

ESTIMACION DE LA APTITUD DE USO DE LA MADERA DE BALSÓ (*Ochroma pyramidale*) PARA MAQUETERÍA, A PARTIR DE CLASES DIAMÉTRICAS

■ Rosso Franz*, Ninin Pablo, Sandoval Judith

RESUMEN

Es una especie de amplia distribución en Venezuela. Sus incrementos medios de altura son de 1,5 m/año, con turnos de aprovechamiento de 4 y 6 años, además es determinante en la formación de vegetación secundaria. Su madera es de las más blandas y livianas. Tiene importancia económica en el mercado internacional, sus usos son específicos y relacionados con sus características intrínsecas. Actualmente en el mercado nacional el precio más alto se encuentra en la maquetería (aprox. 2.100 \$/m³). El objetivo de la presente investigación fue determinar la aptitud de uso de la madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) para maquetería, a partir de clases diamétricas. Para ello se determinó el volumen de madera aserrada apto para el uso en estudio, a partir de una amplia distribución diamétrica de trozas muestra. La variable que determina la aptitud de uso es el color, utilizándose para ello la Tabla Munsell para suelos y la identificación del color en el mercado. El volumen aserrado se estimó en estado verde y seco al aire, sin aplicar antimanchas. El mayor volumen con aptitud de uso fue obtenido en las menores categorías diamétricas (8 cm hasta 16 cm), donde no hubo variación desde la condición seca al aire con respecto a la condición verde. Sin embargo, en las categorías diamétricas superiores (16 cm hasta 28 cm) el volumen no apto para el uso (color no comercial) sufrió un incremento que supera el volumen de aptitud de uso al pasar de la condición verde a la seca. La madera fue afectada por el diámetro de troza para la aptitud de uso en estudio y es evidente la necesidad de investigar sobre sustancias antimancha para incrementar los volúmenes para la maquetería.

Palabras Claves: *Ochroma pyramidale*, categoría diamétrica, madera, maquetería, color.

Introducción

El balsa se distribuye en la zona tropical del país hasta los 700 o más m.s.n.m, encontrándose en los estados Anzoátegui, Distrito Capital, Aragua, Apure, Barinas, Mérida (IFLA, 1985).

Es la madera comercial mas blanda y liviana de las ya estudiadas hasta ahora, con una densidad que está entre 0,10 a 0,6 gr/cm³ cuando seca al aire (Belandria, 1980), con buenas propiedades de aislante acústico y térmico, y una elevada resistencia mecánica específica. Las propiedades mecánicas del balsa son bastantes bajas: En general, la densidad y la resistencia de ésta madera son mucho menores que los valores determinados para otras maderas livianas; no obstante, para su peso, puede decirse que es madera fuerte (Belandria, 1980). Actualmente en el mercado nacional el precio más alto se encuentra en la maquetería (aprox. 2.100 \$/m³ y puede alcanzar hasta los 18.000\$/m³).

Generalmente desde el punto de vista del silvicultor a mayor volumen en pie mayor es su valor comercial, en este caso no lo es, "es conveniente determinar cual es el valor óptimo de diámetro máximo de corta para disponer de materia prima para la maquetería " Estudios efectuados en Ecuador han permitido llegar a la conclusión de que a partir de los 8 años el árbol empieza a formar madera de un color ligeramente

* fmrosso@ula.ve, ninin@ula.ve.

rosado, la cual no se acepta en los mercados y que a partir de los 10 años la madera que se forma en las capas externas es bastante dura para los propósitos industriales para los cuales se utiliza (AGROSOFOT, 2003).

La muestra para el presente estudio fue obtenida del Caserío "Soco" que se encuentra cercano a la población de Barrancas, Estado Barinas.

El principal objetivo de la presente investigación es determinar el volumen relativo de madera aserrada por categoría diamétrica con aptitud de uso para maquetería, partiendo de la estimación del volumen rollizo, volumen aserrado, utilizando la expresión de rendimiento porcentual y la cantidad relativa de madera con o sin aptitud de uso tomando como valor base el volumen aserrado por categoría diamétrica.

