



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1552

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





Análisis de la preferencia de los compradores de madera de parcelas forestales mediante análisis conjunto

ALONSO, L. (1,2), PICOS, J. (1) IGLESIAS PÉREZ, M.C. (3), IGLESIAS GONZÁLEZ, D. (4) y ARMESTO, J. (1,2)

(1) Escola de Enxeñaría Forestal, Universidade de Vigo.

(2) Grupo Xestión Segura e sostible de Recursos Minerais (XESSMin), CINTECX, Universidade de Vigo.

(3) Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidade de Vigo.

(4) Máster en técnicas estadísticas, Universidade de Vigo.

Resumen

El diseño de estrategias dirigidas a mejorar la sostenibilidad de la cadena de valor forestal requiere comprender las preferencias de los compradores de madera a la hora de seleccionar una determinada parcela para su compra. Este trabajo analiza el grado de preferencia según diferentes condicionantes técnicos de la parcela, con independencia del recurso disponible en la misma. Los condicionantes analizados fueron la pendiente, la distancia a cargadero, el tamaño de parcela, la forma de parcela y la fragmentación. Para ello se realizó una encuesta a sesenta compradores de madera del sector forestal gallego y se analizó mediante técnicas de análisis conjunto. Esto permitió comprender la influencia de cada una de las variables en la preferencia así como el peso relativo de los valores que estas toman. Se observó que la preferencia está mayoritariamente influenciada por la pendiente y el tamaño de la parcela, seguida de la distancia a vías. Además, este análisis permitió construir un indicador del grado de preferencia de las parcelas de Galicia y representarlo en un mapa. Estos resultados pueden ayudar a aumentar la eficiencia de los procesos de compra de madera y a diseñar políticas geo-espacialmente explícitas para mejorar el suministro sostenible de madera en la región.

Palabras clave

Cadena de valor, maderistas, análisis conjunto, minifundismo.

1. Introducción

En los últimos años, la economía circular ha ganado importancia como herramienta para ayudar a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas 2030 (Hetemäki et al., 2017). Los productos a base de madera se están convirtiendo en esenciales en la transición de los modelos lineales tradicionales al modelo circular más moderno (FAO, 2023, Primmer et al., 2021, Hetemäki et al., 2017). Teniendo en cuenta esta tendencia actual, se prevé que la demanda de productos a base de madera aumentará significativamente en las próximas décadas (Hetemäki et al., 2017). Para satisfacer esta demanda es esencial contar con cadenas de valor de la madera sostenibles (FAO, 2023). Para alcanzarlas, es necesario que el diseño de la política forestal y la toma de decisiones sobre los recursos forestales se base en información detallada sobre la cantidad de madera que puede incorporarse a la cadena de suministro (Vidal et al., 2016).

La incorporación de un recurso determinado a la cadena de suministro depende en parte del comportamiento de cada uno de los actores responsables de su inclusión. Uno de los eslabones que determina la incorporación de ciertos recursos madereros a la cadena de suministro son los maderistas. Este eslabón es especialmente importante en regiones donde predomina el minifundismo (Vega y Page 2023), por ejemplo Galicia. Algunas de estas regiones desempeñan un papel



importante en la oferta de madera forestal de sus países (Verdone 2018, Nambiar 2019). De hecho, en España, el 50% del volumen de madera cortado anualmente proviene de Galicia (MITECO, 2022).

La decisión de los maderistas de realizar un aprovechamiento en una determinada superficie forestal depende de diferentes factores. Según estudios previos, las especies de árboles y la estructura del tronco son factores críticos (Thompson et al. 2017, Levers et al. 2014, Poje et al. 2016). No obstante, características físicas del territorio que puedan suponer restricciones técnicas o económicas también pueden influir significativamente en la posibilidad de aprovechamiento (Alberdi et al. 2016, Fischer et al. 2016). El análisis del comportamiento de los maderistas en relación con estas características físicas del terreno es de suma importancia ya que, según Vega y Page (2023), estas características pueden permitir o inhibir la incorporación de madera a las cadenas de valor, independiente del recurso de madera en cuestión. De acuerdo con la bibliografía, la pendiente, la distancia a cargadero, el tamaño de parcela, la forma de parcela y la fragmentación son factores físicos que pueden suponer un condicionante técnico o económico al aprovechamiento. La pendiente determina el tipo de maquinaria que puede utilizarse en una parcela (Lundbäck et al. 2021, Louis et al. 2022) y la distancia a cargadero dicta el coste de extracción (Louis et al. 2022, Spinelli et al. 2016, Germain et al. 2019). Las otras tres variables pueden ser muy determinantes en regiones caracterizadas por minifundismo. El tamaño de parcela determina si se tiene una cantidad mínima de madera que cubra los costes asociados al aprovechamiento (ej. planificación de la operación, transporte o instalación de maquinaria). La forma de las parcelas afecta a la eficiencia de la maquinaria de extracción, por lo tanto, las parcelas más irregulares son menos ideales (Ebadian et al., 2018, Aalmo et al. 2020). Por último, el exceso de fragmentación o conectividad entre parcelas puede impedir a los compradores agregar volúmenes de madera que compensen los costes de corta (Vega y Page 2023).

