



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

“COMPORTAMIENTO DE LA ESPECIE CUMALA PRESERVADA (*Virola sp*) AL SECADO NATURAL EN LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA MADERAS ACASIA SAC”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

JORGE ARBILDO AREVALO

ASESOR:

Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2017



ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 809

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el bachiller JORGE ARBILDO ARÉVALO, titulada: "COMPORTAMIENTO DE LA ESPECIE CUMALA PRESERVADA (*Viroala sp*) AL SECADO NATURAL EN LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA MADERAS ACASIA SAC", formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

Lo declaramos:

Aprobado

Con el calificativo de:

Bueno


En consecuencia queda en condición de ser calificado:


Apto


Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Iquitos, 28 de diciembre 2017


Ing. JOSE ANTONIO ESCOBAR DIAZ, Dr.
Presidente


Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.
Miembro


Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, M.Sc.
Miembro


Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

"COMPORTAMIENTO DE LA ESPECIE CUMALA PRESERVADA (*Virola sp*)
AL SECADO NATURAL EN LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE
TRANSFORMACIÓN PRIMARIA MADERAS ACASIA SAC"

Aprobado el día 28 de Diciembre del 2017 según acta de sustentación N°
2017

MIEMBROS DEL JURADO



Ing. JOSE ANTONIO ESCOBAR DIAZ, Dr.
Presidente
Reg. CIP N° 18610



Ing. ABRAHAN CABUDDIVO MOENA, Dr.
Reg. CIP N° 40295



Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, M.Sc.
Miembro
Reg. CIP N° 65030



Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
Asesor
Reg. CIP N° 35493

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz que ilumine mi camino y permitir cumplir mis objetivos y metas que me he propuesto.

A mis padres Teófilo Arbildo y Luz Romelia Arevalo por traerme al mundo y por su cariño y amor infinito que me dan y ser ellos que me inculcaron por el buen camino con sus sabios consejos.

A Mis hermanos Henry,
Danicela Leyder Alejandro
Daniel por estar conmigo y apoyarme siempre en todo.

A Mi hija Karen alexia arbildo por ser la fuente de inspiración de seguir adelante cosechando éxitos en la vida. "Gracias"

AGRADECIMIENTO

Al Sr. Elias Cruzado, propietario de la empresa. **MADERAS ACASIA SAC**, por brindarme el acceso, facilidades a la empresa para la toma de la información para la ejecución de la presente tesis.

Al personal de la empresa, por el apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), Facultad de Ciencias Forestales, por el apoyo necesario para obtener mi título profesional.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
FIRMA DE JURADOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO	2
1.1 Antecedentes	2
1.2. Bases Teóricas	6
1.3. Definición de Términos básicos	15
CAPITULO II: METODOLOGÍA	16
2.1. Diseño metodológico	16
2.2. Procedimiento para la recolección de datos	17
2.3. Procesamiento y análisis de datos	18
CAPITULO III. RESULTADOS	19
3.1. Volúmenes de madera en bruto y aserrada	19
3.2. Volumen de madera aserrada cumala apilada en caballete	21
3.3. Contenido de humedad	22
3.4. Defectos en el proceso del secado al aire de madera aserrada cumala preservada	23
3.5. Comportamiento de la temperatura	24
3.6. Comportamiento al secado	27
CAPITULO IV. DISCUSION	28
CAPITULO V. CONCLUSIONES	31
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES	32
CAPITULO VII. FUENTES DE INFORMACION	33

LISTA DE TABLAS

No.	TITULO	Pág.
01.	Volumen de madera cumala en bruto (m ³)	19
02.	Volumen de madera Cumala aserrada (pt) apilada en caballete	21
03.	Contenido de humedad (%) del secado natural en caballete de la madera aserrada de cumala preservada	22
04.	Porcentaje de defectos de secado (tablas y pt)	24
05.	Temperatura promedio diario durante los días de secado	25

LISTA DE FIGURAS

No.	TITULO	Pág.
1.	Contenido de humedad (%) del secado natural en caballete de la madera aserrada de cumala preservada	23
2.	Comportamiento de la temperatura durante el secado	26
3.	Comportamiento del secado, días de secado, temperatura ambiente y humedad de la madera	27

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones de la planta de transformación primaria **MADERAS ACASIA SAC** de propiedad del señor Elías Cruzado, la misma que está ubicada en el centro poblado San José de Cochiquinas, en el distrito de Pevas, provincia Mariscal Ramón Castilla, Departamento de Loreto; con la finalidad de determinar el comportamiento al secado natural en caballete de la cumala preservada (*Virola sp.*).

Los resultados nos muestran que el contenido de humedad inicial es de 102 % una humedad final promedio del 17%, alcanzando un contenido de humedad de equilibrio después del secado al aire apilado en caballete es 17 % en 70 días de secado.

El mayor porcentaje de defectos es por rajaduras que asciende al 2,07 %, seguidas de las grietas 1,49 %, torceduras 1,22%, encorvaduras 0,96 % y otros defectos el 0,62%, siendo el rendimiento de la madera aserrada cumala después del secado al aire libre fue de 96,64 % y madera defectuosa de 6,36 %. De acuerdo a estos resultados, la madera aserrada de cumala preservada, lo podemos clasificar de acuerdo como una especie de **Secado RAPIDO** por el método de apilado en caballete.

Palabras claves: Cumala, *Virola sp*, Comportamiento, secado natural, preservada, Caballete

ABSTRACT

This research work was carried out in the facilities of MADERAS ACASIA SAC primary transformation plant owned by Mr. Elias Cruzado, which is located in the town of San José de Cochiquinas, in Pevas district, Mariscal Ramón Castilla province, Loreto department; with the purpose of determining the behavior of the preserved cumala (*virola* sp.) to natural drying on the trestle.

The results show us that the initial moisture content is 102%, an average final moisture content of 17% reaching an equilibrium moisture content after air drying stacked on a trestle is 17% in 70 days of drying.

The highest percentage of defects is due to cracks, which amounts to 2.07%, followed by cracks 1.49%, twists 1.22%, bends 0.96% and other defects 0.62%, with the yield of the Cumala sawn Wood after drying in the open air was 96.64% and defective Wood was 6.36%.

According to these results, the preserved cumala sawn wood can be classified according to a type of FAST DRYING by the method of stacking on a trestle.

Keywords: Cumala, *Virola* sp, behavior, natural drying, preserved, trestle.

INTRODUCCION

El presente estudio de investigación encuentra su justificación en la medida de que la industria de madera hoy en día en la región Loreto atraviesa por una seria crisis, los empresarios madereros ya no cuentan con volúmenes importantes de exportación, normalmente lo hacían hacia países como México, EEUU, Canadá, y algunos países de Europa como España, Francia, entre otros.

Esta grave crisis ha originado el cierre de un alto porcentaje de empresas madereras y las que sobreviven solo tienen el mercado local y algo para el mercado nacional. Los costos del secado son relativamente altos para el nivel socio económico de nuestra población, consumo que se concentra en los niveles más bajos socio económicamente hablando, por otro lado, los empresarios madereros no cuentan con volúmenes importantes de madera como para justificar el llenado de sus cámaras para el secado artificial.