La variable que se utilizó para determinar la aptitud de uso es el color, debido a que se constituye en la característica que primero busca el consumidor y además por que su color se correlaciona con la facilidad de ser cortado y la calidad de superficie. En consecuencia, para tener una referencia standard internacional de las tonalidades se utilizó para la identificación del color en el mercado la Tabla Munsell para suelos y su posterior comparación con la madera aserrada obtenida de la muestra.

La madera proveniente de trozas con diámetros inferiores a 22,00cm resultaron con la mayor cantidad relativa o porcentual de madera con aptitud de uso para la maquetería, pero al mismo tiempo estas trozas presentaron características geométricas que implican los menores rendimientos de materia prima troza. Por otra parte, las trozas con diámetros superiores a 22,00cm resultaron con la menor cantidad relativa o porcentual de madera aserrada con aptitud de uso, las cuales a su vez presentaron los mayores rendimientos de materia prima debido a que resultaron con características geométricas más aceptables que las categorías diamétricas inferiores.

La madera fue afectada por el diámetro de troza para la aptitud de uso en estudio y es evidente la necesidad de investigar sobre sustancias antimancha para incrementar los volúmenes con aptitud de uso para la maquetería.

Antecedentes.

La especie balsa pertenece a la familia Bombacaceae, su nombre científico es *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urbn. y su nombre común y comercial es Balsa. Árbol de dimensiones medianas, con copa abierta y pocas ramas gruesas y extendidas. Corteza lisa, color gris rosado. En árboles con troncos gruesos se observan aletones.

Alcanza alturas de 15 metros y fustes de 8-10 m con diámetros de 45-50 cm en la base. A los 6-10 años alcanza dimensiones comercialmente explotables (IFLA, 1985). Sin embargo, se debe tomar en cuenta de que la madera es más ligera cuando los árboles tienen de 4 a 6 años de edad, a la cual se deben talar, ya que a los 10 años es más densa y pierde su valor comercial (AGROSOFOT, 2003). Estudios efectuados en Ecuador han permitido llegar a la conclusión de que a partir de los 8 años el árbol empieza a formar madera de un color ligeramente rosado, la cual no se acepta en los mercados y que a partir de los 10 años la madera que se forma en las capas externas es bastante dura para los propósitos industriales para los cuales se utiliza (AGROSOFOT, 2003).

La propagación se produce por semillas (propagación sexual), no es necesario tratamiento de la semilla, sin embargo se obtienen mejores resultados sumergiéndolas en agua hirviendo durante 10 minutos (SEFORVEN. 1992). El método de plantación es de plantas de cepellón bola de tierra (de acuerdo a pruebas progenie), requiere de plena luz para su desarrollo (árbol heliófilo), necesita preferiblemente suelos fértiles, profundos, de textura media y bien drenados. El distanciamiento en ensayos de progenie se ha utilizado 2,5 m x 3,0 m (1333 árb/ha) y en plantaciones pilotos distanciamientos de 2, m x 3,0 m (1235 árb/ha) (AGROSOFOT, 2003). La experiencia

en ensayos de progenie con esta especie reportan incrementos medios anuales en altura de 1,5m, con un turno de aprovechamiento entre los 6-4 años, ya que la mejor madera se obtiene de árboles es estas edades. Es atacado por insectos durante su crecimiento en los bosques y su madera es susceptible al ataque de barrenadores y taladradores(SEFORVEN. 1992).