El uso de Análisis Conjunto Basado en Elecciones (ACBE) puede ayudar a comprender como estas características influyen en la decisión de los maderistas de aprovechar una determinada parcela. El ACBE es una técnica estadística que, mediante la realización y análisis de encuestas, permite comprender en detalle la preferencia de los usuarios o consumidores de un determinado producto o servicio y como las características o atributos del mismo influyen en la preferencia (Rao, 2014).

2. Objetivos

Este estudio tiene como objetivo explorar como variables físicas de las parcelas (pendiente, distancia a cargadero, tamaño de parcela, fragmentación y forma) influye en la decisión de los maderistas de aprovechamiento de una determinada parcela. Esto permite detectar las preferencias de los mismos y desarrollar una herramienta de gestión que permita mapear las parcelas de un territorio según sus diferentes niveles de preferencia de aprovechamiento. El trabajo se realizó para Galicia, por lo que está especialmente focalizado en conocer estas preferencias en áreas donde la propiedad forestal está altamente fragmentada.

3. Metodología

3.1. Selección de parcelas a incluir en el estudio

Este estudio incluye todas las parcelas privadas de propiedad individual de Galicia. Contempla todas las parcelas catastrales forestales según el mapa forestal

español (MFE25) (MTERD, 2011). Se descartan las parcelas públicas y comunales. El total de parcelas forestales a analizar asciende a 6,3 millones (ver Figura 1).

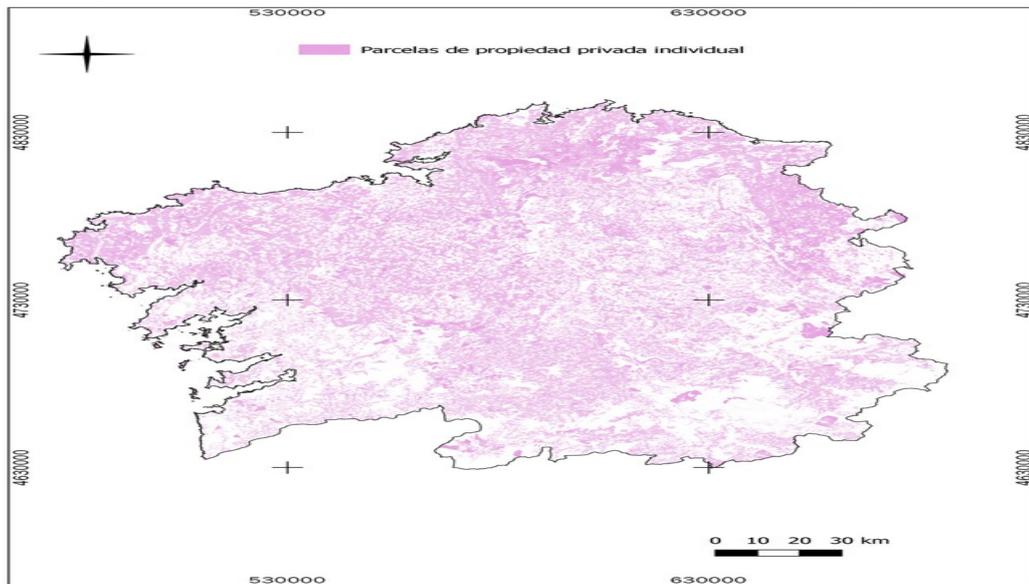


Figura 1. Parcelas de estudio.

3.2. Evaluación del grado de preferencia

La evaluación de las preferencias de maderistas se realizó mediante ACBE (Green y Rao 1971, Rao 2014). Los principales componentes de este análisis son: atributos, niveles, perfiles y utilidades. En el contexto de este estudio, los atributos son las características físicas de las parcelas (la pendiente, la distancia a cargadero, el tamaño de parcela, la fragmentación y la forma), los niveles son los diferentes valores o categorías en que se pueden desglosar los atributos (por ejemplo, clases de pendiente: <20%, 20-40%, >40%), un perfil es una combinación específica de niveles de atributos (por ejemplo una parcela con <20% de pendiente, >5 ha, <100 m a una vía, forma regular y baja fragmentación), y las utilidades son representaciones numéricas del grado de preferencia de los maderistas.

Para aplicar el ACBE el primer paso es definir los atributos a evaluar. Los atributos seleccionados fueron la pendiente mayoritaria de la parcela (obtenida del Instituto Geográfico Nacional), la distancia a vías (entendida como la distancia euclídea media de una parcela a cualquier vía que pueda ser utilizada como vía de saca), el tamaño de parcela, la forma de la parcela (Ecuación 1) y la fragmentación (entendida como la densidad de parcelas en el entorno de una determinada parcela).

$$FORMA = \frac{4\pi A}{p^2}$$

Ecuación 1. Forma de parcela. A: Área, p: perímetro. (Russ, 2002; Lewis et al., 1997).

