

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

**DEFECTOS MAS FRECUENTES EN LA TRABAJABILIDAD DE LA
MADERA *Guasuma ulmifolia* Lam (Pixoy), A UN CONTENIDO DE
HUMEDAD DEL 18%.**

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

ALEJANDRO ORNELAS SANTOS

Número de control: 11870186

Carrera: Ingeniería forestal

Asesor Interno: Juan José Hernández Solís

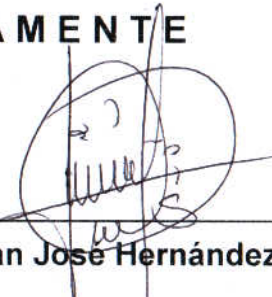
Juan Sarabia, Quintana Roo Diciembre 2015

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de **INGENIERÍA FORESTAL ALEJANDRO ORNELAS SANTOS**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno **M EN C. JUAN JOSE HERNANDEZ SOLIS**, el asesor externo el **DR. IVAN OROS ORTEGA**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **“DEFECTOS MAS FRECUENTES EN LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA *Guasuma ulmifolia* Lam (Pixoy), A UN CONTENIDO DE HUMEDAD DEL 18 %”** 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.

A T E N T A M E N T E

Asesor Interno


M en C. Juan José Hernández Solís

Asesor Externo


Dr. Ivan Oros Ortega

INDICE

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

- I. INTRODUCCIÓN
- II. JUSTIFICACIÓN
- III. III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO
- IV. OBJETIVOS
 - 4.1 General
 - 4.2 Específicos
- V. MATERIALES Y MÉTODOS
- VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
- VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES
- VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

IX. CONCLUSIONES

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

XI. ANEXOS

INDICE DE CUADROS

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

Cuadro 2. Cuadro de evaluación de porcentos de probetas en el maquinado con base a la Norma ASTM D 1666-87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área donde se llevó a cabo la colecta de las muestras de la especie *Guasuma ulmifolia* Lam (Pixoy). Ejido Morocoy municipio de Othon P. Blanco.

Figura 2. Ejemplo del proceso de Cepillado

Figura 3. Lijadora tipo banda

Figura 4. Probetas de ensayo terminadas

Figura 5. Probetas envueltas en papel Autoaderente

Figura 6: Secado de las probetas en el parque industrial de Huay Pix.

Figura 7: Extracción de las probetas de la estufa de secado

Figura 8: Elaboración del dimensionado de las probetas de ensayo

Figura 9: Medición de las probetas para Torneado

Figura 10: Primeras pruebas de Cepillado

Figura 11: clasificación del Hilo y Contrahílo de las probetas

I.- INTRODUCCIÓN

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 y revisando los anuarios estadísticos de maderas tropicales realizados por la SEMARNAT en el 2011, se deriva el estudio de la especie *Guazuma ulmifolia* Lam, que se encuentra en grandes cantidades volumétricas en la selva mediana subperennifolia del estado, sin tener un uso y una comercialización, debido a la falta de estudios de las propiedades físicas y mecánicas de la madera, así como su maquinado y todos los posibles usos a derivarse de ella. 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.

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.

Finalmente, *Guazuma ulmifolia* Lam, será una alternativa a considerarse para el sector industrial de la transformación de la madera, se pretende convertirla ahora en una madera útil, comúnmente esta especie ha sido utilizada como leña y carbón durante décadas, en pocas ocasiones forma parte de alguna estructura de casa y se encuentra de manera abundante en la selva tropical.

II. JUSTIFICACIÓN

Debido al aumento indiscriminado de la competencia de las naciones, primordialmente, asiáticas al mercado maderero y dado que la planta industrial del sector forestal en Quintana Roo ha venido experimentado una disminución, en número de instalaciones y producción, que inició hace ya un par de décadas. Se vuelve indispensable retomar el nivel de producción industrial que anteriormente se tuvo, lo cual requiere de mecanismos de apoyo y fomento, que comprenden aspectos: tecnológicos, de mercado, vinculación empresarial, de especialización, de innovación, financiamiento, entre otros; esta característica debe permitir a empresarios e inversionistas modernizar la planta productiva e incorporar características de competitividad a la cadena productiva en la entidad.