La madera consiste mayormente de albura, la cual es blancuzca a color de avena, algunas veces con un matiz amarillamiento o rosado. Tiene poca o ninguna diferencia entre albura y duramen.(IFLA, 1985). La madera comercial, compuesta casi en su totalidad de albura, varía de blanquecina hasta grisácea muy clara, con poca diferencia entre la albura y el duramen, y puede presentar un veteado rosáceo (AGROSOFOT, 2003). El duramen del balsa es de color marrón claro o marrón rojizo, y la albura, que provee la mayor parte de la madera comercial, es de color blanco a moreno claro (AGROSOFOT, 2003). En general, la densidad y la resistencia de ésta madera son mucho menores que los valores determinados para otras maderas livianas; no obstante, para su peso, puede decirse que es madera fuerte (Belandria,1980)

Desde la perspectiva del desarrollo de proyectos de plantación, esta especie resulta interesante por el hecho de ser pionera en la formación de la vegetación secundaria, y además se estima que presenta excelentes retornos económicos, por el hecho de presentar incrementos medios anuales de altura de hasta 1,5m y un turno de aprovechamiento entre los 4 y 6 años (Rondón, 1985) para el uso de maquetería.

Desde la perspectiva tecnológica de productos forestales la madera tiene gran importancia económica a nivel internacional y un potencial nacional, debido a que es muy utilizada como material para maquetería, aeromodelismo, como lámina para enchapados ornamentales, como aislamiento térmico, xilografía, artesanías, juguetes y otros como mobiliario y construcción (SEFORVEN, 1992). Es la madera comercial mas blanda y liviana de las ya estudiadas hasta ahora, con una densidad que está entre 0,10 a 0,6 gr/cm³ cuando seca al aire (Belandria,.1980), con buenas propiedades de aislante acústico y térmico, y una elevada resistencia mecánica específica. Actualmente en el mercado nacional el precio más alto se encuentra en la maquetería (aprox. 2.100 \$/m³ y puede alcanzar hasta los 18.000\$/m³).

Objetivos

El objetivo general de la presente investigación fue determinar la aptitud de uso de la madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) para maquetería, a partir de clases diamétricas. Para ello fue necesario estimar el rendimiento de la materia prima trozas, por categorías diamétricas, luego realizar una evaluación del color de la madera balsa en el mercado y finalmente determinar el porcentaje de madera aserrada con aptitud de uso para la maquetería en estado verde y seco al aire.

Descripción de la metodología empleada

Campo.

Las trozas muestra se obtuvieron de árboles provenientes del Caserío "Socó", el cual se encuentra cercano a Barrancas, Estado Barinas. La muestra fue seleccionada al azar con el objeto de cubrir en lo posible con la mayor variación de categorías diamétricas. Se cortaron trozas de dos y un metro de longitud. El total de trozas fue 19. Se aplicó un tratamiento profiláctico para evitar el manchado y el ataque de agentes destructores, utilizando una solución Cobrex + Pirinex + Adhrente, (Cobrex 100-200 gr/100lt agua, Pirinex 1lt/100lt agua, adherente 0,5-1% de 1 a 2 litros por 200 litros). Además para evitar el ataque de agentes destructores, se aminoró la pérdida de humedad de la trozas, al pintar sus extremos con pintura de aceite. Posteriormente

se trasladó la muestra hasta el estado Mérida, para ser procesadas en el aserradero del Laboratorio Nacional de Productos Forestales.

Caracterización de trozas.

A cada troza se le realizaron mediciones inherentes a su caracterización geométrica, vale decir, diámetro mayor y menor, longitud, conicidad, flechas y nudos. Para medir las flechas se utilizó una vara recta que se colocaba encima de la troza con el objeto de medir la luz o flecha por falta de rectitud de la troza. Se estimó el volumen rollizo de cada troza a partir de la ecuación de Smalian, utilizando la siguiente relación:

$$Vol(m^3) = \frac{\pi}{8} x L(m) x [d_0^2 + d_1^2]$$

Vol (m³): Volumen rollizo en metros cúbicos

L (m): Largo de la troza en metros.

d₀: Diámetro en el extremo menor en metros.

d₁: Diámetro en el extremo mayor en metros.

