

Calidad de estación para la producción de bellota. Córdoba



REMP

Red Estatal de
Montes Públicos



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

Calidad de estación para la producción de bellota. Córdoba

Breve Resumen

Esta acción pionera desarrolla un modelo aplicado al **árbol individual** usando datos LIDAR y variables geomorfológicas para **estimar el tamaño tridimensional y volumen de las copas** de encina. Se localiza en la comarca del Valle de Los Pedroches, Córdoba, centrándose en su parte oriental.



Acciones de limpieza del ramal. Castril. 2.023

Contexto

Los encinares (*Quercus ilex* L.) en dehesa constituyen un **ecosistema fundamental del Mediterráneo**, crucial para la **conservación de la biodiversidad y la estabilidad del suelo**, y poseen un **gran valor económico basado en la montanera** (alimentación del ganado ibérico). Conocer la cantidad de bellota producida es de gran **importancia para la gestión de estos sistemas**.

La situación de partida era que la producción de bellota, históricamente, se ha estimado mediante aforo o modelos que definen la productividad individual en términos de cantidad por unidad de superficie de la **proyección horizontal de la copa**. Esta aproximación era habitual dado que la baja espesura en los sistemas silvopastorales facilita la identificación de árboles individuales a partir de fotografías aéreas.

La problemática principal radicaba en que esta metodología no contemplaba la dimensión vertical de las copas. **La producción de bellota está muy determinada por la radiación solar recibida**, y dos copas con la misma proyección horizontal pueden presentar una capacidad de intercepción de radiación solar (superficie fotosintetizadora) muy diferente en función de sus alturas y volúmenes. Se requería una nueva aproximación que, a escala territorial, incorporase la estructura tridimensional para obtener un mejor **indicador de la calidad de estación para la montanera**.



Resumen

La singularidad de esta acción radica en la **utilización de la tecnología LIDAR** para obtener información sobre la tercera dimensión de las copas, permitiendo estimar variables como el volumen (*vlmn_m3*) y, especialmente, la superficie envolvente o fotosintetizadora (*spfc_m2*). Se ha elegido esta acción con el objetivo de **mejorar la estimación de la producción de bellota** mediante la **identificación de patrones de influencia** de factores geomorfológicos locales en la morfología de las copas, lo cual puede ser un buen indicador de la calidad de estación para la montanera.

El hábitat de estudio está constituido por **encinares adehesados** (*Quercus ilex* L.) caracterizados por una Fracción de Cabida Cubierta (FCC) entre 5% y 20%. La zona de estudio se delimitó en la parte oriental del Valle de Los Pedroches, Córdoba, incluyendo los municipios de Adamuz, Obejo, Pozoblanco, Villanueva de Córdoba y Villaviciosa de Córdoba. Se seleccionó esta área de 177,5 km² con el fin de asegurar una **diversidad topográfica** suficiente para investigar la influencia de las variables geomorfológicas locales (como pendiente, orientación, y altitud) en el desarrollo estructural de los árboles individuales. Cabe destacar que, si bien la acción humana (podas) y el ramoneo del ganado modelan las copas, el estudio se focaliza en detectar la influencia de estos factores ambientales locales subyacentes en el tamaño y forma de las copas.

Objetivos

Objetivo Principal

El objetivo principal del estudio se ha centrado en **analizar la influencia de variables geomorfológicas locales** (pendiente, orientación, concavidad, convexidad y altitud del terreno) como factores ambientales que pueden influir en la conformación estructural y desarrollo morfológico de las copas de encina.

Esto se realiza para determinar cómo dichas variables afectan el volumen y la superficie de las copas, y, de forma indirecta, la capacidad productiva de bellota del árbol individual.

Objetivos Secundarios

- **Proponer y validar una metodología** basada en datos LIDAR para obtener información masiva sobre el tamaño de las copas, lo cual es de alto interés para la gestión de las dehesas.
- **Contribuir al conocimiento científico** y proporcionar información valiosa para la gestión y conservación sostenible de los encinares mediterráneos.
- **Analizar la morfología de las copas** (relación entre la proyección horizontal, volumen y superficie envolvente) para mejorar las futuras estimaciones de la producción de bellota.



Metodología

Las técnicas y metodologías utilizadas se basaron en el procesamiento geoespacial avanzado, empleando el entorno de programación R y software QGIS. La acción se fundamentó en la descarga y tratamiento de datos LIDAR (vuelo de 2020 con densidad de 1,5 puntos/m²) y Modelos Digitales del Terreno (MDT de 2 m de resolución).

Los pasos clave incluyeron la **normalización de los datos LIDAR** restando la altura del MDT, y un filtrado para obtener una aproximación al "dosel de copas productor", **eliminando los puntos con alturas inferiores a 1,5 m** (aproximadamente el límite de ramoneo del ganado y matorrales). Para individualizar las copas, se transformaron los ráster a polígonos ("manchas"), seleccionando solo aquellas con superficie de proyección horizontal entre 10 y 100 m². A partir de estos polígonos, se estimaron las variables de interés: la superficie de proyección horizontal (*supf_m2*), el volumen (*vlmn_m3*), y la superficie envolvente fotosintetizadora (*spfc_m2*). Finalmente, se asociaron las variables geomorfológicas (pendiente, orientación, altitud, índices topográficos obtenidas del MDT a los centroides de cada copa).

