S.; BONET, J.A.; MOUNIR, F.; TOMÉ, M.; MARTÍNEZ-JAÚREGUI, M.; HERRUZO, C.; PELTOLA, R.; SALO, K.; KURTTILA, M.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M.; MARTÍN-PINTO, P.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M. 2020b. Data & models: importance of assessing and forecasting non-wood forest products in Europe. Chapter 3 in Vacick H. et al. (eds): *Non-Wood Forest Products in Europe, Ecology and management of mushrooms, tree products, understory plants and animal products, Outcomes of the COST Action FP1203*. BoD, Norderstedt

GORDO, J.; GONZÁLEZ, A.; HERNÁNDEZ, J.; FINAT, L.; MARTÍNEZ, C.; CUBERO, D.; DEL RÍO, J.; FELIZ, J.; PELÁEZ, H.; SANDONIS, F.; MORÁN, F. 2016. Análisis de los aprovechamientos en

los montes públicos de la provincia de Valladolid. Periodo 2002-2013. Jornada Final del Proyecto PROPINEA, Pedrajas de San Esteban, Diputación de Valladolid.

MAPAMA. 2017. Estadística anual de otros aprovechamientos forestales. online: http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/forestal_anual_otros_aprovechamientos.aspx

MIINA, J.; BOHLIN, I.; LIND, T.; DAHLGREN, J.; HÄRKÖNEN, K.; PACKALEN, T.; TOLVANEN, A. 2021. Lessons learned from assessing the cover and yield of bilberry and lingonberry using the national forest inventories in Finland and Sweden. *Silva Fennica* vol. 55 no. 5 article id 10573. 25 p. <https://doi.org/10.14214/sf.10573>

MUTKE, S.; GORDO, J.; GIL, L. 2005. Variability of Mediterranean stone pine cone production: yield loss as response to climatic change. *Agric For Met* 132: 263–272. Mutke, S.; Gordo, J.; Gil, L.; 2005c. Cone yield characterization of a stone pine (*Pinus pinea* L.) clone bank. *Silvae Genet.* 54: 22–25.

MUTKE, S.; CALAMA, R.; GONZÁLEZ-MARTINEZ, S.; MONTERO, G.; GORDO, J.; BONO, D.; GIL, L. 2012. Mediterranean Stone Pine: Botany and Horticulture. *Horticultural Reviews* 39: 153–202.

TURTIAINEN, M.; MIINA, J.; SALO, K.; HOTANEN, J.P. 2016. Modelling the coverage and annual variation in bilberry yield in Finland. *Silva Fennica* 50(4), 1573. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1573>.

YANG, X.; SKIDMORE, A.K.; MELICK, D.R.; ZHOU, Z.; XU, J. 2006. Mapping non-wood forest product (matsutake mushrooms) using logistic regression and a GIS expert system. *Ecol Modell* 198: 208–218.