

---

**Doctorado en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales**  
**Universidad de Valladolid-INIA**

---

Tesis Doctoral

---

**Título: Efecto del cambio global sobre la especie dioica *Juniperus thurifera* en la Península Ibérica - Global change effect on the dioecious tree *Juniperus thurifera* in the Iberian Peninsula**

Autora: Lucía de Soto Suárez

Directores: José Miguel Olano Mendoza y Vicente Rozas Ortiz

Fecha de defensa: 07/05/2010

---

**Resumen:**

El cambio global que se está produciendo en nuestro planeta, ha suscitado la necesidad de obtener un mayor conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas naturales para poder así valorar los efectos de dicho cambio y predecir sus consecuencias futuras. Entre los agentes más importantes que intervienen en el cambio global es posible destacar el cambio climático y el cambio en los usos del suelo. Los ecosistemas mediterráneos continentales están sujetos a condiciones climáticas restrictivas para el crecimiento y la supervivencia de la vegetación, ya que los periodos óptimos de actividad se encuentran limitados por el frío invernal y la sequía estival, por lo que son especialmente vulnerables al cambio climático. Además, su larga historia de manejo humano hace que los recientes cambios en el uso del suelo, especialmente el abandono de la agricultura y ganadería tradicionales, supongan una importante modificación de la estructura de estos ecosistemas.

La sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) es una especie longeva, dioica y endémica del área continental del Mediterráneo Occidental. Está asociada a condiciones climáticas limitantes y a un sistema de manejo tradicional, por lo que es adecuada para estudiar los efectos de estos dos agentes de cambio global sobre su crecimiento y regeneración mediante dendrocronología, puesto que los árboles registran en su crecimiento radial los eventos del pasado. En esta Tesis Doctoral se estudia: (i) el efecto de la variación climática sobre el crecimiento radial en todo su rango de distribución ibérico, (ii) la respuesta de las características anatómicas de la madera a las condiciones climáticas, (iii) la variación estacional de los recursos acumulados en el xilema, y (iv) el efecto del abandono de la ganadería sobre la estructura y composición de los sabinares albares.

Las poblaciones ibéricas de *J. thurifera* se agruparon geográficamente, de acuerdo con la similitud de sus patrones de crecimiento, en tres regiones: Noroeste-Centro, Noreste y Sureste, las cuales se corresponden con un gradiente longitudinal de disminución de la precipitación, siendo las poblaciones orientales las que presentaron una mayor sensibilidad al clima. Todas las poblaciones presentaron una respuesta positiva a la precipitación de mayo-junio, aunque ésta fue detectada con anterioridad en las poblaciones más occidentales y más tarde en el noreste y sureste, como consecuencia de un incremento del estrés hídrico más temprano en el noroeste que en el sureste. Las características anatómicas de la madera también difirieron entre dos localidades, una del noreste más calido y seco, y otra del noroeste más frío y húmedo. En la localidad del noreste las traqueidas presentaron paredes más gruesas y lumen más pequeño, sugiriendo una adaptación al elevado riesgo de cavitación por la sequía estival. Por otro lado, también fue observado un diferente patrón intranual del tamaño de las traqueidas como respuesta a los cambios de disponibilidad hídrica, mucho más manifiesto en la población del noreste.

El contenido de recursos almacenados en el xilema de *J. thurifera* en el centro de su área de distribución, mostró una variación estacional en los carbohidratos no estructurales, pero no en fósforo y nitrógeno. La concentración de carbohidratos solubles fue máxima en invierno y verano, cuando el crecimiento radial no se encontraba activo, indicando que la fotosíntesis podría permanecer activa durante todo el año. Sin embargo, el máximo de carbohidratos no solubles ocurrió en primavera, probablemente como estrategia para afrontar los efectos adversos de sequías extremadamente duras. Las hembras almacenaron mayor cantidad de carbohidratos no solubles y menor de fósforo en ambientes más favorables, por lo que ambos sexos fueron capaces de ahorrar los recursos no utilizados en la reproducción durante los periodos no veceros.

La estructura actual monoespecífica de los sabinares albares puede ser consecuencia de limitaciones abióticas para el crecimiento de las otras especies y/o del manejo tradicional. Se estudió la dinámica del crecimiento y la regeneración, y la relación espacial entre las especies arbóreas existentes en una parcela de sabinar. *J. thurifera* se estableció en dos pulsos, en el último tercio del siglo XIX y en la segunda mitad del siglo XX; los pinos silvestres (*Pinus sylvestris*) y las encinas (*Quercus ilex*) iniciaron su establecimiento más tarde, a partir de la década de 1970. Los pulsos de reclutamiento fueron sincrónicos con descensos en la carga ganadera y, en el caso de *Q. ilex*, se observó un patrón espacial asociado a *J. thurifera*. Estos resultados, así como la relación negativa entre las tasas de crecimiento de *P. sylvestris* y *Q. ilex* con la cantidad de ganado, sugieren que el predominio de *J. thurifera* es debido al efecto de la

---

herbivoría y no tanto a las condiciones abióticas. Así, el descenso de la ganadería ha permitido el establecimiento de otras especies arbóreas en los sabinares albares, gracias a procesos de facilitación en los que *J. thurifera* actúa como planta nodriza.

