

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 INFLUENCIA DEL PESO ESPECÍFICO SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA MADERA

El siguiente análisis muestra como la madera se ve afectada por su peso específico; Parker (16) manifiesta que existen numerosos factores que influyen en la resistencia de la madera, siendo los más importantes; el peso específico, los defectos naturales y su contenido de humedad.

La resistencia de la madera tiene una relación directamente proporcional con el peso específico (9); es decir que al aumentar el peso específico aumenta la resistencia.

Es conveniente analizar que madera de pino proveniente de las puntas de árboles viejos tienen baja densidad, pero ésta es más alta que aquella de las puntas de árboles jóvenes según afirma Zobel (25).

Se sabe que la facilidad con la cual se puede trabajar la madera con herramientas manuales generalmente varía con el peso específico; mientras más bajo es el peso específico, más fácil se puede cortar ó aserrar la madera (9)

Rasmussen (18) informa que ésta propiedad física de la madera es una guía para determinar la facilidad del secado. En general a mayor peso específico de una madera, más lenta es su tasa de secado y mayor es la predisposición a desarrollar defectos de secado.

Existen pocos estudios sobre este tema específico y quizás el más importante de ellos es el estudio realizado por Kukachka (10), quien presenta en forma tabulada las propiedades físico mecánicas básicas de las más importantes maderas tropicales importadas a los EE.UU. y entre las cuales incluye el Pinus ocarpa de procedencia hondureña, del cual se hizo un ensayo general tomando 3 árboles de muestra.

La gravedad específica\* fue determinada bajo dos condiciones: condición verde (41% de contenido de humedad) y condición climatizada (12% de contenido de humedad) y para ambos casos resultó ser de 0.55 \*\*

Por otra parte Ferreira (4) en un estudio sobre la variación de la densidad de la madera de Pinus oocarpa, P. caribaea, P. khasya y el P. elliptii, encontró que el P. oocarpa tuvo la más alta densidad promedio y que la densidad aumentó desde el centro hacia la corteza.

Fuera de dichos estudios, los demás se refieren a trabajos realizados con coníferas entre las cuales se encuentran varias especies de Pinos.

Se sabe que la densidad del material que forma las paredes celulares es aproximadamente igual a  $1.54 \text{ gr/cm}^3$  para todas las maderas, con variaciones insignificantes entre especie y especie (9). La densidad de todas las especies sería por lo tanto la misma, si no fuera por la variación de la cantidad y arreglo de la superficie porosa dentro de la madera. (6)

El peso específico no sólo varía de especie a especie, sino que también de árbol a árbol dentro de la misma especie y aún en piezas de un mismo árbol. (9)

## 2.2 RELACIONES ENTRE LA ALTURA Y EL PESO ESPECÍFICO

Según Panshin (15), la tendencia a la variación del peso específico a lo largo del eje desde la base del árbol hasta la copa en el género Pinus se comporta de acuerdo a tres patrones así:

1. decrece uniformemente

---

\* basada en su peso seco al horno y su volumen verde

\*\* para mayor información al respecto consultar: Wood Handbook (20)

2. decrece en la parte baja del tronco y aumenta en la parte alta del mismo.
3. aumenta en el tallo desde la parte baja hasta la parte alta en un modelo no uniforme.

Posteriormente concluye, así como la mayoría de los investigadores y autores consultados ( 1, 12, 14, 21, 22 ) que la densidad para la mayoría de las coníferas decrece con la altura en el árbol, siendo ésta la tendencia más comúnmente observada.

Johanstone (7) en un trabajo con 35 árboles estudiando varias variables encontró que la gravedad específica y el contenido de humedad del árbol fueron los parámetros más cercanamente correlacionados con la altura sobre el suelo.

La gravedad específica disminuyó y el contenido de humedad aumentó con el aumento de altura en el árbol; así mismo el contenido de humedad disminuyó y la gravedad específica aumentó con un incremento en la edad media de la sección (disco de muestra).

A una conclusión similar llega Paz (17) en un estudio sobre el Pinus radiata en Chile.

Yao (24) en un estudio de Pinus taeda considerando varias variables manifiesta que todas las propiedades (gravedad específica promedio, gravedad específica de la madera temprana y tardía, además el % de la madera tardía a la altura del pecho y a 30%, 50%, 70% de la altura total) mostraron más variación en el rango entre la altura de pecho y el 30% de la altura total del árbol, que entre los niveles por encima del 30% de la altura.

Sin embargo el modelo de disminución de la densidad con respecto a la altura del árbol no es siempre válido para todas las especies como lo demuestra Okkoman (14) quien estudio las relaciones de la gravedad específica con la altura en el árbol en 28 especies de coníferas dentro de las cuales estaban las siguientes especies de pinos: P. ponderosa, P. taeda, P. palustris y P. elliotii.

Okkoman manifiesta que en 17 especies, la gravedad específica disminuyó con la altura del árbol; en 5 especies aumentó con la altura en el árbol. En 3 especies la gravedad específica inicialmente disminuyó con un aumento en la altura, pero fue seguido por un aumento en la gravedad específica a medida que aumentó la altura en el árbol. En 3 especies no hubo cambio significativo.

### 2.3 VARIACION TRANSVERSAL DEL PESO ESPECIFICO EN EL ARBOL

Hasta aquí se ha considerado la variación del peso específico con respecto a la altura. Ahora se verá como se comporta en la dirección radial.

Kollman y Coté (9) expresan que las variaciones en densidad a través de una sección transversal de un tallo son menos pronunciadas que las que se encuentran en cuanto a la altura se refiere y están más afectadas por el ancho de los anillos de crecimiento o por el porcentaje de madera desarrollada en la época de lluvias.

Hay una variación de densidad entre árboles y los anillos de acuerdo al trabajo realizado por Burley (2) con el Pinus occidentalis (procedente de Cuba) y en el cual afirma que: "el patrón de variación desde la médula hasta la corteza varía con los árboles".

Cuth (5) en su trabajo con P. elliotii encontró que: la gravedad específica, el porcentaje de madera tardía y la longitud y diámetro de las traqueidas aumentaron desde la médula hacia la corteza, excepto el diámetro de las traqueidas, aunque la gravedad específica y el porcentaje de la madera tardía varió grandemente dentro de los árboles.

Sin embargo, Kolman (9) manifiesta que se pueden dar algunas reglas generales, por ejemplo en árboles de abeto (Spruce) la madera de más baja densidad se produce siempre en la parte más cercana a la médula del árbol en donde generalmente se forman los anillos de crecimiento más anchos. La densidad más alta se produce en la albura con anillos de crecimiento estrechos.

En Pinos la densidad aumenta hacia afuera desde el centro del árbol y alcanza un máximo a una mayor edad correlacionado con un ancho óptimo de los anillos de crecimiento; posteriormente con la formación de anillos de crecimiento menos estrechos la densidad disminuye. (8, 9, 21 )