

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

MAQUINADO DE LA MADERA DE (*Lonchocarpus rugosus* Benth) KANATZÍN EN EL SUR DE QUINTANA ROO

**Informe Técnico de Residencia Profesional
que presenta el C.**

José Alfredo manrique Pérez

Número de control: 10870125

Carrera: Ingeniería Forestal

Asesor Interno: Juan José Hernández Solís

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2015

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de **INGENIERÍA FORESTAL**, el C. **JOSÉ ALFREDO MANRIQUE PÉREZ**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno **M. EN C. JUAN JOSÉ HERNÁNDEZ SOLÍS**, el asesor externo el **DR. OROS ORTEGA IVÁN** habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **MAQUINADO DE LA MADERA DE (*Lonchocarpus rugosus* Benth) KANATZÍN EN EL SUR DE QUINTANA ROO** que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE



Asesor Interno

M en C. Juan José Hernández Solís



Asesor Externo

Dr. Oros Ortega Iván

i. ÍNDICE

I. Introducción

II. Justificación

III. Descripción del lugar donde se desarrolló el proyecto

3.1. Macrolocalización

3.2. Microlocalización

IV. Objetivos

4.1. General

4.2. Específicos

V. Materiales y métodos

5.1. Materiales

5.2. Metodología

5.3. Cepillado

5.4. Lijado

5.5. Taladrado

5.6. Moldurado

5.7. Torneado

VI. Resultados y discusión

VII. Problemas resueltos y limitantes

VIII. Competencias aplicadas o desarrolladas

IX. Conclusiones

X. Recomendaciones

XI. Referencias bibliográficas

XII. anexos

ii. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro de evaluación de condiciones de las probetas con base a la Norma ASTM D 1666-87.

iii. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del estado de Quintana Roo.

Figura 2. Microlocalización del Ejido Palmar y sitio de extracción.

Figura 3. Dimensionado y motoaserrado de los fustes de Kanatzín.

Figura 4. Piezas de madera en la estufa de secado.

Figura 5. Motoaserrado de fuste seccionado de 1.50 metros.

Figura 6. Resultado del Motoaserrado y dimensionado de las piezas de madera.

Figura 7. Revisión de medidas requeridas por el proyecto.

Figura 8. Extracción de las piezas de Kanatzín de la estufa de secado.

Figura 9. Dimensionado de las piezas de madera a probetas según la norma.

Figura 10. Probetas finales obtenidas tras dimensionar.

I. INTRODUCCIÓN

El sector y la industria forestal de México, así como el mercado de sus productos en los últimos años han atravesado por una seria crisis como consecuencia de la globalización, la apertura comercial y la competitividad internacional. Esta desfavorable situación es alarmante frente a países con los que México tiene signados acuerdos comerciales; recurrentemente se ha tenido una tendencia a la disminución de la producción forestal maderable nacional con un promedio anual de 8.2 millones de m³ rollo en el período de 1980 a 2004 y una balanza comercial negativa (Flores, 2005).

Las especies maderables comunes tropicales, contribuyen en promedio con el 3.2% de la producción nacional anual y mantienen una tendencia creciente, ocupando el tercer lugar de producción; de este porcentaje, Campeche, Quintana Roo y Yucatán contribuyen con el 40%. Regionalmente, en los estados de la Península de Yucatán, el mayor porcentaje de la producción anual en metros cúbicos rollo corresponde a especies comunes tropicales, variando la contribución del 80% para Quintana Roo al 98% tanto para Campeche como para Yucatán (SEMARNAT, 2005).

En el sureste de México, la selva mediana subperennifolia es un importante recurso maderable y abarca gran parte de Campeche y Quintana Roo. Sin embargo, su deforestación y degradación es un problema agudo. Debido al aprovechamiento selectivo de especies preciosas cuyas existencias se han reducido, ahora se tiene un considerable número de especies maderables comunes tropicales, que a pesar de estar bien representadas en términos de densidad y área basal, es necesario promocionarlas con base en el conocimiento de sus características tecnológicas para que se conozcan y comercialicen. De lo contrario, estas maderas seguirán considerándose por sus dueños, sin valor e inservibles para su aprovechamiento y simplemente serán derribadas y quemadas, o en el mejor de los casos usadas como leña o carbón, continuando de esta manera el problema de deforestación, degradación y cambio de uso del suelo.