A la luz de las aportaciones de esta Tesis Doctoral es previsible que las poblaciones ibéricas de *J. thurifera* sufran las consecuencias de la intensificación de la sequía estival relacionada con el calentamiento global. Sin embargo, el abandono de las prácticas ganaderas tradicionales, más que las tendencias climáticas, parece ser el elemento más determinante en la futura configuración de los sabinares albares, con una previsible reducción de la dominancia de *J. thurifera*.

### Abstract:

Further knowledge on the effects of global change on the natural systems is needed to assess the impact on its conservation and predict its evolution. Among the drivers involved in global change climate change and land use change are the most important. Continental Mediterranean ecosystems are subject to restrictive climatic conditions for growth and survival of vegetation, since the optimum periods of activity are limited by cold conditions in winter and summer droughts, so they are particularly vulnerable to climate change. Moreover, its long history of human management makes recent changes in land use, especially the abandonment of traditional practices, resulting in a significant change in the structure of these ecosystems.

Spanish juniper (*Juniperus thurifera* L.) is a long-lived, dioecious tree, endemic of continental areas in the western Mediterranean basin. This species is associated with limiting climatic conditions and traditional land use, so is suitable to study the effects of these two global change drivers on growth and regeneration by dendrochronology, since the tree radial growth records the past events. This thesis studies: (i) the effect of climate variability on radial growth across its Iberian range, (ii) the response of the wood anatomical characteristics to climatic conditions, (iii) the seasonal variation of the resources stored in the xylem, and (iv) the effect of livestock abandonment on the structure and composition of juniper woodlands.

Iberian *J. thurifera* populations were geographically grouped, according to the similarity of their growth patterns into three regions: North-Central, Northeast and Southeast, which correspond to a gradient of decreasing precipitation from west to east, being the eastern populations more sensitive to climate. All populations had a common positive response to May-June precipitation, although it was detected previously in Western populations and later in the northeast and southeast, which could be the result of an earlier water stress increase in the northwest than in the southeast. The wood anatomical characteristics also differed between two sites belonging to the warmer and drier north-eastern region and the colder and wetter north-western region. In the north-eastern site, tracheids had thicker walls and thinner lumen which could reflect a strategy to the increase of cavitation risk induced by summer drought. On the other hand, a different intrannual pattern of tracheid size in response to changes in water availability was also observed, which was much more evident in the north-eastern population.

The resources stored in the sapwood of *J. thurifera* in its range centre, showed a clear seasonal variation of non-structural carbohydrates, but a stationary content of phosphorus and nitrogen. The concentration of soluble carbohydrates was highest in winter and summer, when radial growth was not active, indicating that photosynthesis may remain active throughout the year. However, the maximum non-soluble carbohydrates occurred in spring, probably as a strategy for overcoming the adverse effects of extremely harsh drought. The females stored more insoluble carbohydrates and less phosphorus in the more favourable site; since during the study period was not masting events, both sexes were able to save unused resources in reproduction.

The current monospecific structure of juniper woodlands can be a result of abiotic constraints or a consequence of traditional uses. The dynamic of growth and regeneration, and the spatial relationship among tree coexisting species were studied in a juniper woodland plot. *J. thurifera* was established in two pulses, in the last third of the 19<sup>th</sup> century and in the second half of the 20<sup>th</sup> century; pines (*Pinus sylvestris*) and oaks (*Quercus ilex*) began setting from the 1970s. Recruitment pulses were synchronous with decreases in livestock rates and *Q. ilex* was spatial associated with *J. thurifera*. These results and the negative relationship between growth rates of *P. sylvestris* and *Q. ilex* with livestock abundance suggest that *J. thurifera* dominance is a consequence of the herbivory effect rather than of abiotic conditions. Thus, livestock abandonment has led to the establishment of other tree species in the juniper woodland, through facilitation processes in which *J. thurifera* acts as a nurse plant.

The main findings of this thesis highlight that Iberian populations of *J. thurifera* undergo the consequences of summer drought intensification related to global warming. However, the abandonment of traditional land uses, rather than climate trends, seems to be the most important driver on juniper woodland dynamics in the future, with expected reductions in the dominance of *J. thurifera*.