

# **EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA HUMEDAD DE EQUILIBRIO EN MADERA DE *Pinus radiata* D.Don.** Peter Niemz y H. Poblete W., Fac. Cs. Forestales. I. Tecnología Prod. Forestales. U. Austral de Chile. Casilla 567-Valdivia.

## **RESUMEN**

*Se trataron probetas de madera de **Pinus radiata** D.Don (pino insigne) a diferentes temperaturas, entre 20° C y 200 °C. Estas probetas se climatizaron a 20 °C y con diferentes humedades relativas del aire, entre 40 % y 95 %.*

*Los resultados demuestran que existe una clara influencia del tratamiento térmico reduciendo la humedad de equilibrio de la madera. Al tratar la madera con 200 °C y 95% de humedad relativa se produce una diferencia en la humedad de equilibrio de 12 % con respecto al testigo.*

**Palabras clave:** *Pinus radiata* D.Don, Humedad de Equilibrio, Tratamientos Térmicos.

## **ABSTRACT**

*Solid wood test pieces of **Pinus radiata** D.Don were treated at different temperatures between 20 °C and 200 °C. After temperature treatments the test pieces were climatized at a temperature of 20 °C with relative humidities between 40 % and 95 %.*

*A notorius effect of temperature reducing equilibrium moisture content was registered. A difference of 12 % on equilibrium moisture content between wood treated at 200 °C and at 20 °C was detected.*

**Keywords:** *Pinus radiata* D.Don., Equilibrium Moisture, Thermal Treatments.

## INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los procesos de transformación de la madera se considera un tratamiento térmico de esta. La intensidad de este tratamiento depende del proceso, por ejemplo en el secado de madera aserrada se puede llegar hasta temperaturas de 120 °C, en el secado de partículas para tableros se trabaja con temperaturas entre 400 y 700 °C, en desfibrado para tableros de fibras se llega hasta 280 °C y en el prensado de los tableros se aplican temperaturas que varían entre 120 y 250 °C.

Al tratar la madera con temperaturas mayores a 20 °C se afecta la constitución química y la estructura anatómica de la madera (Fengel, 1966 a, b; 1967). Se alteran también las propiedades físicas y mecánicas. Cabe mencionar que se ha determinado que al tratar la madera a 100 °C se reduce la capacidad de adsorber y retener agua (Poblete, 1984). Lo anterior indica que la humedad de equilibrio de la madera se ve afectada al someterla a temperaturas elevadas.

La estabilidad dimensional de la madera y de sus productos depende de las variaciones que tenga la humedad relativa del aire en que se encuentre el producto. Lo anterior se debe a los cambios que se provocan en la humedad de equilibrio.

Conocer el comportamiento de las maderas y de sus productos ante los cambios producidos por un tratamiento térmico y por los cambios de la humedad de equilibrio son el objetivo principal de un estudio que incluye madera sólida, tableros de partículas y de fibras.

Los resultados que se presentan en este trabajo corresponden a un avance de este estudio y se presentan las determinaciones de la variación que sufre la humedad de equilibrio al tratar la madera a diferentes temperaturas.

## MÉTODO

Para el ensayo se emplearon probetas de madera sólida de *Pinus radiata* D. Don (pino insigné) de dimensiones 20 mm \* 20 mm \* 400 mm. Estas probetas se trataron inicialmente de acuerdo con las condiciones expuestas en el Cuadro Nº 1. El número de probetas fue 20 por tratamiento, en total 120 probetas.

**Cuadro N° 1.**  
**TRATAMIENTOS CON TEMPERATURA.**

Tratamiento N°	Ambiente	Tiempo (h)	Temperatura (°C)
1	Aire	240	20
2	Agua	24	100
3	Aire	24	100
4	Aire	24	150
5	Aire	24	170
6	Aire	24	200

El tratamiento 1 equivale a un testigo, donde la madera fue secada al aire con temperatura ambiente (20 °C controlados). El tratamiento 2 se aplicó para conocer el efecto de una extracción en agua caliente y de una plastificación de la pared celular. Los tratamientos 3 a 6 se llevaron a cabo en estufa con control de la temperatura.

Una vez tratadas las probetas, se llevaron a una cámara de clima marca HERAEUS, donde se climatizaron a 20 °C con humedades relativas de 40 %, 55 %, 70 %, 85 % y 95 %. Las probetas se mantuvieron en las condiciones indicadas hasta registrar peso constante.

Cuando finalizó el climatizado (obtención de peso constante), se registró el peso de las probetas y se reguló la cámara para aumentar la humedad relativa al nivel superior siguiente. Luego de efectuado el climatizado con la humedad mas alta (95 %) las probetas se llevaron a estado anhidro en estufa a 103 °C. Conociendo los pesos a los distintos climas y el peso seco, se calculó la humedad de equilibrio de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$H_e = \frac{P_a - P_0}{P_0}$$

Donde:

$H_e$  : Humedad de equilibrio

$P_a$  : Peso con humedad relativa "a"

$P_0$  : Peso anhidro

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los ensayos se presentan en la Figura N° 1. En general se observa un aumento de la humedad de equilibrio al aumentar la humedad relativa del aire. Estos incrementos se ordenan de acuerdo con los tratamientos térmicos, dando origen a una familia de curvas donde, en forma independiente de la humedad relativa, al aumentar la temperatura del tratamiento disminuye la humedad de equilibrio.