El segundo paso consiste en definir los niveles en los que se separan los diferentes atributos. Para definirlos se analizó la distribución de valores que los distintos atributos toman en el área de estudio. Así mismo se realizó una encuesta a un grupo focal preliminar que ayudó a conocer la opinión de los maderistas respecto a estos niveles, el valor a partir del cual nunca realizarían un aprovechamiento, así como el valor ideal para realizar un aprovechamiento. Los niveles finales seleccionados se detallan en la Tabla 1. Además, se siguieron las recomendaciones de las técnicas de análisis conjunto que indican seleccionar entre

2 y 5 niveles (Rao, 2014).

Tabla 1. Atributos y niveles seleccionados en la encuesta

Atributo	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Tamaño (ha)	< 0.5	0.5 - 1	1 - 5	> 5
Pendiente (%)	> 40	20 - 40	< 20	
Distancia a vías (m)	> 500	100 - 500	< 100	
Forma	< 0.3 (muy irregular)	0.3-0.6 (irregular)	> 0.6 (regular)	
Fragmentación	< 0.075 (baja)	0.075-0.15 (media)	> 0.15 (alta)	

El tercer paso consiste en definir los diferentes perfiles a presentar en la encuesta y como distribuirlos. Para ello se realizó un análisis fraccional factorial que permite optimizar la cantidad de perfiles a incluir (Rao, 2014) y se hizo un análisis de D-eficiencia que permite conocer la forma óptima de distribuirlos (Rao, 2014, Cook and Nachtrheim, 1980). Esto dio como resultado un total de 36 perfiles que serían distribuidos en 12 preguntas, cada una de ellas presentando 3 perfiles. En cada pregunta el encuestado debería seleccionar el perfil preferido. Ejemplos reales de parcelas con esos perfiles se seleccionaron de forma aleatoria para ayudar al encuestado a definir su elección. La Figura 2 presenta el diseño final de la encuesta.

8. ¿Cuál de las siguientes parcelas preferiría para realizar el aprovechamiento? Seleccione la opción preferida.

OPCIÓN 1

Tamaño: > 5 ha
Distancia a vías: > 500 m
Pendiente: 20 - 40%
Forma: irregular
Fragmentación: alta

Ejemplo:



Tamaño: 13 ha
Distancia a vías: 598 m
Pendiente: 35%

OPCIÓN 2

Tamaño: < 0,5 ha
Distancia a vías: < 100 m
Pendiente: 20 - 40%
Forma: regular
Fragmentación: baja

Ejemplo:



Tamaño: 0,2 ha
Distancia a vías: 21 m
Pendiente: 22%

OPCIÓN 3

Tamaño: 0,5 - 1 ha
Distancia a vías: > 500 m
Pendiente: < 20%
Forma: irregular
Fragmentación: media

Ejemplo:



Tamaño: 0,9 ha
Distancia a vías: 601 m
Pendiente: 11 %

Los ejemplos están representados a escalas diferentes

Figura 2. Diseño final de la encuesta.

La encuesta fue distribuida mediante las dos asociaciones forestales que agrupan a las pequeñas empresas compradoras de madera de Galicia y el departamento forestal de las dos principales empresas forestales gallegas. Se seleccionó un objetivo de 60 participantes. Así, cada uno de estos 4 colectivos seleccionó a 15 personas encargadas de la compra de madera en pie para que contestaran. La encuesta se les envió como enlace a un formulario de google.

Los resultados de la encuesta se analizaron mediante la aplicación de una regresión logística multinomial (Rao, 2014). Esto permite conocer la utilidad parcial de cada atributo así cómo de sus distintos niveles. Además, proporciona la importancia de cada atributo que se realiza calculando la diferencia entre las utilidades parciales más altas y más bajas de este atributo. Estas variables se

pueden calcular en términos relativos. La importancia relativa de cada atributo se obtiene como la importancia de un atributo dividida por la suma de la importancia de todos los atributos considerados, multiplicada por 100. La importancia relativa de cada nivel se calcula mediante la Ecuación 2.

$$importancia = \frac{utilidad\ parcial - media}{\sum(utilidad\ parcial - media)} \times Rel.Imp$$

Ecuación 2. Importancia relativa de un nivel. Media: promedio de las utilidades parciales de todos los niveles del atributo. Rel.Imp: importancia relativa del atributo.

Finalmente, las utilidades parciales obtenidas en el paso anterior se utilizaron para estimar la utilidad total de cada parcela forestal de la zona de estudio. Las parcelas se representaron en un mapa que muestra la distribución geográfica de la utilidad, o lo que es igual, del grado de preferencia de los maderistas por las parcelas forestales de Galicia.