Existen especies tropicales como el *Guazuma ulmifolia* Lam, que están en gran abundancia volumétrica en los litorales del Estado de Quintana Roo sin uso alguno, esto es debido a la falta de estudios profundizados y precisos en el maquinado de la madera. Refiriéndose a esta especie en el especial, después de esta investigación los resultados deberán recomendar las técnicas y estrategias visuales para convertir esta madera en un material valioso que permita el desarrollo tecnológico, el valor agregado a la madera de la especie y una mejor calidad de vida para los procesadores de la madera, para demostrar calidad en la producción en la cadena productiva.

III. DESCRIPCION DEL LUGAR DONDE SE LLEVO A CABO EL PROYECTO

5.1 Macrolocalización

El Estado de Quintana Roo 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 $21^{\circ} 37'$ de latitud norte. En su parte más meridional se localiza el paralelo $17^{\circ} 49'$ 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 $86^{\circ} 44'$ de longitud oeste.

5.2 Microlocalización

El municipio de Othón P. Blanco es uno de los 10 municipios en que se divide el estado mexicano de Quintana Roo. Su cabecera es la ciudad de Chetumal, que es también la capital del estado. Recibe su nombre en honor de Othón P. Blanco, quien encabezó la colonización de la región y fundó la ciudad de Chetumal. Por la presencia de la riqueza natural, es uno de los municipios más poblados en cuanto a selvas tropicales. Existen diversas especies sin uso actual y sin uso potencial, por la carencia de estudio profesional. El 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. La colecta de las muestras de la especie se llevó acabo en el ejido Morocoy ubicado a continuación.

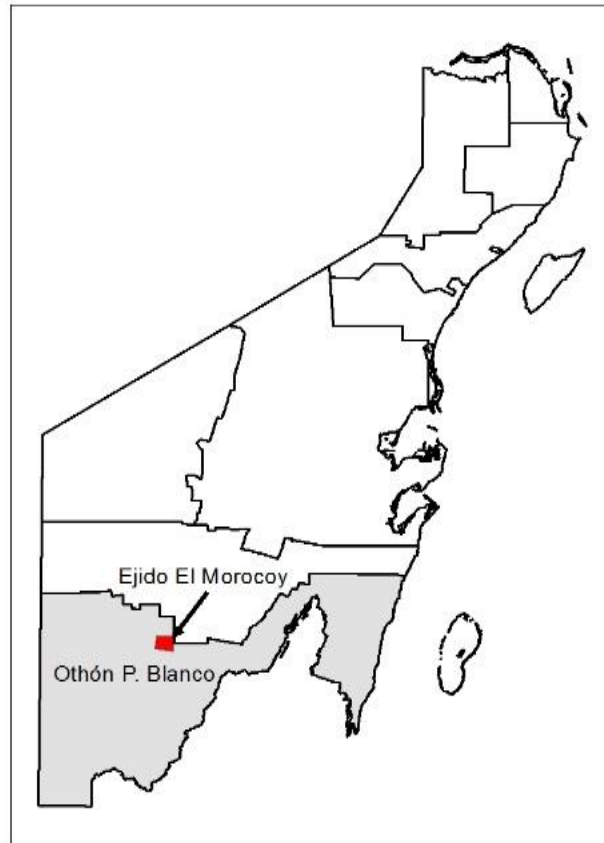


Fig. 1 Área de estudio (ejido Morocoy Mpio. Othon P. B.)

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Determinar las características del secado y maquinado de la madera de *Guazuma, ulmifolia* Lam (Pixoy), cuando se somete a procesos de cepillado, lijado, taladrado moldurado y torneado.

4.2. Objetivos específicos

- Realizar y evaluar los ensayos sobre maquinado de la madera de *Guazuma ulmifolia* Lam, 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 *Guazuma ulmifolia* Lam.
- Realizar las pruebas de lijado de la especie *Guazuma ulmifolia* Lam.
- Realizar las pruebas de taladrado o barrenado de la especie *Guazuma ulmifolia* Lam.
- Realizar las pruebas de moldurado de la especie *Guazuma ulmifolia* Lam.
- Realizar las pruebas de torneado de la especie *Guazuma ulmifolia* Lam.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para realizar la trabajabilidad de la madera de *Guazuma ulmifolia* Lam, se utilizan 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 contempladas 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 tres medidas de grano, 60 u 80, 100 y 120, 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 la cual se manda a elaborar.

