

## TITULO.

### CARACTERIZACIÓN BIOMÉTRICA DE LOS CANALES RESINÍFEROS Y RADIOS LEÑOSOS EN MADERA DE *Pinus pinaster* Ait.

## AUTOR.

T. LÁZARO SÁNCHEZ

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (Universidad de Valladolid)

Dpto. de Ingeniería Agrícola y Forestal

Avd. Madrid nº 57 (Edificio Yutera-Laboratorio Maderas)

(34071) PALENCIA

Correo electrónico: [maderas@iaf.uva.es](mailto:maderas@iaf.uva.es)

[josecp@princast.es](mailto:josecp@princast.es)

## RESUMEN.

Se seleccionaron cuatro procedencias correspondientes a las provincias de León, Burgos, Segovia y Asturias, de la especie *Pinus pinaster* Ait. y se tomaron muestras de madera a diferentes alturas y orientaciones del fuste.

En cada una de las muestras mediante análisis de imagen se obtuvieron las siguientes variables biométricas: área de los canales resiníferos y longitud y área de los radios leñosos.

Los resultados mostraron diferencias significativas a nivel de  $\alpha=0,05$  entre las procedencias objeto de estudio, aunque la mayor variabilidad se observó entre árboles de la misma procedencia. Cabe destacar que los canales resiníferos de mayor tamaño con un valor medio de  $47.681 \mu^2$  se forman en Segovia y los radios leñosos de mayor tamaño ( $2.630 \mu^2$ ) y longitud ( $173 \mu$ ) se encuentran en la madera procedente de León.

En cuanto a las muestras de madera recogidas en diferentes orientaciones del fuste, los canales resiníferos y radios leñosos son significativamente de menor tamaño y longitud en la cara oeste del mismo, respecto de las otras orientaciones.

Posteriormente en cada procedencia se encontraron diferencias significativas para la parte baja, media y alta del fuste, pero las pautas de variabilidad de los caracteres medidos, son diferentes en cada procedencia.

**PALABRAS CLAVE.** Estructura anatómica  
Biometría  
Madera  
*Pinus pinaster* Ait.  
Variabilidad

## SUMMARY.

For *Pinus pinaster* Ait. wood from four natural areas: Tabuyo del Monte in León, Oña in Burgos, Coca in Segovia and Luarca from Asturias had been take samples of different heights and compass direction in the tree stem.

With an analysis image equipment several biometrical measurements had been made about following anatomical elements: resin canals and woody rays.

The variation of some features (area and length) were analyzed using these factors: provenances, heights and orientation through the timber.

There were significant statistical differences in all of measured features. The highest variation was observed among provenances, its important to point out that the greatest resin canals occur in Segovia ( $47.681 \mu^2$ ) and the greatest ( $2.630 \mu^2$ ) and longest ( $173 \mu$ ) woody rays are in León provenance.

Also within the tree at different orientation of stem, the most variability happens at the west

side, there the resin canals and woody rays are significantly the smallest and shortest, but in the other sides there was essentially no difference with stem direction. In all provenance the resin canals and woody rays vary at differing heights in the tree. The usual trend is to have greater canals and rays at the base of the tree and shorter ones near the top.

## KEYWORDS.

Anatomical structure  
Biometry  
Wood  
*Pinus pinaster* Ait.  
Variability

## INTRODUCCIÓN.

La caracterización biométrica de una madera comprende el estudio morfológico y las magnitudes que alcanzan ciertos elementos estructurales como son las traqueidas, los canales resiníferos, los radios leñosos, células de parénquima, etc.

La densidad en la madera de coníferas ha sido siempre el parámetro más estudiado y ha servido en muchos casos para caracterizar tecnológicamente la madera, ya que presenta una acentuada correlación con la mayoría de las características físico-mecánicas. Pero no hay que olvidar que la densidad viene determinada por las características de ciertos elementos anatómicos como las traqueidas, células de parénquima, radios leñosos y por la variación que presentan las paredes celulares y lúmenes de estos elementos estructurales (Notivol & Pardos, 1992).

Los únicos datos encontrados sobre las magnitudes de algunas características microscópicas de la madera de *Pinus pinaster* Ait. relacionadas con este estudio corresponden a los radios leñosos uniseriados y fusiformes de 2 a 6 células con una altura de 500 micras y canales resiníferos de 200 a 350 micras de diámetro (Peraza, 1964).