4. Resultados

La encuesta obtuvo un total de 59 respuestas completas. En la Figura 3 se presenta un resumen de los resultados obtenidos. La figura muestra que para algunas preguntas las preferencias están claras: en las preguntas 2, 3, 7 y 8, la mayoría de los maderistas coincidieron en la respuesta. La pregunta 8 corresponde al ejemplo mostrado en la figura 4. En este caso, la mayoría de los encuestados seleccionó la opción 2, que es la parcela con menor pendiente, mayor tamaño y menor fragmentación; una distancia intermedia a las carreteras y una forma regular. En otros casos, las preferencias difieren claramente entre los encuestados; así ocurre en las preguntas 1 y 10.

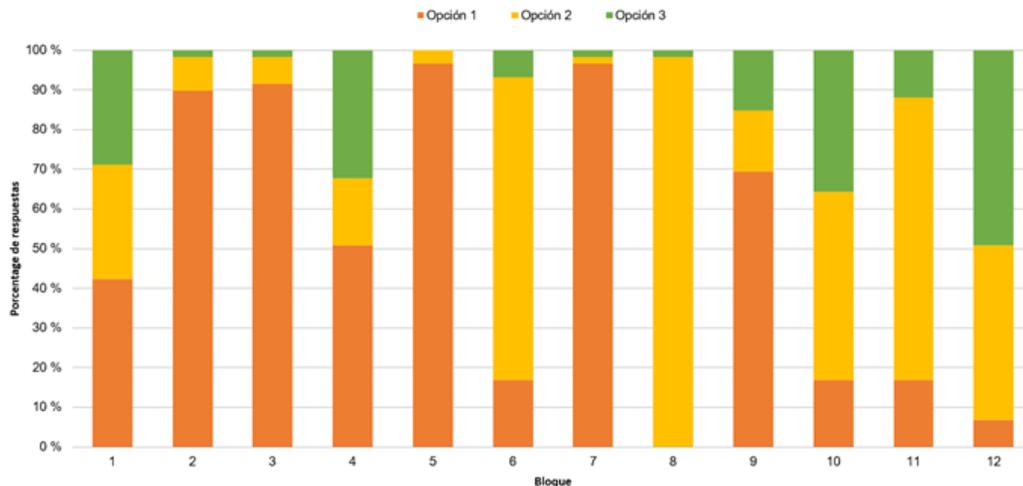


Figura 3. Resumen de respuestas a la encuesta realizada.

La Tabla 2 recoge los resultados de la regresión logística multinomial en relación con la importancia de cada atributo y las utilidades parciales de cada nivel de atributo. Los resultados muestran que el atributo más importante a la hora de considerar la utilidad de una parcela forestal es la pendiente, seguido de cerca por el tamaño de la parcela. El menos importante es la fragmentación.

Tabla 2. Resultados de la regresión logit multinomial. Los niveles de atributo que no aparecen fueron los niveles utilizados como referencia en la regresión. El p-valor se obtuvo mediante una prueba chi-cuadrado.



Atributo	Nivel	Utilidad parcial	Importancia	p-valor
Tamaño	0.5 -1	0.60	2.28	0.0021
	1 - 5	2.28		<0.0001
	> 5	2.26		<0.0001
Forma	0.3 - 0.6	0.41	0.64	0.0081
	0.6 - 1	0.64		<0.0001
Fragmentación	0.075-0.15	-0.15	0.33	0.3515
	> 0.15	-0.33		0.0097
Distancia a carreteras	100 - 500	0.80	1.50	<0.0001
	< 100	1.50		<0.0001
Pendiente	20 - 40	1.15	2.47	<0.0001
	< 20	2.47		<0.0001

En la Figura 4 se muestra la importancia relativa de los atributos. Tanto la pendiente como el tamaño son los atributos que tienen mayor importancia relativa (34% y 32%, respectivamente). El siguiente atributo en orden de importancia es la distancia, con una importancia relativa del 21%. Por último, la forma y la fragmentación son los que tienen importancia relativa inferior (8% y 5% respectivamente).