Después de conocer una de las diversas problemáticas que atraviesa el sureste de México, en especial el Estado de Quintana Roo, en cuanto a la falta de procesos industrializados de la madera, se deriva el estudio de la especie *Lonchocarpus rugosus* Benth, que se encuentra en cantidades volumétricas limitadas en la selva

mediana subperinnifolia del estado, sin tener un uso y una comercialización dado a la falta de estudios de las propiedades mecánicas de la madera, así como su maquinado y todos los posibles usos a derivarse de ella. De la presente especie, se realizarán los estudios de maquinado o trabajabilidad de la madera. El Maquinado, se define como el conjunto de operaciones que se realizan a la madera mediante máquinas y herramientas de corte, para darle las dimensiones y perfiles con la estética y calidad deseados, para su posterior utilización en la elaboración de productos terminados y preparar la superficie para la aplicación de un acabado artificial. Davis (1962), Flores *et al.* (2002) y Flores y Fuentes (2002b), señalan que el maquinado es fundamental en las etapas de transformación de la madera a nivel industrial, cuando se realiza en forma adecuada se incrementa su calidad y se da mayor valor agregado al producto final elaborado.

La evaluación de cada ensayo en el maquinado debe realizarse con base a la presencia y severidad de los defectos presentes en cada una de las probetas, tales defectos son los granos astillado, apelmusado, levantado, rasgado, comprimido, así como marcas de astilla y rayones.

El Centro de Articulación Productiva Madera y Mueble (CAPMM), está ubicado en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, tiene como objetivo el desarrollo de la industria de la madera y el mueble y a la vez de permitir el uso integrado del capital natural de las selvas del sureste, promoviendo la producción industrial. El CAPMM, será el centro donde se llevara a cabo la investigación.

Finalmente, *Lonchocarpus rugosus* Benth, será una alternativa a considerarse para el sector industrial de la transformación de la madera, convirtiéndola ahora en una madera útil, pues ha sido olvidado su tratamiento para asignarle su potencial uso, comúnmente esta especie ha sido utilizada para construcciones rurales, postes para cercas, leña, pisos, armazones de casas, muebles del hogar, decorado de estudios y corredores, puertas, marcos para ventanas, pasamanos, construcción en general en donde se requiera resistencia (Pérez *et al.*, 1980).

II. JUSTIFICACIÓN

En el sureste de México, existen diversos estudios relacionados con Tecnología de la Madera, estos estudios se han enfocado precisamente en especies que a simple vista venden características agradables a la vista del ser humano, por ser así, se les ha categorizado como maderas tropicales preciosas, para las cuales el valor agregado es un gradiente automático por su belleza natural.

De acuerdo a lo señalado por Tamarit, (2007), menciona que la clasificación de la severidad de los defectos se realiza con base en cinco grados de calidad que son excelente, buena, regular, pobre y muy pobre. La clasificación final de cada uno de los ensayos, se basa en la suma del porciento de probetas excelentes (E) y buenas (B) presentes después de cada ensayo. Las características de la madera influyen de manera positiva o negativa el resultado de cada operación, determinan el tipo de herramienta y elemento de corte a usar para tenerlas mejores condiciones de trabajo. Una característica puede ser ventajosa para obtener una buena calidad en una operación, pero ser adversa y mermar la calidad en una operación distinta. De modo similar, algunas maderas se pueden trabajar con excelentes resultados bajo ciertas condiciones de trabajo, en tanto que otras requieren condiciones muy específicas para obtener los mismos resultados de calidad.

Tomando en cuenta el análisis de maquinado de madera realizado por Martinez y Martinez (1996), donde aseguran el comportamiento de a mayor densidad a 4.0 en especies tropicales la madera tiene mejor maquinado y con respecto a la investigación realizada, Metcalfe y Chalk (1972), Panshin y De Zeeuw (1980), Wangaard (1981) y Carlquist (2001), señalan que desde el punto de vista anatómico, las maderas de especies latifoliadas son más complejas que las de coníferas ya que están constituidas por un mayor número de tipos de células para cumplir funciones fisiológicas específicas. Por ejemplo, se encuentran los vasos leñosos, responsables de la conducción ascendente de la savia (tejido conductor); las fibras, responsables de la resistencia mecánica de la madera (tejido de sostén) y las células del parénquima que acumulan sustancias de reserva (tejido de reserva).