Por otro lado, la variabilidad genética entre poblaciones de especies forestales tiene uno de sus mejores ejemplos en *Pinus pinaster* Ait. Su gran diversidad ecológica y el aislamiento entre masas se traduce en la existencia de razas geográficas con características genéticas y comportamientos diferentes (Alía *et al.*, 1996). Este amplio espectro ecológico junto con la apreciable variabilidad que presentan algunas propiedades como la densidad, entre procedencias, entre individuos y aún dentro del mismo árbol, hacen intuir en un principio, que este comportamiento se extienda también a nivel microestructural o anatómico.

Los factores ambientales que generan parte de esta variabilidad suelen coincidir con aquellos que también afectan al crecimiento de los árboles, como son la disponibilidad de agua, tipo de suelo, régimen de precipitaciones y temperaturas, etc. Así, por ejemplo los altos contenidos de humedad en el suelo están asociados con grandes diámetros de las traqueidas, sin afectar por ello al grosor de las paredes celulares en estudios realizados sobre madera de *Pinus taeda* L. (Zobel & van Buijtenen, 1989).

Otros estudios, constatan la importancia de la variabilidad existente dentro de cada árbol al estar asociada a las distintas alturas del mismo, a la formación radial de la madera desde la médula hasta la corteza y a las orientaciones del fuste. La importancia de esta variabilidad se refleja en estudios sobre *Picea abies* Karst. que muestran la existencia de diferencias significativas en cuanto a la densidad de la madera, obteniendo los mayores valores para la exposición “sur” del fuste y menores longitudes de fibras para la “norte” (Olesen, 1973). En cambio algunos investigadores (Stern, 1961) en sus estudios sobre *Picea abies* Karst. no considera de importancia las relaciones que puedan existir entre las propiedades de la madera y las distintas orientaciones.

El Objetivo de este trabajo es contribuir a un mejor conocimiento de la anatomía de la madera de *Pinus pinaster* Ait. y de la influencia que pueden ejercer sobre ella factores como la procedencia

del árbol, la altura del fuste y la orientación a la que se toman las muestras.

## MATERIAL Y METODOS.

Las muestras se eligieron en cuatro regiones de procedencia del *Pinus pinaster* Ait.: **Noroeste Costera** (Luarca, Asturias); **Sierra del Teleno** (Tabuyo del Montes, León); **Sierra de Oña** (Oña, Burgos) y **Meseta Castellana** (Coca, Segovia). Se seleccionaron al azar tres árboles por procedencia, teniendo en cuenta la representación de los caracteres medios de la masa y la ausencia de problemas en cuanto a la rectitud de sus fustes y daños causados por plagas e incendios.

De cada fuste se han obtenido tres rodajas de 5 cm a diferentes alturas, utilizando para ello la metodología descrita en la norma UNE 56.528 sobre “Características físico-mecánicas de la madera - Preparación de probetas para ensayos”, debido a la falta de una norma española que concrete la forma de recoger las muestras para los estudios biométricos.

En cada orientación, previamente marcada en cada una de las rodajas, se ha cortado un cubo de aproximadamente  $1\text{ cm}^3$ , para posteriormente con un microtomo de deslizamiento obtener muestras de unas veinte micras de espesor en el corte transversal y tangencial del cubo. Sobre el corte transversal de la madera se mide el área de los canales resiníferos seleccionados y en el tangencial la longitud y área de los radios leñosos, para lo cual se ha utilizado un analizador de imagen (Leica Q500IW). Se midieron 432 canales resiníferos y 900 radios leñosos en cada una de las procedencias.

Para el análisis estadístico se ha utilizado el programa SAS (Statistical Analysis system) y un análisis preliminar de los datos mediante gráficos de residuos muestra una elevada asimetría de los datos, por lo que se ha procedido a la transformación logarítmica de los mismos. Finalmente se realiza un análisis univariante de la varianza (ANOVA), para estudiar si la variabilidad de los elementos medidos puede ser explicada por los factores, que se han tenido en cuenta en este estudio, como son: la procedencia, altura y orientación del fuste.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A modo de resumen se muestra en las Tablas 1 y 2 los valores medios y coeficientes de variación (%), de los caracteres medidos en los canales resiníferos y en los radios leñosos, agrupados por procedencias, alturas y orientaciones.