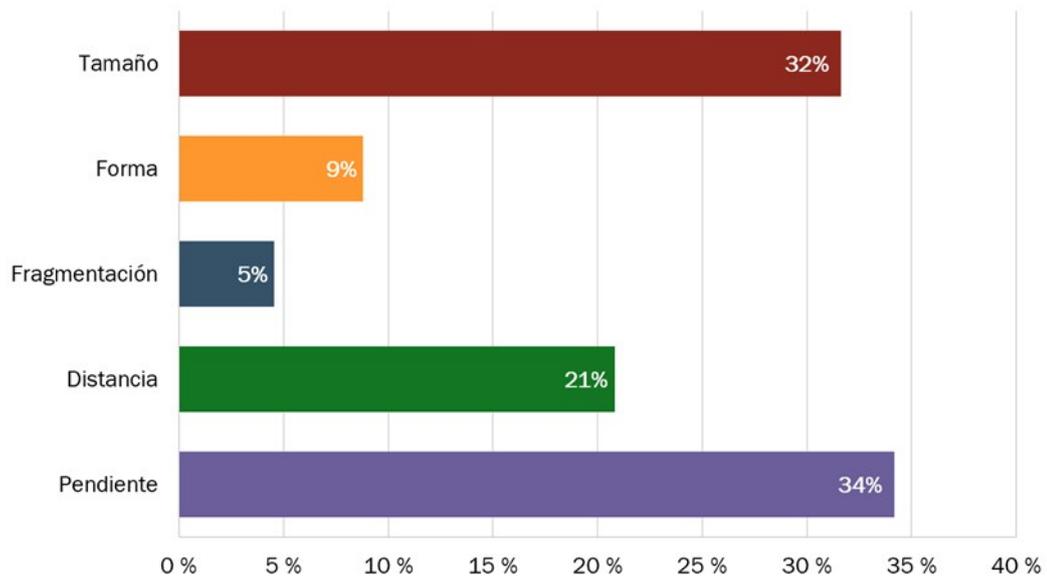


Figura 4. Importancia relativa de los atributos.

En la Figura 5 se muestra la importancia relativa de los niveles de atributos. Ilustra que las parcelas con pendientes inferiores al 20% fueron preferidas por los encuestados. Por el contrario, las parcelas con pendientes superiores al 40% fueron descartadas (la importancia relativa de esta categoría es del -16%). Las distancias a las carreteras superiores a 500 m y las parcelas inferiores a 0,5 hectáreas tienen una importancia relativa también negativa y de un valor similar



(aproximadamente -10%), por lo que las parcelas con estas características no fueron preferidas por los encuestados en similar medida. Por el contrario, las parcelas cercanas a carreteras (con distancias < 100 m) y con tamaños superiores a 1 ha fueron las preferidas. En cuanto al tamaño de las parcelas, cabe también destacar que la importancia relativa de las parcelas de tamaño superior a 1 ha y de las parcelas de tamaño superior a 5 ha es similar, teniendo ambas una importancia relativa cercana al 8%. La importancia relativa de los niveles de la forma y la fragmentación refleja de nuevo la escasa importancia en la selección de parcelas para la recolección; para estos atributos. El nivel más importante corresponde a las parcelas muy irregulares, que tienen una importancia relativa del -4 %.

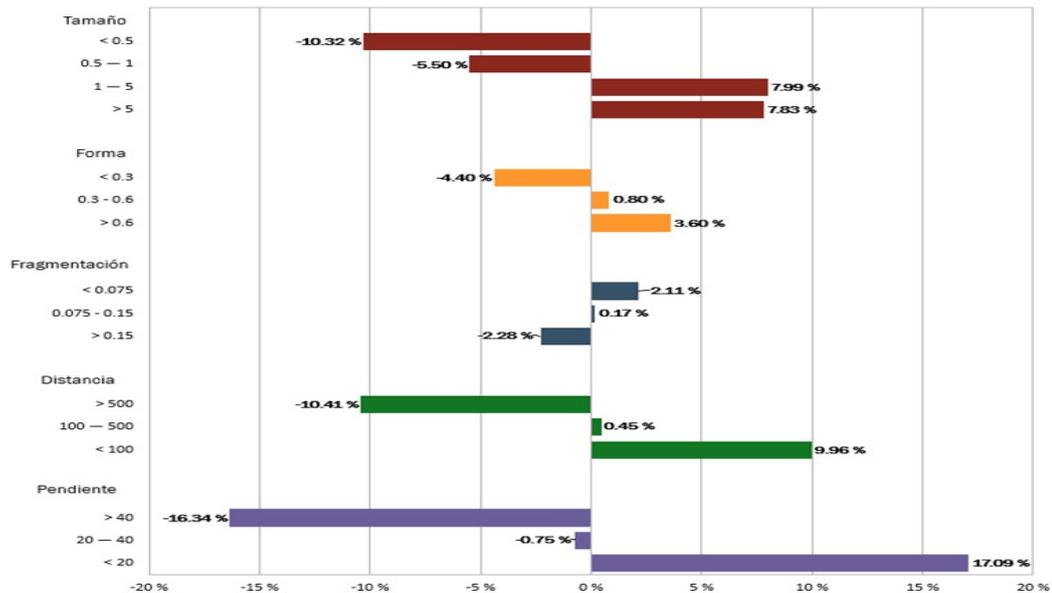


Figura 5. Importancia relativa de los niveles.

La Figura 6 presenta el mapa de utilidad, o de preferencia, de las parcelas forestales de propiedad privada individual para Galicia. El mapa muestra que las parcelas forestales con alto grado de preferencia se distribuyen principalmente por la parte centro-norte de Galicia, mientras que en la región costera del norte y sur y en la parte oriental de la región hay una mayor concentración de parcelas con bajo grado de preferencia.

