

Tesis doctoral

**Análisis de la estructura de una población de Piruétano
(*Pyrus bourgaeana*) basado en técnicas
de teledetección y SIG****Autor:** Salvador Arenas Castro**Directores:** Prof. Dr. Juan Fernández Haeger y Prof. Dr. Diego Jordano Barbudo**Lugar:** Área de Ecología (Departamento de Botánica, Ecología y F. Vegetal).
Universidad de Córdoba (España).**Fecha:** Enero de 2012**Calificación:** Sobresaliente *Cum Laude***Disponible:** Tesis Doctorales UCO: <http://hdl.handle.net/10396/7832>**Teseo:** <https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=959202>

En la actualidad, la gestión del bosque mediterráneo está orientada a objetivos múltiples como la conservación de la biodiversidad, la protección de cuencas, la explotación de ganado en extensivo, de la caza, del corcho, la educación ambiental y las actividades de ocio en la naturaleza, entre otros. Realizar una gestión sostenible adecuada, que logre conciliar objetivos tan diversos, requiere un conocimiento sólido de la vegetación leñosa, la cual juega un papel crucial en la estructura y dinámica de este ecosistema. Sin embargo, se conoce muy poco acerca de la ecología de algunas especies leñosas que pueden jugar un importante papel trófico y funcional, tanto en el bosque mediterráneo, como en las dehesas. Un ejemplo paradigmático es el piruétano o peral silvestre (*Pyrus bourgaeana*, Decne.) presente en la mitad sur de la Península Ibérica y algunos enclaves del N de África. Este árbol caducifolio de pequeño tamaño (5-6 m), perteneciente a la subfamilia *Pomoideae* (Rosáceas), de copa amplia e irregular y frecuentes espinas, presenta un gran interés desde el punto de vista ecológico, ya que produce hojas palatables y abundantes frutos carnosos en verano, muy atractivos para diversas especies de mamíferos y de aves, cuando otros recur-

sos tróficos son muy escasos. El objetivo principal de la Tesis es investigar la abundancia y distribución espacial del piruétano a distintas escalas, aplicando herramientas de teledetección y SIG sobre imágenes de satélite y fotografías aéreas, con objeto de distinguir y mapear perales silvestres sobre grandes zonas de dehesa o matorral de difícil acceso. Además, se investigó la estructura de edades y de tamaños de los árboles, su patrón de crecimiento, la variabilidad interindividual y la debida a distintos manejos, la producción de frutos y semillas, así como el reclutamiento de nuevos individuos.

Según el mapa de distribución geográfica, resultante tras la aplicación de un modelo empírico predictivo, sugiere que *P. bourgaeana* se restringe al SW de la Península Ibérica, más concretamente a lo largo de toda Sierra Morena, tratándose prácticamente de un endemismo.

A una mayor escala de detalle, en un área de estudio representativa de Sierra Morena (Córdoba), con una extensión de 230 ha ocupadas por dehesa de encinas y por un olivar abandonado, se localizaron mediante un GPS *Garmin 60Cx* todos los individuos de *P. bourgaeana* (n=122; 0,6 árboles/ha), registrándose datos de

altura, diámetro de tronco y de copa, producción de frutos, etc., y se determinó su edad mediante el análisis de los anillos de crecimiento. En este sentido, la comparación entre los árboles de la zona de dehesa y de olivar abandonado, reportó diferencias significativas en el tamaño de los árboles y en la producción de frutos. También se encontraron notables diferencias en la estructura de edades de los árboles de las dos zonas, evidenciándose un colapso del reclutamiento en los últimos 20 años. Existen fuertes indicios de que este colapso ha sido causado por la intensificación del aprovechamiento agrícola y ganadero durante dicho periodo. Por otro lado, la regeneración natural de los piruétanos en el área de estudio, no parece limitada por la disponibilidad de semillas viables. Además, se investigó la estructura espacial de los árboles, que a distintas escalas presentan un claro patrón en agregados, así como su relación con los distintos manejos a los que han estado sometidas durante el último lustro.