Posteriormente cada troza fue aserrada en piezas de 1cm de espesor, con el objeto de tener la mayor cantidad de información sobre la variación de la variable color. A partir de mediciones de ancho, largo y espesor de cada pieza, se obtuvo el volumen aserrado para cada troza, permitiendo entonces estimar el rendimiento del volumen rollizo, utilizando la siguiente ecuación:

$$\%R = \left(\frac{Vol.Aserrado(m^3)}{Vol.Rollizo(m^3)} \right) x 100$$

Donde:

%R= Rendimiento de materia prima.

Vol.Aserrado (m³)= Volumen Aserrado por troza.

Vol.Rollizo (m³)= Volumen rollizo

Medición de variables de Mercado.

Se visitaron los sitios de ventas para identificar las variables que exige el uso de maquetería y se realizaron encuestas sin formatos a los consumidores y casas de ventas para esta identificación. Se determinó que la variable más determinante del mercado es el color. La identificación de los colores comerciales se hizo comparando los colores de la tabla Munsell (Baltimore, 1975) y el producto en venta de los diferentes centros de distribución.

Determinación del volumen de madera con aptitud de uso para la maquetería.

Cada pieza fue medida, y se le identificaron superficies de color con aptitud uso o no utilizando como referencia la tabla de Munsell (Baltimore, 1975).. Con el objeto de detectar los cambios en el color por variación en el contenido de humedad se realizaron observaciones tanto para madera aserrada en estado verde como en estado seco, con el objeto de identificar cambios, específicamente en color. Estas observaciones permitieron estimar el volumen de madera con y sin aptitud de uso, en estado verde y seca al aire.

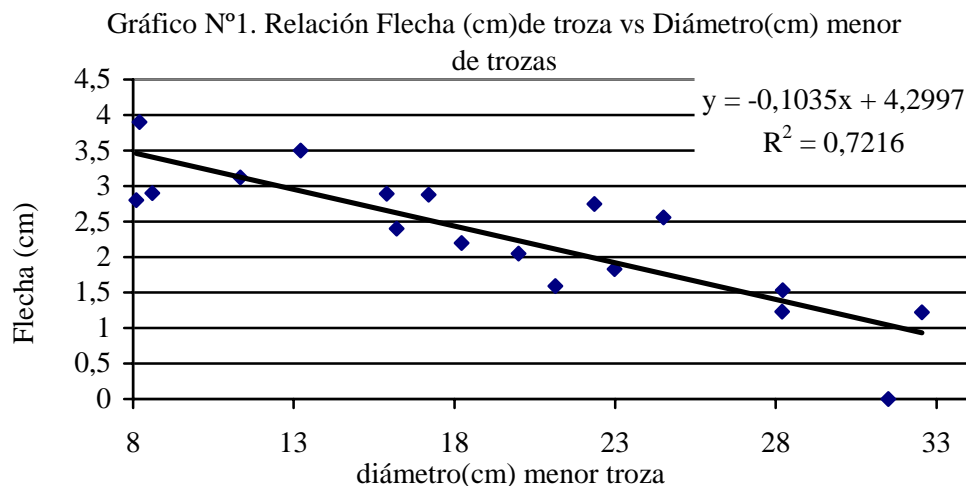
Para desarrollar los análisis comparativos de aptitud de uso entre las categorías diamétricas, se obtuvo por troza los valores relativos o porcentuales de madera con y sin aptitud de uso, tomando como valor base la cantidad de madera aserrada.

A título de ejemplo, de la troza 1, se obtuvo 0.086m^3 de madera aserrada, y se determino que el volumen de madera con aptitud de uso es de 0.069m^3 y de madera sin aptitud de uso 0.017m^3 , de donde se deduce que el porcentaje de madera con aptitud de uso es de 80.23% y sin aptitud de uso 19,77%, y estos valores se relacionaban con su correspondientes categorías diamétricas.