El secado natural tiene un costo muy bajo lo que hace que las maderas en el mercado local puedan ser adquiridas a precios cómodos, sin embargo, hay que dejar en claro que la vida útil de estas maderas se acorta como consecuencia de un secado que no garantiza mayor vida útil

Existe una buena justificación económica ya que la población se verá beneficiada con madera seca al aire, pero con menor vida útil, sin embargo, cumple con las expectativas de costos para la población

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes

Lizárraga (2010), sostiene que el tiempo máximo recomendado para que las tablas aserradas permanezcan en las talanqueras es de nueve días en verano, tiempo suficiente, pasado este se vuelve inoficioso.

Así mismo también indica que las industrias deben establecer un patio de pre secado de cemento donde se realice este así mismo contar con mayor información técnica que permite reducir el tiempo de permanencia de las tablas en las talanqueras.

Pérez (2010), sostiene que la calidad inicial de la madera y la realización de un pre secado (oreado de la madera) son factores importantes en la calidad del producto final y en la reducción del tiempo del proceso de secado.

La temperatura de secado y el espesor afectan significativamente al coeficiente global de secado. Una mayor temperatura aumenta el coeficiente global de secado mientras que el mayor espesor disminuye la magnitud del coeficiente global de secado.

Fuentes *et al* (1996), indican que la madera de latifoliadas presenta una amplia gama de propiedades y factores que caracterizan y definen su comportamiento durante su secado, que en general presentan mayor grado de dificultad que las coníferas para ser secadas, sobre todo las especies clasificadas como duras y semiduras.

Valderrama *et. al* . (1992), determinaron que el secado de la cumala colorada bajo cobertizo y en caballete y otras especies estudiadas como

la espintana, marupa, aguano cumala alcanzaron entre el 16 al 18 % de humedad de equilibrio en 76 días, cuyos resultados se pueden señalar con el presente estudio como similares.

En teoría desde hace muchos años atrás, investigadores como Fernández (1998), sostiene que el secado al aire libre es paulatino y tomado como media anual en el caso de Europa Central, este llega al 15 % de humedad de equilibrio por tanto es posible secar la madera hasta el 15 % de humedad almacenándola al aire libre y protegiéndola de la lluvia, en el caso de que exista una buena ventilación el secado al aire libre puede durar entre 1 a 4 años, así mismo sostiene que el secado al aire libre está expuesto a los rayos solares y vientos por lo que es posible se originen defectos como el aconcha miento , fendas capilares, alabeos, lo que ocurre en forma parecida en el secado artificial.

Guevara (1996), En estudio del comportamiento al secado natural en apilado horizontal de cuatro especies maderables de bosques secundarios (atadijo, causho masha, huamanzamana, topa), en el laboratorio de tecnología de la madera de la estación experimental de Pucallpa - INIA, alcanzaron un contenido de humedad final del orden del 20% en tiempo menores de 120 días.

Mateluna (2006), manifiesta que la mayor parte de las exportaciones de madera (37%), se dirigieron a los EEUU de Norteamérica; le sigue México con 28%; posteriormente viene China con 20% (este país incrementó sus compras al Perú en 154% con respecto al mismo período del 2005); continua Hong Kong con 3% (incrementó compras en 77% en relación al 2005); finalmente vienen Italia, República Dominicana, Puerto Rico,

Guatemala y Chile con 2%, 2%, 1%, 1% y 1% de participación respectivamente. Es necesario mencionar que de la producción total de madera aserrada de cumala y caoba, EEUU adquiere el 70% del total, seguido por México con el 26%. El principal comprador de puertas, marcos, contramarcos y umbrales de madera es Chile, con el 52% de participación, seguido por EEUU con el 42% y por España con el 5% del total.

La Confederación Peruana de la Madera (2008), mencionan que la especie cumala, en el Perú se encuentra principalmente en los departamentos de Loreto, San Martín y Ucayali. Se desarrolla en las partes bajas de las formaciones ecológicas de bosque húmedo tropical (bh-T) y en los bosques secundarios en suelos inundables y en altitudes entre 80 a 1000 m.s.m. Se asocia con *Terminalia sp*, *Manilkara sp*, *Protium sp*, *Schizolobium sp*, otros.

Es un árbol de fuste recto y cilíndrico. Altura total de hasta 30 m. Altura comercial de 17 a 20 m. Diámetro a la altura del pecho de 60 cm. De copa plana a redonda, con ramificaciones más o menos verticales. El fuste posee fisuras anchas y poco profundas, desprendimiento de escamas gruesas.

Como características tecnológicas, con una densidad básica de 0.45 gr/cm³, contracción tangencial de 9,87%, radial 4,45% y volumétrica de 13,40%.

La madera es de color blanco. Olor y sabor ausentes o no distintivos. Brillo elevado. Grano recto y textura mediana. Es una madera fácil de

aserrar y de regular a buen comportamiento a la trabajabilidad con máquinas de carpintería. Resistencia mecánica baja, buena para cepillado, torneado y moldurado y regular para taladrado. El secado al aire se realiza de forma rápida. Presenta un buen comportamiento al secado artificial con un programa severo.

Madera poco durable, muy susceptible al ataque de termites, hongos e insectos de maderas secas. De fácil preservación en los tratamientos baño caliente-frío y vacío a presión. Impregnabilidad buena. La madera se puede utilizar en carpintería de obra, laminado, cajonería y mueblería.

1.2. Bases Teóricas

Atencia, (2006), manifiesta que cuando hablamos de secado de madera nos estamos refiriendo a la relación entre la madera y la humedad, que es sin duda uno de los aspectos más importantes de la tecnología de la madera.

El Instituto Nacional Forestal y de Fauna (1988), señalan que el secado de la madera es importante porque aporta las siguientes ventajas:

Aumento de la estabilización dimensional de madera seca: El secado previo permite la estabilización en forma y dimensiones de la madera en uso, minimizando los cambios que puedan presentarse como respuesta a variaciones en su contenido de humedad.

- Aumento notable de la resistencia biológica de la madera seca contra la pudrición y manchas causadas por hongos xilófagos, cromógenos y moho. Se admite como regla general, que la degradación de la madera se da por actividad biológica.
- El secado, una condición indispensable para la preservación de la madera. La madera verde con un contenido de humedad mayor del punto de saturación de las fibras ($CH > 30\%$) no puede ser tratada ni por el proceso de vacío y presión ni por inmersión o aspersion, pues no se puede inyectar un preservante líquido a una madera con los poros llenos de agua.
- El secado, una condición indispensable para los acabados de superficies de madera: La apariencia final de muchos productos de madera determina su rendimiento económico. Todos los procesos de acabado

como el laqueado, el barnizado, y el pintado o el teñido requieren para su aplicación una superficie seca y limpia.

- Aumento de los esfuerzos admisibles de la madera por secado: Las propiedades físicas y mecánicas de todas las maderas dependen del contenido de humedad. Al secar la madera por debajo del punto de saturación de las fibras (PSF) aumenta su resistencia mecánica. El contenido de esta relación existente entre el contenido de humedad y la resistencia mecánica permite al ingeniero proponer y determinar en forma exacta el uso de la madera como el elemento estructural.

Mendes (1996), indica que la madera contiene agua en su complicada estructura que está formada por células. Esta agua, nada más es aquel líquido que compone la savia del árbol. Cuando toda el agua es retirada de la madera, nosotros decimos que ella está absolutamente seca, y si la pesamos en una balanza, estaremos obteniendo su peso seco.