En algunos estudios realizados para maderas tropicales se concreta que madera con alto contenido de humedad presenta menor resistencia al corte, pero el grano apelmusado se presenta con mayor intensidad; con bajo contenido de humedad hay

mayor resistencia al corte, mayor desafilado, mayor producción de polvo y se presenta el grano astillado; a medida que la densidad básica es mayor el efecto del contenido de humedad es menos marcado. Las gomas y resinas dificultan el maquinado, afectando también a las herramientas y a los elementos de corte al presentarse atascamiento, mayor fricción y sobrecalentamiento al elevarse su temperatura. El sílice y cristales hacen abrasiva la madera y ocasiona un desafilado más rápido del elemento de corte (Tamarit, 2007).

III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

3.1. Macrolocalización.

El presente proyecto será realizado en el Estado de Quintana Roo. Este se localiza al Este-Sureste de la República Mexicana; al oriente de la península de Yucatán, frente al golfo de México, y del Mar Caribe o mar de las Antillas. Quintana Roo, posee límites nacionales con los estados de Campeche y Yucatán, e internacionales con Guatemala y Belice. Sus puntos extremos geográficos son los siguientes:

La porción más septentrional del estado se identifica en el Cabo de Catoche, a 21° 37' de latitud norte. En su parte más meridional se localiza el paralelo 17° 49' de latitud norte, que señala la frontera con Guatemala. El punto más oriental se encuentra en la punta sur de Isla Mujeres, a la altura del meridiano 86° 44' de longitud oeste.



Figura 1. Macrolocalización de Quintana Roo.

3.2. Microlocalización.

El ejido de Palmar se localiza en el Municipio Othón P. Blanco del Estado de Quintana Roo, México y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud (dec): -88.530556 , Latitud (dec): 18.446667 . La localidad se encuentra a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar.

El maquinado de *Lonchocarpus rugosus* Benth, el proceso de maquinado será realizado en las instalaciones del Centro de Articulación Productiva de la Madera y el Mueble (CAPMM) del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, ubicado en el Ejido Juan Sarabia, kilómetro 21.5, carretera Chetumal-Escárcega, Municipio de Othón P. Blanco, del estado de Quintana Roo.