El tratamiento 1 (Cuadro Nº1) corresponde al testigo, madera que se climatizó en condiciones ambientales a 20 °C. En este caso la curva que se desarrolla representa el comportamiento normal de la madera de pino insigne. Se observa en la Figura Nº1 que la humedad de equilibrio de estas muestras, testigos, aumenta su valor en 14 puntos al incrementarse la humedad relativa de 40 % a 95 %. La humedad de equilibrio inicial, 10,54 %, corresponde a lo normalmente registrado con esta especie en las condiciones planteadas (40 % humedad relativa. y 20 °C).

Al tratar la madera en agua a 100 °C por 24 horas se provoca una extracción de parte de los componentes secundarios y una destrucción parcial de las hemicelulosas y de la celulosa (Fengel, 1966 a, 1967). Con este tratamiento se produce un aumento de la capacidad de la madera para adsorber agua del medio ambiente y la curva de humedad de equilibrio (Figura Nº 1) se desplaza, obteniéndose una humedad inicial de 12,53 % con 40 % humedad relativa y un incremento del 12 % al aumentar a 95 % humedad relativa.

Con los tratamientos 3 a 6 (Cuadro Nº 1) se produce una alteración de la capacidad de adsorción que está directamente relacionada con la temperatura usada. Esta alteración determina que a mayor temperatura de tratamiento se obtiene una humedad de equilibrio menor, lo cual se registra en todas las condiciones climáticas aplicadas. Al tratar la madera con 200 °C se reduce la humedad de equilibrio inicial, con 40 % humedad relativa, de 10,54 % a 3,47 %. Con el clima más húmedo (95 % humedad relativa) esta diferencia aumenta. Lo anterior significa que al tratar la madera con altas temperaturas se lograría una mayor estabilidad dimensional de la madera y de los productos por obtener con ella.

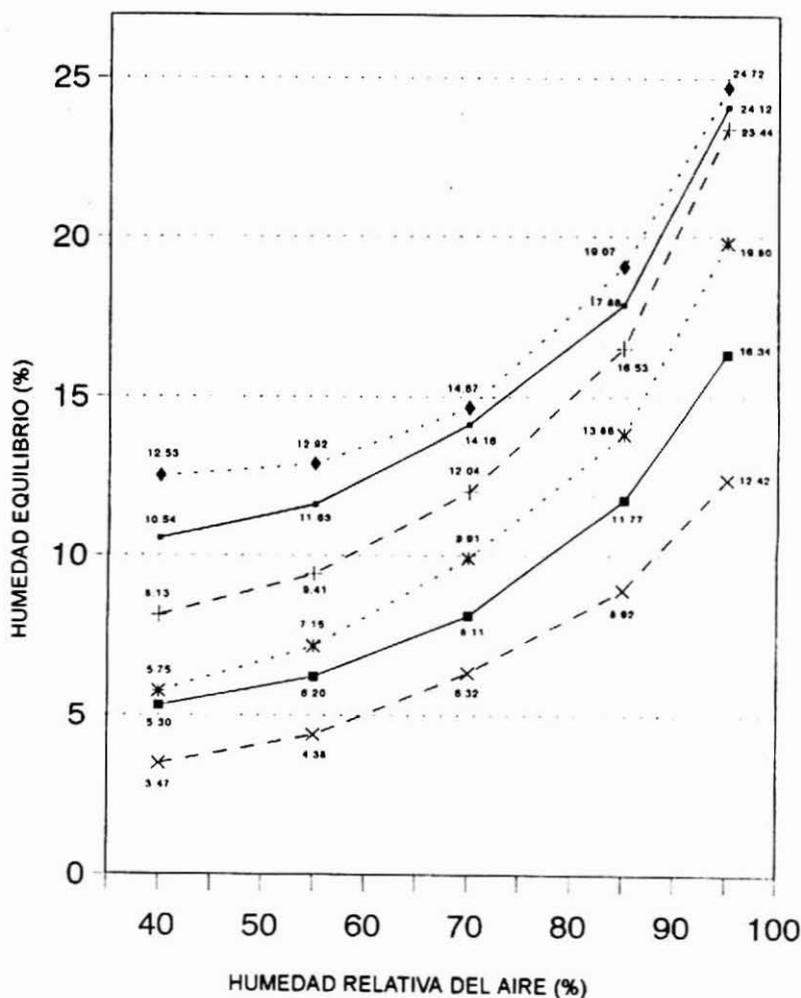


Figura N° 1. HUMEDAD DE EQUILIBRIO A DIFERENTES HUMEDADES RELATIVAS EN MUESTRAS CON DIFERENTES TRATAMIENTOS TÉRMICOS.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Fengel, D., 1966 a.** Über die Veränderungen des Holzes und seiner Komponenten im Temperaturbereich bis 200 °C. 2 Mitt.: Die Hemicellulosen in unbehandeltem und in thermisch behandeltem Fichtenholz. Holz als Roh- und Werkstoff 24:89-109.

**Fengel, D., 1966 b.** Über die Veränderungen des Holzes und seiner Komponenten im Temperaturbereich bis 200 °C. 3 Mitt.: Thermisch und mechanisch bedingte Strukturveränderungen bei Fichtenholz. Holz als Roh- und Werkstoff 24:529-536.

**Fengel, D., 1967.** Über die Veränderungen des Holzes und seiner Komponenten im Temperaturbereich bis 200 °C. 4 Mitt.: Das Verhalten der Cellulose in Fichtenholz bei thermischen Behandlung. Holz als Roh- und Werkstoff 25:102-111.

**Poblete, H., 1984.** Veränderungen in Holzspänen während der Trocknung und des Pressens zu Holzspanplatten. Diss. para optar a Doctorado. U. de Göttingen. 157 p.