Muñoz (2008), sostiene que para secar madera correctamente es fundamental que exista una buena circulación de aire. Las tablas o tablones deben ser apilados en un lugar ventilado, debiéndose prestar la máxima atención a la construcción de las pilas.

Pozos (2010), señala que la tecnología del secado, estudia el procedimiento de sacar el agua de la madera, de forma de obtener un producto sin defectos ni alteraciones que disminuyan su valor y que puedan seguir transformándose sin causar problemas derivados del secado. Por tal motivo el hombre con el propósito de mejorar las condiciones con las que la madera obtenga las características apropiadas

para su utilización y comercialización, ha llevado a la tarea de estudiar la manera de cómo acelerar su proceso de secado y el mejoramiento de la madera

Con el paso del tiempo se ha avanzado en el estudio de diversas formas de secado, como es el secado en hornos. Algunos de los problemas son: llegar a una temperatura óptima de secado, que la temperatura se conservara durante un periodo de tiempo prolongado. Pero una de las grandes problemáticas fue, que nos ayudaría a conservar ese calor generado, para ello se han creado cámaras de secado de diversos materiales que tienen la propiedad de no permitir la fuga de calor, estos son los materiales aislantes térmicos, cuya propiedad es la conductividad térmica y que de acuerdo a cada material cambia como es el caso de los metales con una conductividad muy alta que en comparación de los materiales cerámicos su conductividad es muy baja. La tecnología ha ayudado en la creación y utilización de materiales aislantes sintéticos como el polietileno con una conductividad térmica muy baja al igual que el poliuretano y otros materiales sintéticos.

Ananías, (1993), señala que la madera al ser cortada en el bosque se encuentra con sus lúmenes celulares y paredes celulares saturados de agua. A esta condición de humedad en la madera se le designa como contenido de humedad máximo (CH max.). Como la madera es un material higroscópico absorbe o entrega agua de acuerdo a las condiciones ambientales, lo cual hace variar el contenido de humedad dependiendo del ambiente en que se encuentre. Si se ha iniciado el proceso de pérdida de humedad, la madera entrega al ambiente el agua

libre contenida en sus lúmenes celulares hasta alcanzar el punto de saturación de las fibras (PSF), que corresponde al contenido de humedad en el cual se ha eliminado toda el agua libre del interior de los lúmenes celulares y las paredes celulares se mantienen completamente cubiertas de agua. El contenido de humedad en el PSF depende de varios factores y es variable para las diversas especies. Sin embargo, para fines prácticos se acepta en general un 28% como promedio (**Ananías, 1993**), acota que por debajo del punto de saturación de las fibras y al continuar el proceso de pérdida de humedad, la madera comienza a perder agua contenida en sus paredes celulares, hasta alcanzar un contenido de humedad en el cual el proceso se detiene. Este estado se designa como contenido de humedad de equilibrio (CHE). El contenido de humedad de equilibrio de la madera depende fundamentalmente de la especie, la temperatura y la humedad relativa del ambiente en que se encuentre la madera. La pérdida de humedad por debajo del contenido de humedad de equilibrio solo puede lograrse mediante secado artificial, el que permite finalmente extraer, si se desea, toda el agua contenida en la madera, es decir llegar al estado anhidro, lo cual es teórico ya que es imposible de obtener madera seca al 0% de contenido de humedad, por 2 razones principalmente, primero porque al sacarla de la cámara captaría humedad y segundo que la madera es incapaz de soportar tales tensiones de secado

Álvarez y Fernández (1992), sostiene que secar quiere decir eliminar el agua que está en exceso. Para conseguir este fin son necesarias estas acciones:

- Suministrar el calor necesario para producir la evaporación del agua. - Provocar el desplazamiento por capilaridad del agua líquida del interior de la pieza al lugar donde se evapora y después transportar el vapor, producto de la evaporación, por difusión hasta la superficie. Este proceso de circulación del agua en el interior de la madera es tanto más rápido cuanto mayor es la temperatura. - Arrastrar el vapor, resultante de la evaporación, de la superficie de la pieza.

El secado correcto se basa en combinar las exigencias siguientes:

- La madera debe secarse en el menor tiempo posible.
- La madera debe secarse sin daños.
- La madera debe secarse lo más económicamente posible.

Si se quiere secar con excesiva rapidez, se corre el peligro de producir gradientes de humedad que, debido a la merma, pueden causar grietas externas e internas. Si se seca muy lentamente, el coste del almacenamiento necesario puede resultar prohibitivo. En la práctica, se está siempre obligado a encontrar un compromiso entre estas exigencias en función de la situación económica que impere en cada momento.

Álvarez (1984), sostiene que el proceso de secado al aire incluye factores climáticos que influyen en el secado a la intemperie, el aire es el agente secante. Su temperatura, su humedad y su velocidad son los elementos determinantes del proceso de secado, actuando de la siguiente forma:

La temperatura: Es un factor de aceleración de la evaporación. Cuanto más elevada es la temperatura más intensa será la evaporación, puesto

que el aire podrá suministrar más calor y absorber más humedad. Por otra parte, condiciona la velocidad de circulación del agua desde el interior hacia el exterior del material. Para una humedad dada el cociente de circulación del agua en la madera aumenta con la temperatura. A 80°C la velocidad de circulación es, aproximadamente, cinco veces mayor que a 25°C.

La humedad relativa: Cuanto menor es la humedad relativa del aire mayor capacidad de absorción de vapor tendrá, favoreciendo de este modo la velocidad de evaporación. En cuanto a la velocidad de circulación del agua en el interior de la madera su influencia es muy pequeña.

La velocidad del aire: La velocidad del aire en la superficie de la madera tiene una gran influencia en la primera etapa del secado, cuando se trata de eliminar el agua libre. Se comprende que si no hay movimiento de aire alrededor de la madera se creará una capa de aire saturado que la aislará. Una débil velocidad del aire es también causa de un intercambio de calor poco importante y, por consiguiente, de una pequeña evaporación.

LSU – AG CENTER (2008), sostienen que la madera se seca por el movimiento del agua libre a través de las cavidades de sus vetas, el movimiento del agua confinada por medio de las paredes de sus vetas y el movimiento del vapor de agua a través de los espacios de sus vetas. Cuando la madera se seca a aproximadamente un 30% del contenido de la humedad, es decir, cuando se ha extraído el agua de las cavidades de la veta, pero sigue saturada en sus paredes, se dice que ha llegado al punto de saturación de la veta (PSF). La madera comienza a contraerse

después que el contenido de la humedad es inferior al PSF. Dado que la madera no es homogénea, se contrae más a lo largo de los anillos de crecimiento que a través de ellos. La menor contracción o expansión de la madera se da en la dirección longitudinal o “del tronco del árbol”. Estas variaciones causan defectos en el secado tales como desviaciones y hendiduras. La contracción y expansión cesará a medida que el contenido de humedad de la madera vaya equilibrándose con respecto a la humedad en el ambiente circundante. Las especies de la madera varían en cuanto a la velocidad y cantidad de contracción. Una pieza individual de madera muestra patrones singulares de contracción o expansión en sus tres planos. Las tres direcciones primarias del movimiento de la madera son: tangencial (perpendicular a los anillos de crecimiento), radial (paralelo a los anillos de crecimiento) y longitudinal (paralelo a la veta, la dirección vertical de un árbol). En la mayoría de las especies nacionales, el cambio en la dimensión tangencial es, con frecuencia, casi el doble del movimiento radial, mientras que el cambio en la longitud dimensional es casi siempre insignificante, a menos que la madera presente tejidos anormales

Hoheisel (1989) citado por GIL D. (2013). Sostiene que el equilibrio higroscópico se define como todo cuerpo poroso en contacto con un ambiente absorbe o pierde humedad si no hay una igualdad entre las presiones parciales de vapor del aire circundante y del cuerpo húmedo. Mientras que estos valores de la presión sean diferentes, se puede afirmar que hay una transferencia de humedad del cuerpo al ambiente o viceversa.