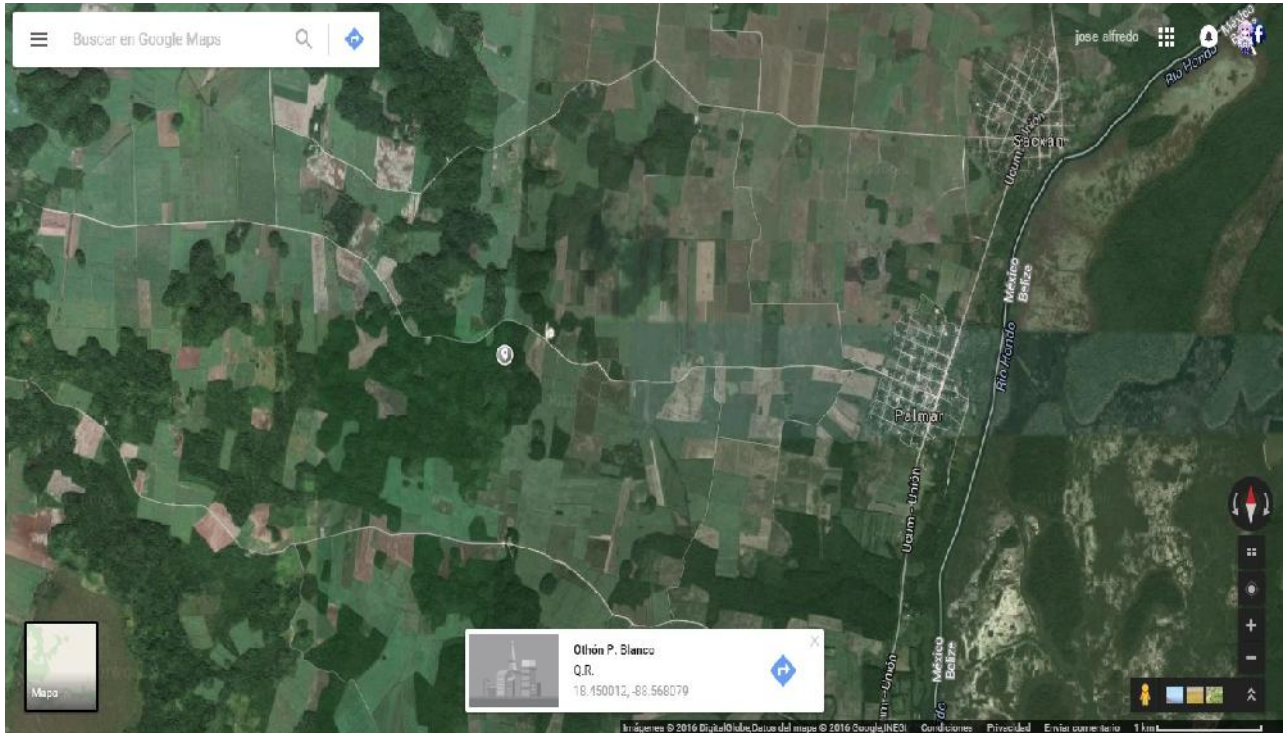


Figura 2. Microlocalización del Ejido Palmar y sitio de extracción.

IV. OBJETIVOS

4.1. General

- Determinar las características del maquinado de la madera de *Lonchocarpus rugosus* Benth (Kanatzín), cuando se somete a procesos de cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado.

4.2. Específicos

- Realizar y evaluar los ensayos sobre maquinado de la madera de *Lonchocarpus rugosus* Benth, con un contenido de humedad del 18%, para conocer la trabajabilidad y el comportamiento de la madera ante las herramientas de corte.
- Realizar las pruebas de cepillado de la especie *Lonchocarpus rugosus* Benth
- Realizar las pruebas de lijado de la especie *Lonchocarpus rugosus* Benth.
- Realizar las pruebas de taladrado o barrenado de la especie *Lonchocarpus rugosus* Benth.
- Realizar las pruebas de moldurado de la especie *Lonchocarpus rugosus* Benth.
- Realizar las pruebas de torneado de la especie *Lonchocarpus rugosus* Benth.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Para realizar la trabajabilidad de la madera de *Lonchocarpus rugosus* Benth, se implementaran materiales como implementos, herramientas de corte y la materia prima (madera), que es la esencia del estudio.

Durante el proceso de maquinado de la madera, están contemplados herramientas de corte como: Cepilladora con implementos de cuchilla de corte con ángulos de 20 y 30° , Lijadora de Banda, Taladro de Columna de 20", Maquina Tupi o Fresadora y un Torno Copiador. Dentro de los implementos encontraremos, lijas de banda de dos medidas de grano, 80 y 100, dos brocas de 1 pulgada, una para madera y otra para metal, dos fresas, una de acero a alta velocidad y la otra con pastillas de Carburo de Tungsteno y el uso de una fresa especial para el torneado.

5.2. Metodología

La metodología a utilizar para desarrollar el maquinado de la madera de *Lonchocarpus rugosus* Benth, es una metodología sencilla adecuada para reunir los conocimientos básicos de trabajabilidad de la madera y así determinar los usos potenciales de la madera.

Las probetas son una sección de madera con medidas establecidas por una norma para realizar sobre ellas un ensayo que permitirá evaluar y concretar conocimiento sobre una especie arbórea de interés.

Las probetas serán obtenidas del material de colecta de campo. El Ejido colaborador del material es: El Palmar, Quintana Roo, México. Las probetas para el análisis de dicho proceso serán obtenidas del fuste del árbol o fuste comercial, en especial de 1.30 metros de altura. Los arboles serán aserrados en sentido longitudinal y se obtendrán tablas de 1.50 metros de largo por 1 de pulgada de grosor por 15 centímetros de ancho. Serán colocadas en una estufa convencional con la finalidad de someterla al proceso de secado y a las etapas de Igualamiento y Acondicionamiento para obtener piezas estables dimensionalmente, como lo observamos en la **Figura 3** y **Figura 4**. Véase en **Anexo Figuras 5, 6 y 7**.