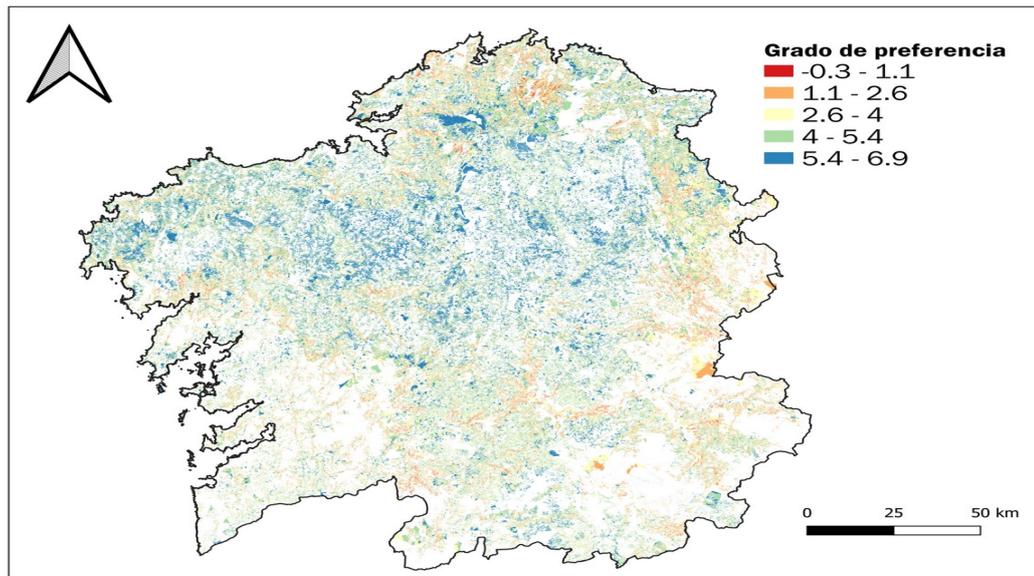


Figura 6. Mapa de utilidad, o de preferencia, de las parcelas forestales de propiedad privada individual para Galicia.

5. Discusión

Los resultados de la encuesta demuestran que los atributos de parcelas afectan significativamente las preferencias de los maderistas a la hora de realizar un aprovechamiento. De acuerdo con los resultados, la pendiente, el tamaño de parcela y la distancia a las carreteras tienen el mayor impacto en la preferencia. Estos resultados eran esperables ya que los atributos de pendiente y distancia a las carreteras son factores comúnmente considerados en análisis de disponibilidad de madera (Alberdi et al. 2020). Sin embargo, el tamaño de la parcela no se ha utilizado habitualmente en este tipo de estudios tanto a nivel nacional como europeo (Alberdi et al. 2020, Pucher et al. 2023). La encuesta demuestra que las parcelas pequeñas están actualmente muy penalizadas y, por lo tanto, podrían encontrar problemas a la hora de incorporarse a la cadena de suministro en comparación con las parcelas grandes (más de 1 ha). En vista de esto, la incorporación del tamaño de la parcela en análisis de disponibilidad de madera sería extremadamente importante. Especialmente considerando que en algunas regiones el minifundio representa una parte importante de la oferta de madera (Vega y Page, 2023). Cabe destacar que este resultado no quiere decir que las parcelas de menos de 1 ha no vayan a ser cortadas en Galicia, dada la gran cantidad de las mismas y que es posible que el impacto del tamaño de la parcela se esté minimizando actualmente mediante la agregación de lotes de madera, pero indica que el precio podría reducirse significativamente. Las parcelas pequeñas pueden implicar costos adicionales y consumo de tiempo para los maderistas en comparación con las parcelas grandes derivadas del esfuerzo de contactar y realizar acuerdos entre propietarios forestales vecinos. Para hacer frente a este reto, sería crucial promover la creación de asociaciones de propietarios forestales.

Las variables con menor importancia en las decisiones de compra de parcelas fueron la forma de la parcela y la fragmentación de la parcela. A pesar de que los valores de importancia obtenidos para estos atributos son bajos en comparación con los otros tres atributos, sí que es interesante conocer esta tendencia. Los resultados coinciden con otros estudios como Ebadian et al. (2018) y Aalmo et al. (2020), en que las parcelas muy irregulares son menos preferidas para el



aprovechamiento que las regulares. En cuanto a la fragmentación, se prefiere una parcela pequeña rodeada de parcelas más grandes (un área ligeramente fragmentada) en lugar de una parcela pequeña rodeada de parcelas pequeñas (un área muy fragmentada). Esto puede indicar que los costes de aprovechamiento de parcelas pequeñas solo pueden ser compensados si se aprovechan parcelas más grandes en los alrededores de la parcela, lo cual concuerda con Vega y Page (2023). Estos resultados destacan de nuevo la importancia de políticas orientadas a la agregación de parcelas forestales para promover la movilización de madera en áreas dominadas por minifundismo.