La magnitud de la transferencia de humedad depende de la humedad relativa del aire, en consecuencia, para un cuerpo saturado de agua, la transferencia será nula cuando sea de 100 % y será máxima cuando sea 0 %. Al cabo de cierto tiempo las presiones parciales de vapor de agua en el aire y la del cuerpo poroso se igualan, punto en el cual no habrá más transferencia de humedad de un medio al otro, llamado punto de equilibrio higroscópico de la madera o humedad higroscópica de la madera, cabe anotar que durante este proceso la madera tiende a alcanzar la temperatura seca del ambiente.

Cuando el equilibrio higroscópico es alcanzado, la humedad de la madera no varía más y se dice que ha llegado al contenido de humedad de equilibrio o humedad límite. Este contenido de humedad permanecerá constante mientras las características del aire que rodean a la madera no cambien. Es importante anotar que este equilibrio no se alcanza instantáneamente y el tiempo depende de factores como: el espesor, la densidad, la humedad inicial etc.

Álvarez y Fernández (1992), manifiestan que los defectos de secado son todas aquellas imperfecciones que se presentan en una pieza de madera durante el proceso de secado, afectando tanto las propiedades físicas, mecánicas y/o químicas, disminuyendo su calidad, determinando generalmente una limitación en su uso o aplicaciones, la contracción es la causa de defectos como endurecimiento, colapso celular, grietas (internas y externas), rajaduras y alabeo (abarquillado, arqueadura, encorvadura y torcedura).

CHRISCAMRE vs BLOG (2009). Todo daño en la estructura o alteración en la apariencia de la madera, producido durante el proceso de secado y que disminuye su valor comercial o su duración o afecta su aptitud industrial, se considera defecto de secado. Dichos defectos se presentan desde el momento en que ha sido cortado el árbol, ya sea en la troza, en la madera aserrada o, inclusive, en el producto terminado y en uso, cuando éste ha sido elaborado con madera verde o deficientemente tratada.

Dichos efectos tienen distintas manifestaciones según la causa y las circunstancias en las cuales se desarrollan. Si se sabe cómo, dónde y por qué ocurren, es posible tomar precauciones para que el deterioro sea el mínimo posible. Para esto se tiene en cuenta los siguientes posibles defectos que se pueden detectar:

Defectos Asociados con las Contracciones

Defectos Asociados con Cambios Químicos

Fernández (1998), sostiene que si se conduce el secado con cuidado, si se puede evitar todos los defectos producidos por las tensiones excesivas como por ejemplo las hendiduras, en el interior de la madera, las hendiduras en el exterior el aconchamiento y el colapso celular, no se puede evitar la contracción natural y normal de la madera, la contracción normal de la madera puede conducir también a una deformación inoportuna de las tablas cuando la madera procede de árboles que han crecido en hélice o ha sido aserrado en sentido oblicuo del conducto medular.

1.3. Definición de Términos básicos

Secado Natural: Es un método mediante el cual la madera pierde humedad hasta determinado porcentaje dependiendo de las condiciones climáticas como temperatura, humedad del medio, velocidad del viento. (Ministerio del Ambiente, 2009)

Secado en Caballete: Técnica de colocar la madera húmeda en estructuras debidamente acondicionadas para cada tabla considerando la ventilación con la finalidad de bajar el porcentaje de humedad de cada tabla. (Ministerio del Ambiente, 2009)

El contenido de humedad: Es el peso de la cantidad de agua presente en una pieza de madera, expresado en función del peso de esa pieza en condición seca al horno o anhidra. **Alvarez y Fernández (1992),**

Defecto de secado: Se entiende por cualquier característica en un producto de madera que ocurre durante el proceso de secado y reduce el valor agregado del producto. **Alvarez y Fernández (1992)**

Tiempo de secado: Es el parámetro que, tal vez, más interesa a quien debe secar maderas de la madera, y tantos otros factores; por tales motivos se lo puede calcular solo en forma aproximada. Pero lamentablemente es de difícil previsión. El tiempo de secado está, efectivamente, sujeto a muchos factores y por lo tanto muy variable: **Mendes (1996),**

Rajaduras: Son separaciones de elementos de la madera que se extienden a lo largo del grano y afectan totalmente el espesor de la pieza, o dos puntos opuestos de una madera. **(Junta del Acuerdo de Cartagena, 1989).**

CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1. Diseño metodológico

La investigación utilizada en la presente investigación es de tipo observacional, longitudinal y analítica; es observacional porque el investigador no interviene manipulando las variables de estudio, sino que la información tomada (datos) refleja la evolución natural de los eventos, el investigador se mantiene ajeno al suceso.

Es longitudinal porque mide dos variables de estudio como la variable independiente que es el secado natural en caballete de madera preservada de la Cumala y la variable dependiente el comportamiento al secado natural en caballete de madera preservada de la cumala.

Es analítica porque controla dos variables, como también plantea y pone la prueba hipótesis, estableciendo también asociación entre factores.

2.1.1. Diseño muestral

2.1.1.1. Población

La población fue un lote de madera aserrada equivalente a 1 121 unidades (tablas) de 1" de espesor, cantidad que corresponde al aserrío y preservado de un día de trabajo de 8 horas.

2.1.1.2. Muestra

Dado el tamaño de la población incluye 1 121 tablas, se trabajó con el 100 % de la población, sin proceder a la selección de la muestra. Para tal decisión se consideró de que la muestra señala que sólo cuando es muy amplia el universo de

investigación se debe definir una muestra representativa del mismo

2.2. Procedimiento para la recolección de datos

2.2.1. Procedimiento

El procedimiento consistió en seleccionar la población de la especie en estudio que para el caso fue la especie cumala de 1" de diferentes longitudes y anchos, esta población se colocó en talanqueras, método conocido como apilado en caballete, inmediatamente después de la etapa de aserrado y preservado. Este método en caballete consistió en una viga transversal superior que forma una pila "X", es decir con los extremos cruzados, y una viga ligeramente levantada sobre el suelo para evitar el contacto directo del extremo inferior de las tablas con el suelo.

Al inicio del proceso, se controló el contenido de humedad inicial de cada una de las tablas mediante el uso de un medidor de humedad, para luego registrarse el contenido de humedad en porcentaje todos los días hasta llegar al 30 %.

Durante el proceso de secado se observó los diferentes defectos que se presentaban.