Se realizó una depuración exhaustiva de datos, incluyendo la eliminación de valores extremos (*outliers*), y un análisis de correlación y PCA que reveló una **alta colinealidad** entre variables geomorfológicas, lo que aconsejó la **eliminación de índices redundantes** respecto a la pendiente (*pendint*).

Los condicionantes que se encontraron se clasifican como **sociales/ambientales**, ya que la forma de las copas de los árboles está fuertemente modelada por la acción humana (podas) y el ramoneo del ganado. También hubo condicionantes **metodológicos**, pues la morfología globosa y simpódica de la encina dificulta la segmentación de copas contiguas, a diferencia de otras especies forestales.

Los factores de **innovación y éxito** incluyen la **incorporación de la tercera dimensión de las copas** a gran escala usando LIDAR, y el uso de **modelos robustos de Machine Learning**, específicamente **Random Forest**, para manejar la falta de normalidad y homocedasticidad de los datos.

Los detalles sobre el plazo temporal exacto, el coste o la financiación directa no se especifican en las fuentes proporcionadas.



Resultados

Tras el proceso de depuración y análisis, se obtuvo una base de datos final robusta de **232.012 árboles/copas**. Las conclusiones del trabajo se dividen en metodológicas y de contenido.

Se ha podido constatar que el tamaño y la forma de las copas de las encinas muestran una **relación significativa con las características geomorfológicas locales**. El comportamiento de las copas es coherente con las condiciones ambientales del ámbito mediterráneo: el tamaño y la forma de las copas están **condicionados más por los factores hídricos que por los térmicos o lumínicos**.

Se observó que el tamaño de las copas resulta ser mayor en aquellas localizaciones micro topográficas que favorecen un **mejor aporte hídrico**: menor pendiente (*pendint*), orientaciones de umbría (*orintcn*) y mayores valores de acumulación de flujo (*FlowAccumTOT*). En estas condiciones favorables, no solo son mayores las dimensiones de proyección horizontal (tradicionalmente medidas), sino también su **dimensión vertical**, lo cual es crucial para la estimación de la superficie de copa productora.

Se propone una metodología LIDAR para la obtención de datos masivos de variables de interés para la gestión de las dehesas. Si bien los modelos lineales múltiples con errores robustos resultaron altamente significativos, su valor predictivo fue bajo (R^2 apenas superando el 10%). No obstante, al aplicar los **modelos de Random Forest (Machine Learning)**, la capacidad predictiva se incrementó sensiblemente, obteniendo valores de R^2 de hasta **0,347** para el volumen de copa (*vlmn_m3*). Este aumento en el valor predictivo permite obtener una mejor aproximación para la predicción de valores.

Los resultados contribuirán al conocimiento científico y proporcionarán información valiosa para la gestión y conservación. La metodología utiliza rangos de superficie de copa validados previamente en la literatura. Sin embargo, la **existencia de validación directa por parte del personal interesado, ganaderos/as o público usuario** no se menciona explícitamente en las fuentes [i].

Dado que los resultados son aún **preliminares y de carácter local**, se propone **incorporar esta metodología para mejorar las predicciones de cosecha**. Se recomienda **monitorizar** y ampliar la investigación a otras zonas de dehesa y correlacionar las superficies tridimensionales de las copas con la producción real de bellota, lo cual es el paso fundamental para una validación completa de las predicciones de cosecha.

Documentación Adjunta

1. Audiovisual.
2. PDF (Documentación técnica – científica, manuales, ROI, etc.)

Cuadro Resumen

Tipología

ACTUACIONES DE APROVECHAMIENTO

- Biomasa
- Pastos
- Micología
- Corcho
- Caza y Pesca
- Frutos

ACTUACIONES DE MEJORA

- Movilización de producto
- Mantenimiento y mejora de la biodiversidad
- Conectividad y paisaje
- Servicios ecosistémicos
- I + D + i

Ámbito

Relacionadas con la gestión forestal en sí misma.

Relacionadas con la gestión forestal y a la adaptación o mitigación al cambio climático.

Relacionadas con la mejora o conservación de la biodiversidad.

Ubicación

CA: Andalucía

PROVINCIA: Córdoba

MUNICIPIOS: Varios

Clasificación:

- No MUP

Fecha de implantación

2.023

Datos administrativos

Entidad promotora:

- ETSIAM. Universidad de Córdoba.
- Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Cazorla. Junta de Andalucía.

Responsable. Datos contacto:

- Cristina Rodríguez Pajares y Begoña Abellanas Oar.
- Dpto. Ingeniería Forestal. ETSIAM. Universidad de Córdoba.
- 689 057116
- ir1aboab@uco.es

Palabras clave:

- Montanera
- Predicción de bellota
- Monitorización
- Dimensionado de copas
- Identificación de patrones