**Tabla 1:** Características biométricas (media y coeficiente de variación, %) de canales resiníferos y radios leñosos en diferentes procedencias y orientaciones de *Pinus pinaster* Ait.

| ELEMENTO ANATÓMICO      | PROCEDENCIAS     |                  |                  |                  | ORIENTACIONES    |                  |                  |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                         | 1a               | 2                | 3                | 8                | N                | E                | S                | O                |
| <b>Canal Resinífero</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Área ( $\mu^2$ )        | 14.286<br>(31,8) | 36.143<br>(37,8) | 21.932<br>(34,6) | 47.681<br>(39,9) | 29.786<br>(60,7) | 31.332<br>(62,4) | 31.508<br>(53,5) | 27.414<br>(61,7) |
| <b>Radios leñosos</b>   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Área ( $\mu^2$ )        | 2.127<br>(46,9)  | 2.630<br>(80,9)  | 2.183<br>(41,1)  | 2.378<br>(56,8)  | 2.303<br>(60,7)  | 2.304<br>(65,4)  | 2.316<br>(62,6)  | 2.395<br>(57,2)  |
| Longitud ( $\mu$ )      | 156<br>(36,5)    | 173<br>(48,6)    | 160<br>(30,6)    | 158<br>(40,5)    | 162<br>(40,7)    | 161<br>(40,9)    | 158<br>(41,8)    | 166<br>(37,3)    |

Procedencias: **1a:** Noroeste Costera; **2:** Sierra del Teleno; **3:** Sierra de Oña y **8:** Meseta Castellana.

A todas las variables medidas y sometidas a un análisis de varianza, se les aplica el test de rango múltiple de Tukey-Kramer para la separación de medias, a fin de evaluar la influencia de la procedencia y la orientación. Ahora bien debido a que la interacción procedencia X orientación no ha

resultado significativa ( $P>0,05$ ) la interpretación de estos factores se realizará por separado.

### Canales Resiníferos

Del análisis de varianza se deduce que existen diferencias significativas entre las cuatro procedencias ( $P<0,0001$ ) en cuanto al tamaño de los canales resiníferos. Los de mayor tamaño (ver Tabla 1) se forman en la madera procedente de Segovia y los más pequeños pertenecen a la procedencia Noroeste Costera.

En cuanto a la influencia de las orientaciones existen diferencias escasamente significativas ( $P=0,0023$ ) y son debidas a que los canales resiníferos que se forman en el lado oeste del fuste son más pequeños ( $27.414 \mu^2$ ) que los que se forman en las orientaciones este y sur no existiendo diferencias con los que se forman en la cara norte.

### Radios leñosos

El tamaño de los radios leñosos presenta diferencias significativas entre todas las procedencias exceptuando el caso entre Sierra de Oña y la zona Noroeste Costera, procedencia ésta última donde se forman los radios leñosos más pequeños en contraposición con los de mayor tamaño que se encuentran en la madera recogida en la Sierra del Teleno. La longitud media de los radios leñosos formados en la madera procedente de León ( $173 \mu$ ) es significativamente mayor que en el resto de las procedencias, que por otra parte no difieren entre sí.

Por otro lado tanto el área como la longitud de los radios leñosos no difieren significativamente ( $P=0,467$  y  $P=0,108$ ) respecto de las orientaciones del fuste o sea que ésta variable no influye en la morfología de estos elementos.

La interacción procedencia x altura resulta significativa ( $P<0,05$ ), así que la interpretación de los factores viene condicionada por esta interacción, por tanto los canales resiníferos y los radios leñosos que se forman en cada una de las procedencias van a ser diferentes en función de la altura a la que se tomaron las muestras.

**Tabla 2:** Características biométricas (media y coeficiente de variación, %) de canales resiníferos y radios leñosos a distintas alturas dentro de cada procedencia.

| PROCEDENCIA       | ALTURA FUSTE | CANAL RESINÍFERO | RADIOS LEÑOSOS   |                    |
|-------------------|--------------|------------------|------------------|--------------------|
|                   |              | Área ( $\mu^2$ ) | Área ( $\mu^2$ ) | Longitud ( $\mu$ ) |
| Noroeste Costera  | 1            | 16.444 (29,5)    | 2.323(41,9)      | 160(33,1)          |
|                   | 2            | 13.518 (33,6)    | 2.150(46,9)      | 159(37,1)          |
|                   | 3            | 12.896 (25,4)    | 1.907(50,7)      | 149(40,3)          |
| Sierra del Teleno | 1            | 38.878 (41,1)    | 2.552(84,3)      | 172(50)            |
|                   | 2            | 37.714 (30,9)    | 2.476(79,8)      | 166(48,2)          |
|                   | 3            | 31.835 (37,4)    | 2.862(78,1)      | 181(48,1)          |
| Sierra de Oña     | 1            | 23.607 (23,9)    | 2.101(42,4)      | 155(29,7)          |
|                   | 2            | 22.523 (33,3)    | 2.271(38,8)      | 163(28,8)          |
|                   | 3            | 19.664 (44,6)    | 2.177(42,17)     | 161(32,3)          |
| Meseta Castellana | 1            | 51.558 (35,4)    | 2.452(55,4)      | 161(43,5)          |
|                   | 2            | 49.880 (35,8)    | 2.362(58,8)      | 155(40)            |
|                   | 3            | 41.605 (47,1)    | 2.321(56,4)      | 159(37,7)          |