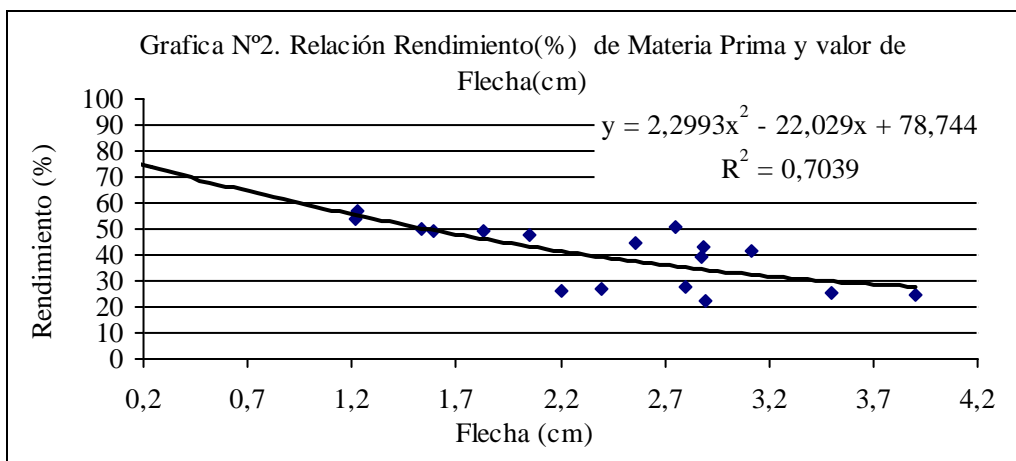
Resultados y discusión

Rendimiento de Materia Prima.

El rendimiento de la materia prima fue 48,44 % para el total de la muestra, al aserrar las trozas en piezas de 1cm de espesor. El mejor rendimiento se obtuvo en las trozas con diámetros en el extremo menor que van desde 22,00 cm hasta 33,99 cm con un valor del 52,76%, para trozas entre 12,00 cm hasta 21,99 cm fue de 46,36%, y los menores rendimientos se obtuvieron en trozas con diámetros menores, es decir las comprendidas entre 8,00 cm y los 11,99 cm siendo su valor equivalente a 28,60%. Una caracterización geométrica de trozas permite afirmar que las de mayor diámetro difieren de las trozas de menor diámetro. Las trozas de menor diámetro provienen de las partes altas del árbol, donde la presencia de abundantes ramas originan desvíos del fuste y generan arqueaduras en las trozas afectando la geometría de éstas y en consecuencia el rendimiento de materia prima. En la gráfica N°1 se observa que en la medida que se incrementa el diámetro menor de la troza, se reduce el valor de flecha, evidenciando la falta de rectitud las trozas de menor diámetro.



En la gráfica N°2, se observa el efecto de la flecha sobre el rendimiento de materia prima, de donde se destaca que en la medida que la curvatura de troza es más pronunciada menor es el rendimiento de materia prima.

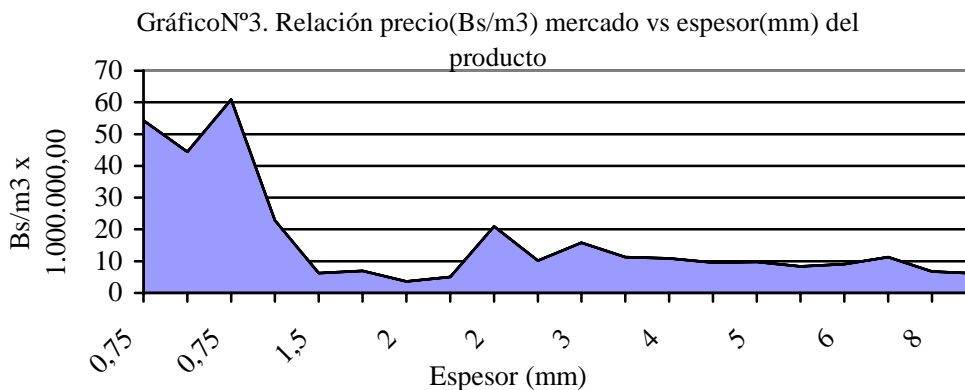


Se reconoce que los valores de rendimiento son comparativamente menores a los tradicionalmente conocidos, pero se debe tomar en cuenta que el volumen de aserrín también es elevado por el hecho de aserrar las piezas muestra a 1 cm de espesor.