Con el fin de evaluar el comportamiento del secado con respecto a la variación de los datos climatológicos del lugar del estudio, se obtuvieron los valores diarios de temperatura.

Obtenida la información se procedió a su respectivo análisis y procesamiento para determinar el grado de calidad del secado en función a los parámetros establecidos para estos fines.

Comportamiento al secado

Según el procedimiento elaborado por Arostegui *et al* (1975), citado por Guevara (1996) y en base al tiempo de secado, la madera se clasificará en tres grupos:

Secado rápido: Aquellas maderas que alcanzan un contenido del 20% en un tiempo de secado de 120 días

Secado moderado: Aquellas maderas que alcanzan un contenido del 20% en un tiempo de secado de 121 - 240 días

Secado lento: Aquellas maderas que alcanzan un contenido del 20% en un tiempo de secado mayor a los 240 días

2.3. Procesamiento y análisis de datos

Para el proceso de Análisis de dato, se elaboró una base de datos que comprende la información tomada durante los meses de observación, la misma que fue debidamente analizada para luego aplicar los diferentes estadísticos:

Para el cálculo de la información antes indicada se utilizó el programa Excel de acuerdo a las fórmulas establecidas en la estadística.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Volúmenes de madera en bruto y aserrada

3.1.1. Madera en bruto de la especie cumala

En la tabla 01, se muestra la cantidad de trozas que se utilizaron, las cuales figuran en el orden de cuarenta y tres trozas (43) de la especie cumala cuyo volumen fueron el siguiente:

Tabla 01: Volumen de madera cumala en bruto (m³)

N°	Especies	D1	D2	L	VOL
1	CUMALA	56	51	4	0,899
2	CUMALA	51	49	4	0,785
3	CUMALA	49	46	4	0,709
4	CUMALA	46	49	4	0,709
5	CUMALA	49	52	4	0,801
6	CUMALA	52	58	4	0,95
7	CUMALA	58	62	4	1,131
8	CUMALA	62	64	4	1,247
9	CUMALA	46	48	4	0,694
10	CUMALA	48	50	4	0,754
11	CUMALA	50	56	4	0,882
12	CUMALA	56	58	4	1,021
13	CUMALA	46	47	4	0,679
14	CUMALA	47	49	4	0,724
15	CUMALA	49	55	4	0,849
16	CUMALA	55	59	4	1,021
17	CUMALA	47	47	4	0,694
18	CUMALA	47	48	4	0,709

Tabla 01: Volumen de madera cumala en bruto (m³) (Cont...)

N°	Especies	D1	D2	L	VOL
19	CUMALA	48	50	4	0,754
20	CUMALA	51	56	4	0,899
21	CUMALA	56	60	4	1,057
22	CUMALA	60	64	4	1,208
23	CUMALA	64	65	4	1,307
24	CUMALA	65	70	4	1,431
25	CUMALA	55	59	4	1,021
26	CUMALA	59	59	4	1,094
27	CUMALA	59	61	4	1,131
28	CUMALA	46	46	4	0,665
29	CUMALA	46	47	4	0,679
30	CUMALA	47	47	4	0,694
31	CUMALA	47	50	4	0,739
32	CUMALA	50	52	4	0,817
33	CUMALA	63	65	4	1,287
34	CUMALA	65	65	4	1,327
35	CUMALA	65	62	4	1,267
36	CUMALA	72	74	4	1,674
37	CUMALA	46	49	4	0,709
38	CUMALA	49	52	6	0,801
39	CUMALA	52	54	6	0,882
40	CUMALA	54	56	5.5	0,95
41	CUMALA	46	46	5.5	0,665
42	CUMALA	46	48	5.5	0,694
43	CUMALA	48	53	5.5	0,801
TOTAL					39,811

3.2. Volumen de madera aserrada cumala apilada en caballete

El total de madera en troza que entro en el proceso de aserrado fue de 39,811 m³. De este total se obtuvieron 1 121 tablas de diferentes medidas con 9 020,08 pt. , tal como se observa en la tabla 02.

Tabla 02: Volumen de madera Cumala aserrada (pt) apilada en caballete

ancho (pulg)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL	TOTAL	Pt
Largo en Pies															Tablas	anchos	
7'	5	6	6	5	8	10	15	25	25	14	3	2	2	3	129		
	30	42	48	45	80	110	180	325	350	210	48	34	36	57		1595	930,42
8'	6	5	5	4	5	15	16	18	20	12	3	1	4	2	116		
	36	35	40	36	50	165	192	234	280	180	48	17	72	38		1423	830,08
9'	7	4	3	7	6	12	16	30	22	12	4	1	3	2	129		0.00
	42	28	24	63	60	132	192	390	308	180	64	17	54	38		1592	928,67
10'	4	6	5	5	6	12	13	25	26	10	5	2	4	3	126		
	24	42	40	45	60	132	156	325	364	150	80	34	72	57		1581	922,25
11'	5	5	5	5	12	24	22	26	27	13	7	3	4	1	159		
	30	35	40	45	120	264	264	338	378	195	112	51	72	19		1963	1145,08
12'	6	5	6	3	10	15	14	15	18	16	7	5	2	4	126		
	36	35	48	27	100	165	168	195	252	240	112	85	36	76		1575	918,75
13'	3	4	8	2	13	17	15	18	21	14	9	7	2	2	135		
	18	28	64	18	130	187	180	234	294	210	144	119	36	38		1700	991,67
14'	4	3	4	4	12	12	15	16	18	9	8	4	3	3	115		
	24	21	32	36	120	132	180	208	252	135	128	68	54	57		1447	844,08
15'	2	0	1	7	12	15	15	12	21	5	4	4	0	2	100		
	12	0	8	63	120	165	180	156	294	75	64	68	0	38		1243	725,08
16'		0		0	5	7	10	9	7	3	1	4	3	2	51		
	0	0	0	0	50	77	120	117	98	45	16	68	54	38		683	398,42
17'	8	5		0	4	2	3	2	4	1	1	2	4	0	36		
	48	35	0	0	40	22	36	26	56	15	16	34	72	0		400	233,33

Tabla 02: Volumen de madera Cumala aserrada (pt) (Cont...)

ancho (pulg)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL	TOTAL	Pt
Largo en Pies															Tablas	anchos	
18'		0		0	4	3	3	3	1	0	2	0	0	0	16		
	0	0	0	0	40	33	36	39	14	0	32	0	0	0		194	113,17
19'		0	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7		
	0	0	24	9	10	11	0	13	0	0	0	0	0	0		67	39,08
20'	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5		
	0	0	8	18	0	11	12	0	0	0	0	0	0	0			
TOTAL	50	43	47	45	98	146	158	200	210	109	54	35	31	24	1121	15463	9020,08

Las tablas fueron colocadas en forma de rumas o paquetes sin separadores después de haberlas sometidos a un proceso de preservación preventiva con 30 a 40 segundos en una tina de preservación, al día siguiente fueron colocadas en las talanqueras y observadas en forma diaria con la finalidad de moverlas y adecuarlas a las condiciones necesarias para los fines de secado.