Figura 3. Dimensionado y motoaserrado de los fustes de Kanatzín.



Figura 4. Piezas de madera en la estufa de secado.

Una vez obtenidas las piezas de madera aserrada y acondicionadas a un contenido de humedad del 18%, se procederá a obtener las probetas a estudiar.

Las medidas de las probetas son 1.25 metros de largo por 14 cm de ancho y 1 Pulgada de grosor, de la cual se desprenderá el resto de probetas a utilizarse en los diferentes procesos del maquinado. Una característica muy importante que marca la Norma es que las probetas deben ser libres de defectos, es decir que no tenga bolsas de resina, acanalamiento, rajaduras, grietas, colapso, entre otros, además de no tener nudos en las caras y costados para su mejor evaluación.

La evaluación de los ensayos se realiza como lo establece la **Norma ASTM D 1666-87** en la cual se consideran los siguientes defectos: grano astillado, grano apelmusado, grano levantado, marcas de astilla, grano rasgado, grano comprimido y rayones, que se definen de la siguiente manera:

Grano astillado. Es la condición de aspereza que presenta la superficie de la madera cuando las fibras o traqueidas se desprenden de la superficie trabajada dejando pequeñas huellas en forma de diminutos agujeros.

Grano apelmusado. Es la condición de aspereza de la superficie de la madera en la que pequeñas partículas o grupos de fibras o traqueidas que no fueron cortadas por la herramienta de corte (fresa, cuchilla, broca, etc.) sobresalen de la superficie general de la tabla sin desprenderse, permaneciendo adheridas a ella.

Grano levantado. Es la condición de aspereza de la superficie de la madera en la que una parte del anillo de crecimiento u otra sección de madera se levanta sobre la superficie general de la pieza trabajada, debido a la diferencia de densidad entre madera tardía y madera temprana.

Marcas de astilla. Son huellas (abolladuras) poco profundas en la superficie de la tabla, causadas por virutas que permanecen adheridas al cabezal porta cuchillas del cepillo, debido a que no son eliminadas por el escape del mismo. Este defecto es exclusivo del ensayo de cepillado.

Grano rasgado. Es la condición de aspereza que presenta la superficie trabajada de una pieza de madera, en donde las fibras o traqueidas son cortadas transversalmente por la herramienta de corte; este defecto se presenta en los ensayos de moldurado, torneado y barrenado.

Grano comprimido. Son grupos de fibras aplastadas por efecto de la fricción de la broca, este defecto es exclusivo del ensayo de barrenado.

Rayones. Son marcas semejantes a un rasguño, ocasionadas por la lija, por lo que este defecto se presenta exclusivamente en el ensayo de lijado.

La evaluación se realiza de acuerdo a la misma norma, basándose en la presencia y severidad de los defectos antes señalados, examinando las probetas visualmente y clasificándolas en cinco categorías como lo indica el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Cuadro de evaluación de condiciones de las probetas con base a la Norma ASTM D 1666-87.

Grado	Condición	Descripción
1	Excelente	Libre de defectos
2	Buena	Con defectos superficiales que pueden ser eliminadas con lija del número 100
3	Regular	Con defectos marcados que pueden ser eliminados utilizando una lija gruesa del número 60 y después una lija del número 100
4	Pobre	Con defectos severos que para eliminarse se requiere cepillar de nuevo la pieza de madera
5	Muy pobre	Con defectos muy severos los cuales para eliminarlos se requiere sanear la pieza de madera

En el maquinado se presentan cinco etapas que son: Cepillado, Lijado, Taladrado, Moldurado y Torneado.