Color de la madera balsa en el mercado.

La identificación de los colores comerciales del producto en venta en los diferentes centros de distribución en el mercado se hizo utilizando Tabla Munsell (Baltimore, 1975). Las variables determinantes de la aptitud de uso en el mercado fueron en orden de importancia el color, la facilidad para ser cortada y su liviandad. Los resultados de la identificación de calidad a partir de los colores en el mercado fueron 5YR 8/2, 5YR 8/3, 7.5YR 8/2, 7.5YR 8/4, 10YR 8/2, 10YR 8/3, según la codificación internacional establecida en la Tabla Munsell.

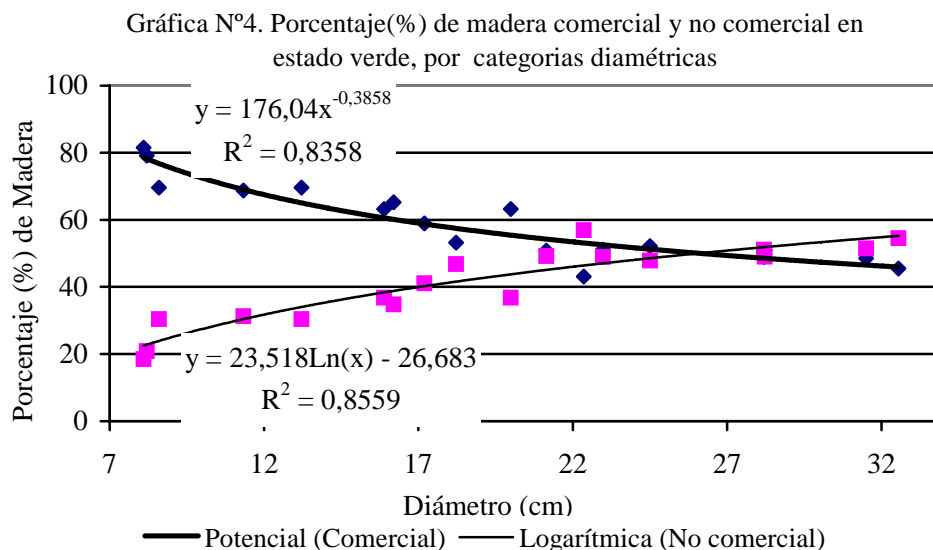
La investigación del producto en el mercado, arrojó una información de la variable precio, el cual es comparativamente elevado cuando consideramos que se trata de una especie que presenta un turno de 3 a 4 años. Las secciones en el mercado varían desde 10,00 cm a 15,00 cm de ancho y un largo constante de 91,00cm, mientras que el espesor va desde 0.075cm (0.75mm) hasta 0.80 cm (8,00mm). Como se observa en el gráfico N°3 los precios son notablemente sensibles en función del espesor de la pieza, vale decir, mientras menor espesor de producto mayor es el precio.



Porcentaje de madera aserrada con aptitud de uso para la maquetería en estado verde.

A partir del volumen aserrado por categoría diamétrica se determinó, utilizando la tabla de Munsell para identificación de colores, la cantidad relativa de madera aserrada con aptitud de uso o sin aptitud de uso. En el gráfico N°4 se observa que la madera con mayor aptitud de uso se encuentra en trozas de menores categorías diamétricas, y que en la medida que se hace mayor el diámetro de la troza su correspondiente madera va perdiendo aptitud de uso para la maquetería, debido a que se incrementa el volumen de madera con colores no aptos para el uso en estudio.

En la misma gráfica se observa que para las categorías diamétricas superiores a 22,00cm las proporciones de madera con aptitud de uso y sin aptitud de uso prácticamente son 1:1.