3.3. Contenido de humedad

El contenido de humedad inicial y final de las tablas de cumala preservadas, se puede observar en la tabla 03, figura 01; cuyos registros, se realizaron desde al día siguiente del aserrío habiendo ingresado las tablas de una pulgada de espesor con un promedio de contenido de humedad inicial del orden de 102 % de humedad y de una humedad final promedio del 17%.

Tabla 03: Contenido de humedad (%) del secado natural en caballete de la madera aserrada de cumala preservada.

HUMEDAD (%)	102	94	89	76	55	43	34	30	28	25	23	22	20	19	17	17	17	17
N° DIAS	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85

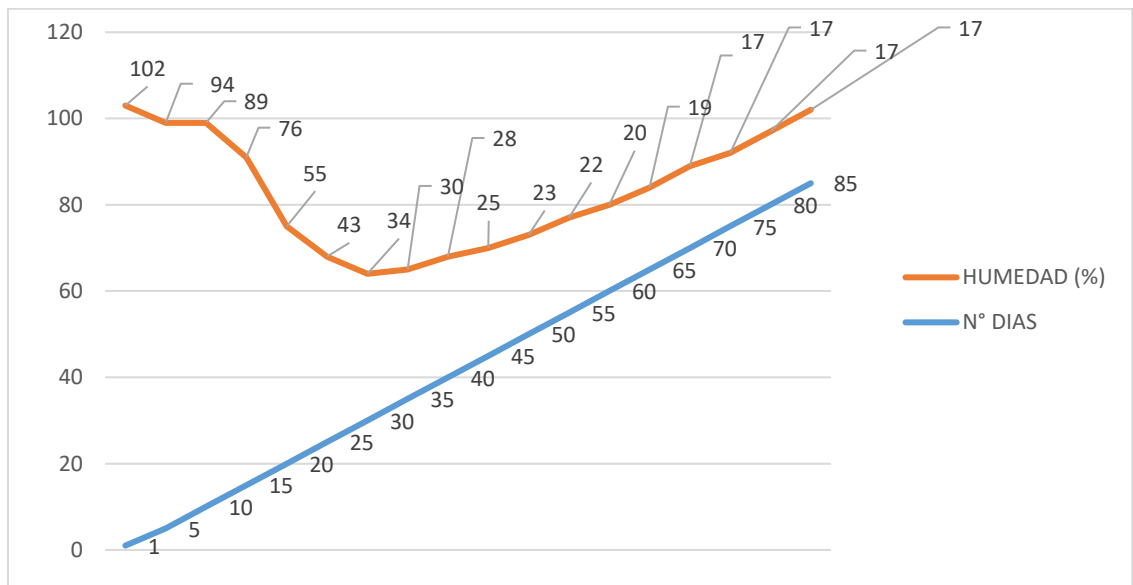


Figura 01: Contenido de humedad (%) del secado natural en caballete de la madera aserrada de cumala preservada.

3.4. Defectos en el proceso del secado al aire de madera aserrada cumala preservada

Los resultados se observan en la tabla 04, donde el mayor porcentaje de defectos es por rajaduras que en términos de volumen corresponde a 187 pt que asciende al 2,07 % del volumen total que se sometió al proceso de secado al aire.

En segundo orden están las grietas que afectaron a 16 tablas con 1,43 % y en volumen a 134 pt, luego se encuentran las torceduras y encorvaduras que afectaron a 12 y 13 tablas respectivamente con 1,22% y 0,96 % y en volumen alcanzaron 110 pt y 87 pt, la presencia de otros defectos fue mínima con 0,62%.

Se puede establecer que del 100 % de la madera aserrada seca al aire, existe un porcentaje determinado, en este caso 6.36 % (72 tablas con 575 pt) que pierde su calidad por defectos diversos como rajaduras, grietas, torceduras, encorvaduras y otros.

Tabla 04: Porcentaje de defectos de secado (tablas y pt)

Defecto	N° Tablas	%	Vol. (pt)	%
Rajaduras	21	1,87	187	2,07
Grietas	16	1,43	134	1,49
Torceduras	12	1,07	110	1,22
Encorvaduras	13	1,16	87	0,96
Otros	10	0,89	56	0,62
Total	72	6,42	574	6,36

3.5. Comportamiento de la temperatura

En la tabla 05, fig. 02, se puede observar las temperaturas consignadas durante el tiempo que evaluó el comportamiento (01/08/16 al 24/10/16), al cual se puede observar cómo interviene la temperatura del ambiente que fluctuó entre 28 °C a 35 °C, si establecemos el promedio de temperatura en los 70 días de secado se puede decir que tuvo un promedio de 30,6 °C.

Tabla 05. Temperatura promedio diario durante los días de secado

N°	Días	Temp (C°)	N°	Días	Temp (C°)	N°	Días	Temp (C°)
0	lu. 01/08	33°	31	mi. 31/08	27°	61	vi. 30/09	36°
2	ma. 02/08	33°	32	ju. 01/09	30°	62	sá. 01/10	34°
3	mi. 03/08	29°	33	vi. 02/09	33°	63	do. 02/10	28°
4	ju. 04/08	32°	34	sá. 03/09	36°	64	lu. 03/10	30°
5	vi. 05/08	34°	35	do. 04/09	33°	65	ma. 04/10	33°
6	sá. 06/08	35°	36	lu. 05/09	27°	66	mi. 05/10	35°
7	do. 07/08	34°	37	ma. 06/09	26°	67	ju. 06/10	34°
8	lu. 08/08	33°	38	mi. 07/09	33°	68	vi. 07/10	33°
9	ma. 09/08	34°	39	ju. 08/09	35°	69	sá. 08/10	33°
10	mi. 10/08	28°	40	vi. 09/09	35°	70	do. 09/10	30°
11	ju. 11/08	31°	41	sá. 10/09	34°	71	lu. 10/10	24°
12	vi. 12/08	32°	42	do. 11/09	30°	72	ma. 11/10	30°
13	sá. 13/08	34°	43	lu. 12/09	32°	73	mi. 12/10	33°
14	do. 14/08	35°	44	ma. 13/09	36°	74	ju. 13/10	33°
15	lu. 15/08	34°	45	mi. 14/09	31°	75	vi. 14/10	33°
16	ma. 16/08	33°	46	ju. 15/09	33°	76	sá. 15/10	34°
17	mi. 17/08	33°	47	vi. 16/09	34°	77	do. 16/10	35°
18	ju. 18/08	32°	48	sá. 17/09	31°	78	lu. 17/10	36°
19	vi. 19/08	35°	49	do. 18/09	30°	79	ma. 18/10	37°
20	sá. 20/08	35°	50	lu. 19/09	28°	80	mi. 19/10	36°
21	do. 21/08	30°	51	ma. 20/09	33°	81	ju. 20/10	35°
22	lu. 22/08	29°	52	mi. 21/09	33°	82	vi. 21/10	34°

Tabla 05. Temperatura promedio diario durante los días (cont...)