Un análisis comparativo entre firmas espectrales, mediante la aplicación de dos modelos de espectroradiómetros diferentes (*GER2600* y *GER1500*) y en base a los datos registrados en conocidas bibliotecas espectrales (*ASTER*, *USGS*, *ESPECTRA*, entre otras), confirmó que éstas permiten discriminar piruétano del resto de especies acompañantes.

Se utilizaron dos imágenes del área de estudio obtenidas por el satélite *Quickbird*, correspondientes a verano de 2008 y a primavera de 2009, y un ortomosaico elaborado con imágenes aéreas obtenidas con el sensor *ADS40 (SH52-2nd Generation)*, con el objetivo de realizar una clasificación supervisada (*Maximum Likelihood*) dirigida a constatar a qué resolución espacial, espectral y temporal se pueden discriminar y mapear los perales silvestres, del resto de la vegetación acompañante en el área de estudio. Además, y para reducir el efecto sobre las imágenes, de la dispersión de la radiación electromagnética originada por parte de los gases y partículas en suspensión de la atmósfera, se realizó un estudio comparado de la eficacia de distintos métodos de corrección atmosférica (*Pixel Darkness Subtraction* y *Fast Line-of-Sight*

Atmospheric Analysis of Spectral Hypercube o *FLAASH*). A continuación, y con el fin de maximizar la resolución espacial y espectral de las imágenes *Quickbird* para su posterior análisis, y mejorar los resultados de la clasificación, se utilizaron distintos métodos de fusión de imágenes (*Pan-Sharpening*): Método de Transformación *Wavelet «à trous»*, algoritmo de Fusión Espectral *Color Normalizado (CN)*, Método Multiplicativo de *Gram-Schmidt (G-S)*, Método de transformación al espacio *IHS (Intensidad-Saturación-Brillo)*, Metodología de fusión de imágenes *Multidirección-Multiresolución (MDMR)* y Método de *Componentes Principales (CP)*.

Así, la imagen *Quickbird* de verano, sometida a la corrección atmosférica *FLAASH* y al método de fusión *IHS*, fue la que reportó unos valores de precisión global e índice *kappa* de 80,60% y 78,4%, respectivamente, consiguiendo discriminar los piruétanos con una probabilidad de más del 50%. Este valor es relevante, si se considera que se trata de árboles individuales de pequeño porte y copa difusa, entremezclados con encinas y matorrales. Este método podría facilitar la investigación de la abundancia y la estructura espacial de los piruétanos en una escala espacial mucho más amplia, en zonas diferentes, desconocidas o de difícil acceso, con el fin de desvelar si los valores de los índices de clasificación son similares.

A modo de conclusión, los resultados de esta tesis ponen de manifiesto que la excesiva presión de herbivoría, provocada por la ganadería en extensivo como principal aprovechamiento tradicional en Sierra Morena Occidental, ha modulado la estructura actual de la población de piruétanos en el área de estudio. No obstante, y teniendo en cuenta la actual situación de cambio global y la acelerada pérdida de diversidad biológica que está teniendo lugar en todo el mundo, la metodología aquí descrita, basada en el análisis de imágenes multiespectrales de alta resolución, podría facilitar la investigación de la abundancia y la estructura espacial de los piruétanos en una escala espacial mucho más amplia. Añadir al estudio imágenes de diferentes formatos, como las producidas por sensores hiperespectrales, así como nuevas técnicas de

identificación, podrían ayudar a ampliar el conjunto de datos de campo y de imágenes existentes, a escala regional. Esta metodología permitiría a los científicos dedicados a la conservación, explorar, describir y cuantificar el estatus y requerimientos ambientales de

determinadas especies leñosas, sobre zonas más amplias que las limitadas a sus parcelas de trabajo, a una escala de detalle más fina, con el fin de priorizar mejor los esfuerzos de conservación.