Alturas: 1: zona basal del fuste; 2: zona media y 3: zona superior

En las procedencias Sierra del Teleno, Sierra de Oña y Meseta Castellana los canales que se forman en la parte alta del fuste (3) son significativamente más pequeños que en el resto de las alturas, lo que quiere decir que los formados en la parte basal y media del fuste no presentan diferencias significativas. Se observa con claridad en la Tabla 2 que según vamos subiendo en altura el tamaño de los canales va disminuyendo. En cambio en la procedencia Noroeste Costera el

comportamiento es diferente, ya que los canales que se forman en la parte basal (1) son significativamente más grandes que los que se forman en la zona media y superior del fuste que no difieren entre sí.

Las magnitudes medidas sobre los radios leñosos tan sólo presentan diferencias en función de la altura en la procedencia Noroeste Costera, aquellos que se forman en la parte superior (3) son significativamente más pequeños y más cortos que en el resto del fuste.

## CONCLUSIONES.

Los canales resiníferos presentan una enorme variabilidad (F-ratio= 661,6) entre las procedencias estudiadas, en cambio los radios leñosos son elementos mucho menos variables, ya que procedencias como la Noroeste Costera y Sierra de Oña no difieren entre sí. Cabe destacar que el tamaño de los canales resiníferos que se forman en la madera procedente de la Meseta Castellana triplica a los medidos en la procedencia Noroeste Costera. Los radios leñosos si bien presentan diferencias son bastante pequeñas entre procedencias y los más pequeños y cortos se forman en la madera recogida en la zona Noroeste Costero.

Por otro lado el factor orientación (F-ratio= 10,8) también es responsable de la variabilidad de los canales pero en menor medida que el factor procedencia y la morfología (área y longitud) de los radios leñosos no se ve afectada por la orientación del fuste a la que se forman.

La altura a la que se tomaron las muestras en cada una de las procedencias, es un factor que influye algo más que la orientación en la variabilidad (F-ratio=39,9) de los canales resiníferos. La pauta general en el comportamiento de éstos es un incremento en su tamaño según ascendemos a lo largo del fuste. Por otro lado los radios leñosos no se ven afectados por el factor altura, exceptuando aquellos que se forman en la procedencia Noroeste Costera ya que los que se forman en la parte alta del fuste son radios significativamente más pequeños y cortos.

## AGRADECIMIENTOS.

A Luis Acuña Rello, profesor titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias en Palencia, por su apoyo técnico. Este trabajo ha sido realizado en el Laboratorio de Maderas de esta misma escuela.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALÍA, R. MARTÍN, S. DE MIGUEL, J. GALERA, R. AGÚNDEZ, D. GORDO, J. SALVADOR, L. CATALAN, G. GIL, L.; (1996) *Las regiones de procedencia de Pinus pinaster Ait.* ICONA Madrid
- NOTIVOL, E. GIL, L. A. PARDOS, J. A.; (1992). *Una metodología para la estimación de la densidad de la madera de árboles en pie y de su grado de variabilidad en Pinus pinaster Ait* Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales. M.A.P.A. Madrid (vol. 1 pag. 41)
- OLESEN, P.O.; (1973) *The influence of the compass direction on the basic density of Norway spruce and its importance for sampling for estimating the genetic value of plus trees* Forest tree improvement 6 Denmark (58 pp)
- PERAZA, C.; (1964). *Estudio de las maderas de coníferas Españolas y de la zona norte de Marruecos* IFIE Madrid

STERN, K.; (1961) *Einfluss der Himmelsrichtung auf die Verteilung der Raumdichte des Holzes in Fichtenbeständen* Holzforschung Deutschland 17 (6-12)

ZOBEL, B. VAN BUIJTENEN, J.P.; (1989) *Wood variation. Its causes and control* T.E. Timell  
Texas USA