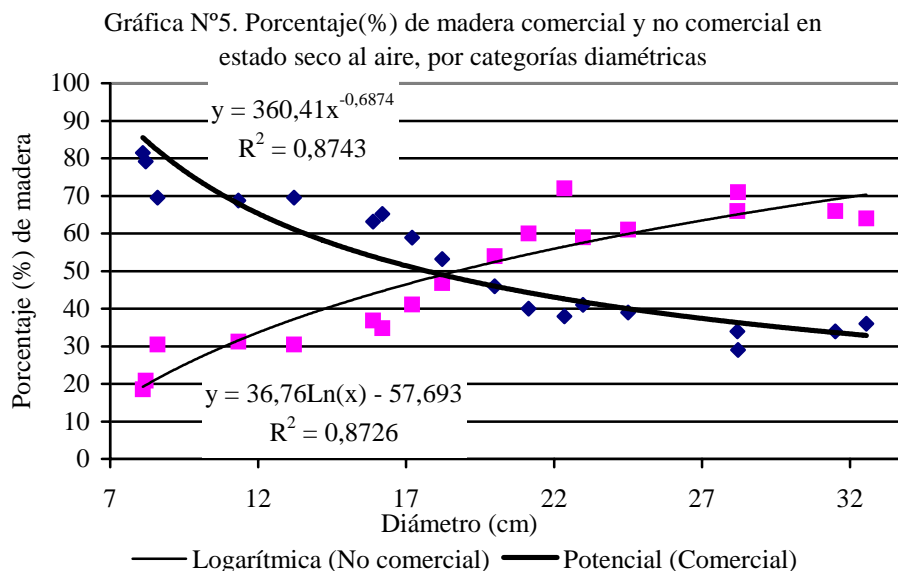
Entre las principales causas por la cual el color de la madera va variando, se presume en primera instancia el grado de madurez del árbol, puesto que ésta implica la incorporación de extractivos a la madera durante el crecimiento y desarrollo del árbol, generando cambios en su color. Otra de las razones detectadas por la cual la madera aserrada de trozas de mayor diámetro presentan colores no aptos para el uso es la presencia del defecto medula la cual es marrón claro a oscuro con apariencia de veta completa, que alcanza a afectar un 16,30% del total de madera aserrada de la muestra en estudio, siendo su frecuencia de aparición más elevada a partir de los 22,00cm de diámetro de troza.

Se determinó que las trozas de menor diámetro (menores a 22,0 cm) fueron afectadas principalmente en su aptitud de uso por presentar colores no comerciales causados por la presencia de nudos, los cuales generan en la madera tonalidades oscuras. Este defecto afectó un 9,86% del total de madera aserrada.

Porcentaje de madera aserrada con aptitud de uso para la maquetería en estado seco al aire.

Luego de haber sido evaluada la aptitud de uso de la madera aserrada para la maquetería en estado verde, ésta se apiló con separadores y se dejó secar al aire hasta alcanzar un 16,22%CH con el objeto de observar los cambios de color que determinarán su aptitud de uso. Como se observa en la gráfica N°5, las proporciones de madera aserrada con aptitud y sin aptitud de uso prácticamente se mantienen igual

a las observadas en estado verde cuando ésta proviene de las categorías diamétricas inferiores a 22,00cm. Mientras que en la madera proveniente de trozas pertenecientes a las mayores categorías diamétricas, se destaca un considerable incremento porcentual de la madera aserrada sin aptitud de uso, causado por la pérdida de color comercial al pasar del estado verde al seco al aire.