5.3. Cepillado.

El cepillado es el corte periférico realizado mediante cuchillas con la maquina cepillo sobre la superficie de ambas caras de las tablas para obtener el espesor deseado uniforme y una superficie tersa y lisa. Es después del aserrío, la primera y más importante operación de maquinado, ya que cualquier pieza antes de ser utilizada en la elaboración de un producto final debe ser cepillada para darle valor agregado. Las maderas duras se cepillan mejor a favor del hilo y utilizando un ángulo de corte de cuchilla igual o menor a 20°; en maderas blandas el mejor cepillado se obtiene cuando el ángulo es de 20° ó 30°. Para reducir el ángulo de corte se hace un bisel en las cuchillas, ya que los cepillos comerciales están diseñados de tal forma que el ángulo de las ranuras del cabezal portacuchillas, dan un ángulo de corte de cuchilla de 30°.

La acción de las cuchillas debidamente alineadas se puede distribuir sobre la pieza de madera, haciendo variar la velocidad de alimentación o bien el número de rpm o velocidad de giro del cabezal portacuchillas, dando un determinado número de marcas de cuchilla (NMC) por centímetro sobre la superficie cepillada; así, un aumento en el NMC por centímetro mejora la calidad de cepillado.

Para realizar el cepillado se procesaron 50 probetas con medidas de 122 cm de largo por 12.7 cm de ancho y 2.54 cm de grosor. La profundidad del corte por cepillado se realizó a 1/16 de pulgada (2mm). La mitad de las probetas se maquinaron en sentido del hilo y la otra mitad en sentido opuesto al mismo; se utilizaron tres cuchillas con ángulos de 20° y 30°.

5.4. Lijado.

El lijado se realiza mediante una lijadora tipo banda, se lleva a cabo en dirección paralela al grano. La presión que se ejerce en el cojín opresor sobre la lija debe ser constante y uniforme. Los defectos que se presentan en el lijado son los rayones y el grano apelmusado; los rayones se presentan con mayor severidad en maderas con textura fina y alta densidad que en maderas de textura gruesa; el grano apelmusado es mayor en maderas blandas.

El objetivo principal del lijado es dejar la superficie tersa de la pieza de madera para recibir el acabado como: tinte, barniz, pintura, etc. Durante el cepillado ocurren diversos defectos que se manifiestan en la cara cepillada de la madera y para corregirlos existe el lijado que se debe realizar en tres etapas importantes para su excelente corrección. Se utilizan lijas de grano 60 u 80, 100 y 120 o también conocidas como lijas de grano ½, 1 y 2. La función del grano 60 u 80 es para quitar la astilla levantada o irregularidades de la superficie surgidas durante el desbaste de la madera. El grano 100 es lijar y 120 pulir la superficie para dar una calidad de cara al acabado. Estas aplicaciones del proceso de lijado, es para disminuir al mínimo los rayones que deja el desbaste.

Este proceso del maquinado aplica la Norma establecida y se elaboran 50 probetas de la especie en estudio, procedentes de las probetas del cepillado, cuyas medidas son 10.2 cm de ancho, por 2.54 cm de grueso y 91 cm de largo.

5.5. Taladrado.

El taladrado o barrenado es un proceso que muy frecuentemente se usa en la manufactura de artículos de madera; es común utilizar los barrenos para la colocación de tornillos, pernos de madera y herrajes o elementos de unión. En esta operación la herramienta de corte que se utiliza es una broca.

Las medidas de las probetas son 12.7 cm de ancho, por 2.54 cm de grueso y 31 cm de largo. El objetivo de este proceso tiende a evaluar el comportamiento de la madera, ante esta operación. Para realizar el taladrado se trabajan dos tipos de broca, la primera es para madera de torsión simple y con puntilla y la segunda es para metal, ambas miden 1 pulgada de grueso. El 50% de las probetas se evalúan con broca para madera y el otro 50% se aplica la broca para metal, evaluando en cada probeta las siguientes características: probetas sin defectos, Grano Astillado o Arrancado, Grano Apelusado o velloso, Grano Levantado, Grano Rasgado, Grano Comprimido y Grano Aplastado.

5.6. Moldurado

El moldurado consiste en dar un perfil determinado y una forma deseada a uno o más de los bordes de las piezas de madera mediante la herramienta de corte denominada fresa, por lo que la tersura del corte y detalle de la figura es de primordial importancia. Se realiza en máquinas trompos, el tipo de trompo más utilizado en pequeños talleres y carpinterías es el de un solo eje vertical movable y de alimentación manual.