Finalmente, el mapa creado en este estudio puede ser una herramienta geoespacialmente explícita útil para el diseño de políticas forestales a escala territorial como: políticas enfocadas a fomentar el asociacionismo forestal, a la dotación de subsidios a maquinaria específica diseñada para operar en pequeñas parcelas, o la mejora de las infraestructuras forestales en determinadas zonas.

6. Conclusiones

Este estudio ayudó a comprender cómo las propiedades físicas de una parcela forestal afectan las preferencias de los compradores de madera en pie en Galicia. Los resultados obtenidos podrían ser extrapolables a otras regiones, especialmente a aquellas dominadas por minifundismo.

La pendiente, el tamaño de la parcela y la distancia a cargadero son los atributos que tienen el mayor impacto en la preferencia de los maderistas, seguidos de la forma de la parcela y la fragmentación. La gran importancia del tamaño de la parcela indica que, a pesar de ser un parámetro que no se utiliza comúnmente para conocer la disponibilidad de los recursos forestales, debería considerarse su inclusión, especialmente considerando la importancia que tienen algunas regiones dominadas por minifundismo en la cadena de valor forestal. Así mismo, debido al impacto del tamaño de las parcelas, se recomiendan políticas orientadas a promover la creación de asociaciones forestales.

La elaboración de un mapa que muestrea el grado de preferencia de los maderistas para cada una de las parcelas forestales del área de estudio, puede ser una herramienta geoespacialmente explícita clave para el diseño de políticas a escala territorial para mejorar la sostenibilidad del suministro de madera en la región.

7. Agradecimientos

Los autores agradecen a las asociaciones forestales Fearnaga, Lugo Madera y la Asociación Galega Monte Industria por su ayuda en la distribución de la encuesta. Así mismo, este trabajo forma parte del Convenio para la realización del Inventario Forestal Continuo de Galicia financiado por la Consellería de Medio Rural de la Xunta de Galicia bajo el proyecto: 2020CONVINVENTARIOFORESTALR002 y del proyecto PID2020-118101GB-I00 (MCIN/ AEI /10.13039/501100011033). Además, para su realización Laura Alonso contó con la financiación del Programa de ayudas a la etapa postdoctoral de la Xunta de Galicia (Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidades) (ED481B_059) y del Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades (FPU19/02054).



8. Bibliografía

- AALMO, G. O., KERSTENS, P. J., BELBO, H., BOGETOFT, P., TALBOT, B., STRANGE, N. 2020. Efficiency drivers in harvesting operations in mixed Boreal stands: a Norwegian case study. *International Journal of Forest Engineering*, 32(1, Suppl.), 74–86. <https://doi.org/10.1080/14942119.2020.1778980>
- ALBERDI, I., BENDER, S., RIEDEL, T., AVITABLE, V., BORIAUD, O., BOSELA, M., CAMIA, A., CAÑELLAS, I., CASTRO, F. R., FISCHER, C., FREUDENSCHUß, A., FRIDMAN, J., GASPARINI, P., GSCHWANTNER, T., GUERRERO, S., KJARTANSSON, B. T., KUCERA, M., LANZ, A., MARIN, G., MUBAREKA, S., NOTARANGELO, M., NUNES, L., PESTY, B., PIKULA, T., REDMOND, J., RIZZO, M., SEBEN, V., SNORRASON, A., TOMTER, S., HERNÁNDEZ, L. 2020. Assessing forest availability for wood supply in Europe. *Forest Policy and Economics*, 111, 102032. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102032>
- ALBERDI, I., MICHALAK, R., FISCHER, C., GASPARINI, P., BRÄNDLI, U.B., TOMTER, S.M., KULIESIS, A., SNORRASON, A., REDMOND, J., HERNÁNDEZ, L., LANZ, A., VIDONDO, B., STOYANOV, N., STOYANOVA, M., VESTMAN, M., BARREIRO, S., MARIN, G., CAÑELLAS, I., VIDAL, C. 2016. Towards harmonized assessment of European forest availability for wood supply in Europe. *Forest Policy and Economics*, 70, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.05.014>
- COOK, R. D., NACHTRHEIM C. J. 1980. A Comparison of Algorithms for Constructing Exact D-Optimal Designs. *Technometrics*, 22(3), 315–324. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00401706.1980.10486162>
- EBADIAN, M., SHEDDEN, M. E., WEBB, E., SOKHANSANJ, S., EISENBIES, M., VOLK, M., HEAVY, J., HALLEN, K. 2018. Impact of Parcel Size, Field Shape, Crop Yield, Storage Location, and Collection Equipment on the Performance of Single-Pass Cut-and-Chip Harvest System in Commercial Shrub Willow Fields. *Bioenergy Research*, 11(2), 364–381. <https://doi.org/10.1007/s12155-018-9902-7>
- FISCHER, C., GASPARINI, P., NYLANDER, M., REDMOND, J., HERNANDEZ, L., BRÄNDLI, U.-B., PASTOR, A., RIZZO, M., & ALBERDI, I. 2016. Joining Criteria for Harmonizing European Forest Available for Wood Supply Estimates. Case Studies from National Forest Inventories. *Forests*, 7(5), 104. <https://doi.org/10.3390/f7050104>
- FAO 2023. Latin American and Caribbean Forestry Commission. Sustainable Wood Value Chains. <https://www.fao.org/3/cc6233en/cc6233en.pdf>
- GERMAIN, R., REGULA, J., BICK, S., & ZHANG, L. 2019. Factors impacting logging costs: A case study in the Northeast, US. *The Forestry Chronicle*, 95(1), 16–23. <https://doi.org/10.5558/tfc2019-005>
- GREEN, P. E., RAO, V. R. 1971. Conjoint measurement-for quantifying judgmental data. *Journal of Marketing research*, 8(3), 355-363.
- HETEMÄKI, L., HANEWINKEL, M., MUYS, B., OLLIKAINEN, M., PALAHÍ, M., TRASOBARES, A. 2017. Leading the way to a European circular bioeconomy strategy. From Science to Policy 5. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs05>
- LEVERS, C., VERKERK, P. J., MÜLLER, D., VERBURG, P. H., BUTSIC, V., LEITAÕ, P. J., LINDNER, M., KUEMMERLE, T. 2014. Drivers of forest harvesting intensity patterns. *Forest Ecology and Management*, 315, 160–172. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.12.030>