N°	Días	Temp (C°)	N°	Días	Temp (C°)	N°	Días	Temp (C°)
23	ma. 23/08	30°	53	ju. 22/09	33°	83	sá. 22/10	33°
24	mi. 24/08	34°	54	vi. 23/09	30°	84	do. 23/10	33°
25	ju. 25/08	32°	55	sá. 24/09	33°	85	lu. 24/10	34°
26	vi. 26/08	29°	56	do. 25/09	32°	86		
27	sá. 27/08	33°	57	lu. 26/09	33°	87		
28	do. 28/08	33°	58	ma. 27/09	33°	88		
29	lu. 29/08	36°	59	mi. 28/09	32°	89		
30	ma. 30/08	35°	60	ju. 29/09	35°	90		

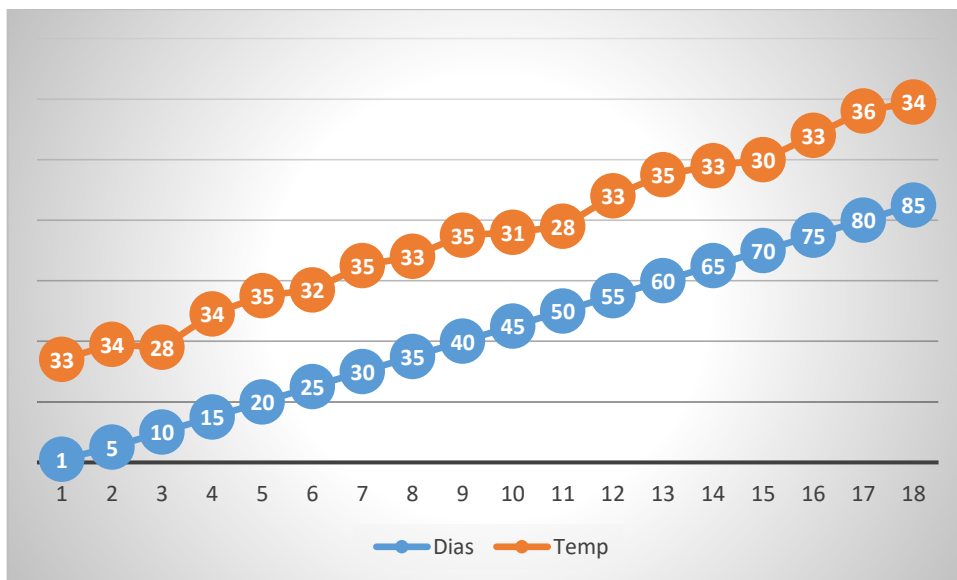


Figura 02: Comportamiento de la temperatura durante el secado

3.6. Comportamiento al secado

Después del proceso de secado, los resultados expresan que las tablas de la especie cumala preservadas, con un promedio de contenido de humedad inicial del orden de 102 % de humedad, transcurrieron un tiempo de secado de 70 días, cuyo porcentaje de humedad final promedio alcanzó un 17%, tal como se observa en la figura 03.

De acuerdo a estos resultados, la madera aserrada de cumala preservada, lo podemos clasificar de acuerdo como una especie de Secado RAPIDO por el método de apilado en caballete.

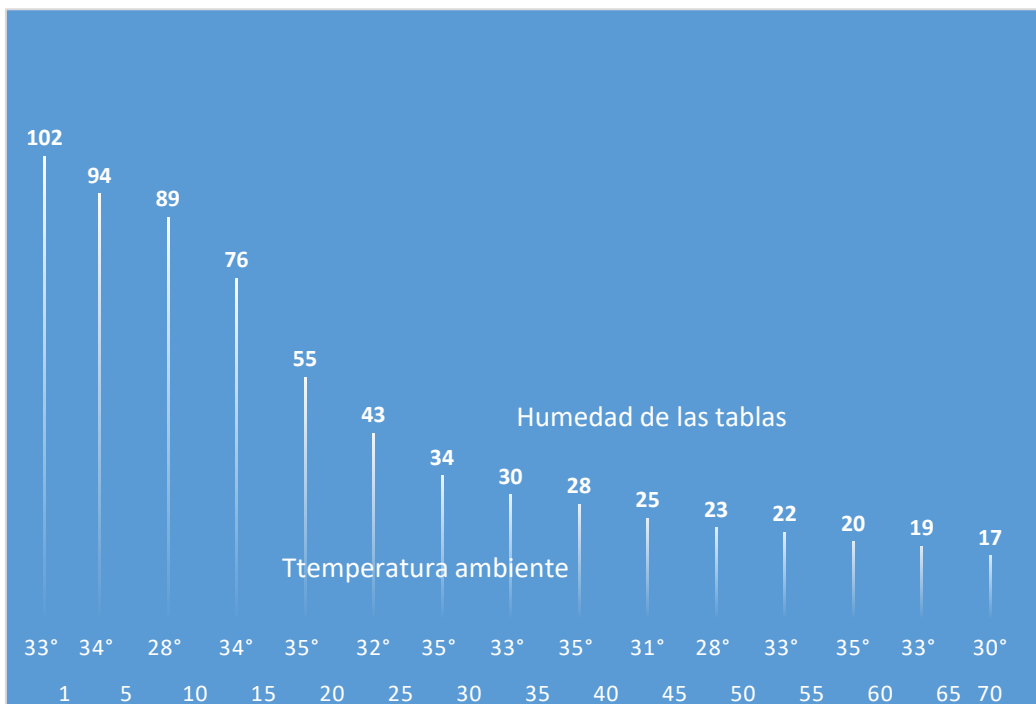


Figura 03: Comportamiento del secado, días de secado, temperatura ambiente y humedad de la madera

CAPITULO IV. DISCUSION

El contenido de humedad de equilibrio de la especie cumala (*Virola sp*) después del secado al aire fue de 17 % en un tiempo 70 días de secado, lo que califica como madera de secado RAPIDO.

El contenido de humedad inicial promedio del orden del 102%, lo podemos considerar como "Alta", condición propia de maderas de rápido crecimiento, caracterizados por la presencia y abundancia de vasos de moderado diámetro, indispensable para la activa circulación de sustancias nutritivas.

Por lo general la pérdida de humedad durante el secado es acelerado hasta las primeras semanas alcanzando un 30% de contenido de humedad, es decir el "punto de saturación de las fibras" en la madera; dado que en esta etapa se procede a la salida del agua libre que se encuentra en el lumen de las células, que es el primer tipo de agua que suele salir a la superficie. Sucediendo lo contrario por debajo de este valor, en el que secado se hace lento (agua higroscópica) hasta llegar al contenido de humedad final que en este caso es el contenido de humedad de equilibrio del lugar del estudio.

Cabe recalcar que cuando la madera es secada en apilado en caballete, la migración del agua retenida es más acelerado con respecto al apilado horizontal, toda vez que se ven influenciado por factores importantes tales como: gravedad, temperatura, densidad de la madera.

Valderrama et. al . 1992, determinaron que el secado de la cumala colorada bajo cobertizo y en caballete y otras especies estudiadas como la espintana, marupa, aguano cumala alcanzaron entre el 16 al 18 % de humedad de

equilibrio en 76 días, cuyos resultados se pueden señalar con el presente estudio como similares.

Guevara (1996), En estudio del comportamiento al secado natural en apilado horizontal de cuatro especies maderables de bosques secundarios (atadijo, causho masha, huamanzamana, topa), en el laboratorio de tecnología de la madera de la estación experimental de Pucallpa - INIA, alcanzaron un contenido de humedad final del orden del 20% en tiempo menores de 120 días.