Para moldurar maderas duras la velocidad periférica debe ser de 40 a 60 m/s en fresas con aspas de acero rápido y de 50 a 80 m/s con aspas de carburo de tungsteno, la velocidad de alimentación debe ser de 3 m/min para producir molduras curvas y de 6 m/min para molduras rectas. Para moldurar maderas blandas, la velocidad periférica debe ser de 50 a 80 m/seg en fresas con aspas de acero rápido y de 60 a 90 m/s en aspas de carburo de tungsteno. La velocidad de rotación del cabezal portafresas puede ser de 4000, 6000, 8000 y 10000 rpm, con estas velocidades y con el diámetro de la fresa a utilizar, se busca la velocidad periférica de acuerdo al tipo de madera.

5.7. Torneado

La función del torno es generar elementos redondos para piezas de madera. Las probetas se evalúan bajo los siguientes criterios o características que son: sin defectos, Grano Levantado, Grano apelmusado o velloso y Aspereza. Las probetas se colocan en la maquina conocida como Torno. Esta máquina procesadora de madera lleva una fresa especial que se manda a elaborar con el fin de reunir todas las características que se evalúan. Las 50 probetas son parte de este proceso. El torno en el que las probetas se evalúan tiene la siguiente característica marca Silverline Wood Lathe 4, DC-MC1100, 1 HP y las revoluciones por minuto del cabezal deben fijarse a 5000. El 50% de las probetas se trabajan a un C.H. del 18%.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los resultados de la residencia profesional, se abarcaron los siguientes puntos:

- Se estudiaron y aprendieron diversas técnicas de Maquinado de la madera y sus diferentes procesos de elaboración.
- Se obtuvo el conocimiento del equipo y maquinaria que se emplea para la elaboración de cada proceso.
- Se obtuvo como resultado una práctica de la técnica de maquinado de la madera que consistió en el aprendizaje de los cinco procesos (cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado).
- Se presentará esta técnica como fuente de información para el empleo de la industria madera nacional e internacional.
- Finalmente se obtuvieron probetas de muy buena calidad listas para aplicarles los procesos de Maquinado.

VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

- Se lograron obtener los individuos en pie de la especie *Lonchocarpus rugosus* Benth para su derribo y obtención de los patrones, este procedimiento fue algo complicado ya que el ejido Palmar cuenta con muy pocos arboles de diámetro aproximado a 0.30m de diámetro ya que la mayoría se encuentran con fustes muy gruesos lo que dificulta o en algunos casos imposibilita la movilización de los individuos.
- A pesar de que la información del Maquinado de la madera *Lonchocarpus rugosus* Benth es escasa, se lograron obtener probetas de muy buena calidad al momento de estufar los patrones para obtener finalmente un Contenido de Humedad del 18% para todas las muestras.
- Se estudiaron y definieron de forma correcta las propiedades y Macroscopía de la madera trabajada, así como los diferentes procesos de Maquinado de la madera.

VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

Competencias aplicadas y desarrolladas durante la residencia: industrias forestales, manejo forestal, botánica forestal, fisiología forestal, anatomía de la madera, taller de investigación uno, taller de investigación dos, arquitectura del paisaje, SIG (sistemas de Información Geográfica), fueron las más empleadas durante la residencia.

Para tratar de corregir la presencia de nudos en la madera de *Lonchocarpus rugosus* Benth, tendríamos que establecer o realizar una Plantación Forestal teniendo como característica principal una alta densidad de árboles por hectárea, con la finalidad de buscar la competencia de crecimiento entre los individuos provocando en primera instancia el crecimiento en altura y posteriormente en diámetro. Después de un manejo forestal y saneamiento adecuado a la especie para comparar la calidad de la madera procedente del bosque natural con la de la plantación forestal.

IX. CONCLUSIONES

Durante la realización de la residencia concluyo que en la especie debe tomarse en cuenta densidad y el estado de la madera así mismo como su sanidad en campo, dado que de no tomarse en cuenta, la calidad de la madera decae y los patrones finales obtenidos serán menor y con más defectos.