- LOUIS, L. T., KIZHA, A. R., DAIGNEAULT, A., HAN, H., WEISKITTEL, A. 2022. Factors Affecting Operational Cost and Productivity of Ground-Based Timber Harvesting Machines: a Meta-analysis. *Current Forestry Reports*, 8, 38-54. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00156-5>
- LUNDBÄCK, M., HÄGGSTRÖM, C., NORDFJELL, T. 2021. Worldwide trends in methods for harvesting and extracting industrial roundwood. *International Journal of Forest Engineering*, 32(3), 202–215. <https://doi.org/10.1080/14942119.2021.1906617>
- MTERD. 2011. Mapa Forestal de España (MFE) de máxima actualidad. <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe.html>
- MTERD. 2022. Anuario de Estadística Forestal 2020. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/estadisticas/anuario_ef2020_tcm30-559705.pdf
- NAMBIAR, E. S. 2019. Tamm review: Re-imagining forestry and wood business: Pathways to rural development, poverty alleviation and climate change mitigation in the tropics. *Forest Ecology and Management*, 448, 160-173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.06.014>
- POJE, A., MALOVRH, Š. P., KRČ, J. 2016. Factors Affecting Harvesting Intensity in Small-Scale Private Forests in Slovenia. *Small-scale Forestry*, 15, 73–91. <https://doi.org/10.1007/s11842-015-9309-7>
- PRIMMER, E., VARUMO, L., KRAUSE, T., ORSI, F., GENELETTI, D., BROGAARD, S., AUKES, E., CIOLLI, M., GROSSMANN, C., HERNÁNDEZ-MORCILLO, M., KISTER, J., KLUVÁNKOVÁ, T., LOFT, L., MAIER, C., MEYER, C., SCHLEYER, C., SPACEK, M., MANN, C. 2021. Mapping Europe’s institutional landscape for forest ecosystem service provision, innovations and governance. *Ecosystem Services*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101225>
- PUCHER, C., ERBER, G., HASENAUER, H. 2023. Europe’s Potential Wood Supply by Harvesting System. *Forests*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/f14020398>
- RAO, V. R. 2014. Applied Conjoint Analysis. Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-87753-0>
- RUSS, J. C. 2002. The Image Processing Handbook (4th ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420040760>
- SPINELLI, R., CACOT, E., MIHELIC, M., NESTOROVSKI, L., MEDERSKI, P., TOLOSANA, E. 2016. Techniques and productivity of coppice harvesting operations in Europe: A meta-analysis of available data. *Annals of Forest Science*, 73, 1125–1139. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0578-x>
- THOMPSON, J. R., CANHAM, C. D., MORREALE, L., KITTREDGE, D. B., BUTLER, B. 2017. Social and biophysical variation in regional timber harvest regimes. *Ecological Applications*, 27(3), 942–955. <https://doi.org/10.1002/eap.1497>
- VEGA, D. C., PAGE, T. 2023. Conditions that Enable Successful Participation of Smallholder Tree Growers in Timber Value Chains. *Small-scale Forestry*, 22(4), 457–479. <https://doi.org/10.1007/s11842-023-09539-x>
- VERDONE, M. 2018. The world’s largest private sector? Recognising the cumulative economic value of small-scale forest and farm producers. Gland, Switzerland: IUCN, FAO, IIED and AgriCord. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.13.en>
- VIDAL, C., ALBERDI, I. A., MATEO, L. H., REDMOND, J. J. 2016. National Forest



Inventories. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44015-6>