Se determinó que los cambios ocurridos al pasar del estado verde al estado seco, obedecen fundamentalmente a dos causas. La primera esta estrechamente relacionada con un cambio de tonalidad de la madera aserrada que en estado verde presento colores con aptitud de uso para la maquetería, y que al secarse se oscureció. Esto hace suponer, una posible oxidación de los extractivos presentes en las trozas de diámetros superiores a 22,00cm. Como cada pieza aserrada fue codificada con un valor de color (Tabla Munsell - Baltimore, 1975) a partir de los cuales se obtuvo el volumen con y sin aptitud de uso, se logra apreciar con suficiente exactitud los cambios mencionados al pasar la madera de estado verde al estado seco al aire. En este orden de ideas se puede afirmar que las causas de pérdida de volumen con aptitud de uso por un posible efecto de oxidación fue de 18,30%.

La segunda causa esta relacionada con un posible manchado azul de la madera, el cual genero cambios de coloración en madera con aptitud de uso al pasar del estado verde al estado seco al aire. Esta causa se cuantifico y se determino el 19,98% del total de madera aserrada fue afectada por el posible manchado azul de la madera con aptitud de uso.

Conclusiones.

El rendimiento de la materia prima troza fue disminuyendo en la medida que sus diámetros se van reduciendo, debido fundamentalmente a las características geométricas de las trozas.

El mercado de la madera balsa es exigente para el uso de la maquetería, pero a su vez se debe destacar que su precio es comparativamente elevado, sobre todo si se toma en cuenta que su turno de aprovechamiento para el uso en cuestión es de 3 a 4 años, lo cual hace suponer excelentes retornos económicos de la inversión en proyectos de plantaciones de la especie balsa. Se determino que los productos de maquetería de madera balsa aumentan sus precios en la medida que su espesor es menor, por que implica un costo de tecnología y un costo de desperdicio mayor. Al

respecto se recomienda desarrollar tecnologías en nuestro país para el procesamiento de la madera de balsa.

Las trozas que presentaron mayores proporciones de madera aserrada con aptitud de uso para la maquetería fueron las de diámetros inferiores a 22,00cm, mientras que las de diámetros superiores presentaron proporciones menores de madera aserrada con aptitud de uso en cuestión.

Los principales defectos que afectan el color de la madera aserrada y que determinan la aptitud de uso para la maquetería son en orden de importancia el posible manchado azul (hongo), la oxidación de extractivos al secarse la madera, la presencia de medula y nudos.

Se recomienda investigar sobre el tipo de hongo que ataca la madera de balsa y que modifica su tonalidad, afectando su aptitud de uso para la maquetería, como también se recomienda investigar sobre los productos y tratamientos químicos para minimizar el defecto en cuestión. Se debe determinar si la causa de cambio de coloración es causada también por oxidación de extractivos en la madera de diámetros mayores a 22,00cm e igualmente sobre los tratamientos químicos posibles para minimizar el defecto en cuestión, como podrían ser los antioxidantes. Igualmente se recomienda desarrollar investigaciones inherentes a la selección genética de la especie para reducir el defecto de medula, como también sobre los tratamientos de poda, y cual es el diámetro máximo de rama que no afecte la calidad de la madera para la maquetería.

Bibliografía.

AGROSOFOT. Serie-Especies Forestales Ochroma pyramidale. [En línea].2000.Medellín-Colombia.[Fecha de consulta: 10 de octubre del 2003]. Disponible en. <www.colforest.com.co/serie_especies_forestals/ochroma-pyramidale.pdf

BALTIMORE, M.1975. Munsell Soil Color Charts.

BELANDRIA, O.1980. Aspectos tecnológicos de la madera de balsa para su utilización en maquetería. U.L.A. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida-Venezuela.

IFLA. 1985. Serie Maderas Comerciales de Venezuela. Balsa. Ficha N º 3.Mérida-Venezuela.

RONDÓN, A. 1985. Aspectos Generales y de Mejora Genética del Balsa (Ochroma spp). U.L.A. Facultad de Cs Forestales y Ambientales. Centro de Estudio Postgrado. Mejoramiento Genético. Mérida-Venezuela.

SEFORVEN. 1992. Autoecología de la Especie Balsa. Cartilla Nº 10. Caracas-Venezuela.