Teniendo en cuenta lo complicado y laborioso de las operaciones, los tiempos largos de preparación y espera y el conocimiento que debe poseer el operador o técnico, en materia de especies forestales maderables y su manejo; tanto la técnica de Cepillado, Lijado, Taladrado, Moldurado y Torneado, no son proceso que frecuentemente se apliquen de forma correcta en la industria debido a la riqueza de información que hace falta y a los estudios de las especies que no se aprovechan debido a la falta de conocimiento de su diversidad de utilidades que estas podrían tener.

En la actualidad son muy pocos los investigadores que dedican su tiempo a los estudios del Maquinado de la Madera debido a que faltan centros de investigación que reúnan el equipo y los materiales necesarios para llevar a cabo dichas investigaciones. Por otra parte, en muchos casos hace falta el financiamiento para poder trabajar en la investigación de los diferentes procesos de Maquinado de la madera.

X. RECOMENDACIONES

Yo recomiendo que en la etapa de selección de individuos se seleccionen los más rectos posible y sin torceduras en el fuste. Verificar que no tengan plagas como el barrenador de corteza, no seleccionar individuos que han estado expuestos a incendios forestales moderados.

Durante el secado en la estufa verificar cada 2 días la perdida de humedad en madera verde y cada 3 días en madera secada en pie, dado que esta da más problemas para acondicionarla al proceso de maquinado. Tener en cuenta las condiciones atmosféricas para secar esta especie, preferentemente secarla en tiempo de calor y jamás cuando es temporada de lluvias dado que cuesta más que se seque la madera. Recomendaría que la madera verde de Kanatzín se estufara a un contenido de Humedad del 10% para mejorar el corte y el acondicionamiento de la madera.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carlquist, S. 2001. Comparative wood anatomy. Springer. 2da. Edición. New York. U.S.A. 448 p. Davis, E. 1962. Machining and related characteristics of United States hardwoods. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Madison, Wisconsin. USA. 49 p.

Corral L., M. G. 1985. Características anatómicas de la madera de once especies tropicales. Boletín Técnico No. 127. SARH. INIF. México. 67p.

Flores V., R. y M. E. Fuentes L. 2002b. Maquinado de la madera. In: Características, propiedades y procesos de transformación de la madera de los encinos de México. J. Quintanar O. (Ed.). INIFAP. CIR-Centro. Campo Experimental San Martinito. Libro Técnico No. 2. México. pp. 178 -195.

Flores V., R.; M. E. Fuentes L. y J. Quintanar O. 2002. Maquinado de dos especies de encino (*Quercus affinis* y *Q. crassifolia*) del estado de Guanajuato. Ciencia Forestal en México 27(91): 55 - 65.

Metcalf C. R. y L. Chalk, 1972. Anatomy of the dicotyledons. Volume I. Oxford University Press, Ely House, London W. Cuarta Edición. Great Britain. 724 p.

Panshin, A. J. and De Zeeuw C. 1980. Textbook of Wood Technology. Structure, Identification, Properties, and Uses of the commercial woods of the United States and Canada. Fourth Edition, Vol.1. McGraw-Hill Book Co. New York. 722 p.

Pérez O., C. P.; T. F. Carmona V. y M. Rogel G. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Boletín Técnico No. 63. SARH. INIF. México. 276 p.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Anuario estadístico de la producción forestal 2003. Subsecretaría de Recursos Naturales. Dirección General Forestal. México. 138 p.

Tamarit U., J. C. y J. L. López T. 2007. Xilotecología de los principales árboles tropicales de México. Libro Técnico No. 3. INIFAP-CIR Golfo Centro, Campo Experimental San Martinito. Tlahuapan, Puebla. México. 264 p.

Wangaard, F. F. 1981. Wood: its structure and properties. I. Forest Products Laboratory. USA. 465 p.

XII. Anexos

Figura 5. Motoaserrado de fuste seccionado de 1.50 metros.



Figura 6. Resultado del Motoaserrado y dimensionado de las piezas de madera



Figura 7. Revisión de medidas requeridas por el proyecto.



Figura 8. Extracción de las piezas de Kanatzín de la estufa de secado



Figura 9. Dimensionado de las piezas de madera a probetas según la norma.



Figura 10. Probetas finales obtenidas tras dimensionar.