Metodología

La metodología que se utiliza para desarrollar el maquinado de la madera de *Guazuma ulmifolia* Lam, es una metodología sencilla adecuada para reunir los conocimientos básicos de trabajabilidad de la madera y así determinar los usos potenciales de la madera. La evaluación de los ensayos se realiza como lo establece la Norma ASTM D 1666-87 (Reaprobada, 1992).

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 se obtienen del material de colecta de campo. El Ejido colaborador del material fue: Morocoy. Las probetas para el análisis de dicho proceso son obtenidas del fuste del árbol, en especial de 1.30 metros de altura hacia arriba.

Los árboles se aserran en sentido longitudinal y se obtienen tablas de 3 metros de largo por 1 ¼ de pulgada de grosor como refuerzo. Se colocan 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.

Una vez obtenidas las piezas de madera aserrada y acondicionadas a un contenido de humedad del 18%, se procede a obtener las probetas a estudiar, basándose en la Norma.

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 desprende 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 de acuerdo 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. De evaluación de las 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

La evaluación del maquinado de la madera de la especie se realiza considerando la suma del porcentaje de piezas excelentes (E) y buenas (B), de acuerdo a la clasificación que se presenta a continuación en el cuadro 2.

Cuadro 2. Cuadro de evaluación de probetas en el Maquinado con base a la Norma ASTM D 1666-87.

% E + B	Clasificación
90 -100	Excelente
80- 89	Buena
60-79	Regular
40-59	Pobre
0-39	Muy Pobre

Los formatos de evaluación para cada proceso ya están elaborados apegados a la Norma establecida con la cual se trabaja.

A continuación, se conocerá el proceso de evaluación. En el maquinado se presentan cinco etapas que son: Cepillado, Lijado, Taladrado, Moldurado y Torneado.

6.1. 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.



Fig. 2 Proceso 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 cepillada 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°.

6.2. Lijado o Pulido

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.



Fig. 3 Lijadora tipo banda

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.

6.3 Taladrado o barrenado

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.

6.4. 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.

6.5. 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 r.p.m. del cabezal deben fijarse a 5000. El 50% de las probetas se trabajan a un C.H. del 18%.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

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.



Fig. 4 Probetas de ensayo



Fig. 5 probetas envueltas en papel plástico antiadherente film, para protegerlas de la humedad.

IX. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

- Se lograron obtener los individuos en pie de la especie *Guasuma ulmifolia* Lam para su derribo y obtención de los patrones, este procedimiento fue algo complicado ya que el ejido Morocoy cuenta con muy pocos arboles de diámetro aproximado a 0.30m de diámetro ya que la mayoría se encuentran con fustes muy delgado lo que dificulta o en algunos casos imposibilita la obtención total de los patrones.
- A pesar de que la información del Maquinado de la madera *Guasuma ulmifolia* Lam (Pixoy) 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 Macroscopia de la madera trabajada, así como los diferentes procesos de Maquinado de la madera.

X. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

Para tratar de corregir el hilo entrecruzado y la presencia de nudos en la madera de *Guasuma ulmifolia* Lam, 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 adecuado a la especie comparar la calidad de la madera procedente del bosque natural con la de la plantación forestal.

XI. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta lo complicado y menesteroso 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 procesos 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.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, A., Meausoone, P.J. y Martin, P. 2000. Optimización de las condiciones de corte en el maquinado de madera. Estimación del desgaste del elemento de corte en fresado. *Bosque* 21(2). Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile. Pp. 127-135.

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.

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.

Flores V., R. 2005. Competitividad de la cadena productiva de madera aserrada en México: el caso de la región Chignahuapan-Zacatlán, Puebla. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. 139 p.

XIII. ANEXOS DE FIGURAS

Figura 6: Secado de las probetas en el parque industrial de Huay Pix.



Figura 7: Extracción de las probetas de la estufa de secado



Figura 8: Elaboración del dimensionado de las probetas de ensayo



Figura 9: Medición de las probetas para Torneado



Figura 10: Primeras pruebas de Cepillado



Figura 11: clasificación del Hilo y Contrahilo de las probetas