En teoría desde hace muchos años atrás, investigadores como **Fernández (1998)**, sostiene que el secado al aire libre es paulatino y tomado como media anual en el caso de Europa Central, este llega al 15 % de humedad de equilibrio por tanto es posible secar la madera hasta el 15 % de humedad almacenándola al aire libre y protegiéndola de la lluvia, en el caso de que exista una buena ventilación el secado al aire libre puede durar entre 1 a 4 años, así mismo sostiene que el secado al aire libre está expuesto a los rayos solares y vientos por lo que es posible se originen defectos como fendas capilares, alabeos, lo que ocurre en forma parecida en el secado artificial.

Álvarez (1984), sostiene que las maderas como el pino silvestre puede alcanzar de 1 a 5 meses de secado mientras que el Castaño, nogal, haya, están entre 2 a 10 meses. Conviene recordar, pues ya se ha indicado, que una madera situada a unas condiciones dadas de temperatura y humedad se estabiliza al cabo de un cierto tiempo a una humedad de equilibrio o humedad límite. Como fácilmente se puede comprender, en las regiones húmedas y frías el secado es lento. Por el contrario, en las regiones secas y calientes el proceso es más rápido.

En cuanto al factor más influyente en el secado de la madera sostiene que son la especie y el espesor de la misma, así sostiene que existe mucha diferencia entre el secado de una frondosa dura como el roble y una conífera como el pino, donde la temperatura durante el secado natural es relativamente baja, el agua circula lentamente desde la medula hacia la corteza, por lo que cuanto más gruesa es el espesor de la madera, mayores tiempos tomara el agua para alcanzar la superficie. La humedad final: es evidente que, si se quiere que descienda más se necesita más tiempo para conseguirlo.

Con respecto al porcentaje de defectos que se encontró en la presente investigación alcanza un 6,42 % en cuanto a número de tablas afectadas con referencia al total y al 6,36 % respecto al volumen total utilizado en el secado, que para el presente caso que fue de 9 020,08 pt; el mayor número de defectos encontrados fueron las rajaduras las mismas que alcanzaron el 2,07 %, grietas 1,49 % , torceduras 1,22 %, y encorvaduras 0,96 % respectivamente.

El mayor porcentaje de rajaduras (2,07%), grietas (1,49%), que se presentan es probable que se deban a las tensiones internas de la especie, diferencias en las contracciones de la madera en sus planos de corte, calidad de corte de la sierra, manipuleo de las tablas en el proceso de apilado y los factores ambientales (temperatura) que se presentan durante la migración del agua en el proceso de secado (Simpson, 1991). Se lograra disminuir estos porcentajes de defectos, controlando mejor los factores y los parámetros que intervienen en el secado.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

1. El contenido de humedad inicial de las tablas de cumala preservadas de una pulgada de espesor es de 102 % una humedad final promedio del 17%.
2. El contenido de humedad de equilibrio de la especie cumala preservada (*Virola sp*) después del secado al aire apilado en caballete es 17 % en 70 días de secado.
3. El mayor porcentaje de defectos es por rajaduras que asciende al 2,07 %, seguidas de las grietas 1,49 %, torceduras 1,22%, encorvaduras 0,96 % y otros defectos el 0,62%.
4. El porcentaje de rendimiento de la madera aserrada cumala después del secado al aire libre fue de 96,64 % y madera defectuosa de 6,36 %.
5. De acuerdo a estos resultados, la madera aserrada de cumala preservada, lo podemos clasificar de acuerdo como una especie de Secado RAPIDO por el método de apilado en caballete.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

1. Por los altos costos de las cámaras de secado y la actual crisis en que se encuentra la industria de la madera en la región Loreto, es necesario que los pequeños extractores y población rural conozcan las técnicas de secado al aire libre con la finalidad de aminorar costos.
2. Realizar nuevas investigaciones en secado al aire con otras especies y con otros métodos de apilado a fin de poder determinar una mejor alternativa en cuanto a tiempo de secado y defectos originados durante el proceso.
3. La Universidad Nacional de la Amazonia Peruana por intermedio de la Facultad de Ciencias Forestales deberán realizar cursos de extensión a los carpinteros y las poblaciones rurales para difundir las técnicas de secado al aire.

CAPITULO VII. FUENTES DE INFORMACION

ALVAREZ, H. y FERNÁNDEZ, J. (1992). Fundamentos Teóricos del secado de la madera. Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid, España. 193 p.

ALVAREZ H. (1984). Secado de la madera al aire, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Hojas divulgadoras, Numero 19/84 HD, España

ANANÍAS, J. (1993), "Apuntes de Anatomía de la madera", Universidad del Bío-Bío, Departamento de ingeniería en maderas, facultad de ingeniería

ATENCIA, M. 2006." Secado de la madera". 9 p.

AROSTEGUI, V. *et.al* (1975). Estudio tecnológico de las maderas del Perú. Tomo II. Ensayos Tecnológicos. Métodos y procedimientos. UNA La Molina. Lima 152 p.

CONFEDERACIÓN PERUANA DE LA MADERA (2008). Compendio de Información Técnica de 32 especies forestales. Tomo II. 2da edición. Lima. 74 p

CHRISCAMREVS BLOG (2009). Proceso de secado de la madera. <https://chriscamrev.wordpress.com/2009/11/30/proceso-de-secado-de-madera/>

FERNÁNDEZ, J. (1998). "Manual de Secado de Maderas". Centro de Investigación Forestal (CIFOR- INIA). Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho (AITIM).Madrid, España. 170 p.

- FUENTES, T, y SILVA, G. (1992). Comportamiento de la madera en el proceso de secado técnico convencional. Influencia de los factores independientes de la madera In Tiempos de Ciencia. Morelia, Michoacán. pp: . 62-68.
- FUENTES, T ; SILVA, G. y MONTES, R. (1996). Manual del secado técnico convencional de la madera. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 122 p.
- GIL D. (2013). Caracterización del proceso de secado de madera para uso industrial, tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, Universidad tecnológica de Pereira, facultad de Ingeniería Mecánica Pereira 2013,97 p.
- GUEVARA, L. (1996). Comportamiento al Secado Natural de Cuatro Especies Forestales de Bosque Secundario. Folia Amazónica Vol. (8) 1. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos. 79-99 pp
- INSTITUTO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA. 1988. "Secado y Preservado de la madera". Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 105 p.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. 1989. "Manual del Grupo Andino para el Secado de maderas". Proyecto Sub regional de la promoción industrial de la madera para la construcción. Colombia.
- LIZÁRRAGA J. (2010). Aserrío y pre secado natural de la especie Simarouba amara Aubl en la empresa Desarrollo Forestal S.A.C. , Maynas, Loreto, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 70 p.

- LSU – AG – CENTER (2008.) Proceso de secado para evitar defectos en la madera verde. 24 p.
- MATELUNA, J. (2006). Bosques Amazonicos. Edición Virtual • II Semestre 2006 • N° Septiembre del 2006 • Iquitos, Perú
- MENDES. 1996. “A Secagem da Madeira”. Instituto Nacional de Pesquisas Amazónicas (INPA). Brasil. 38 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE , (2009).Secado natural, manejo y transformación de la madera, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Investigaciones Científicas, Colombia, 33 p.
- MUÑOZ. F. (2008), Secado de la madera aserrada, Kuru, revista forestal, Costa Rica 5 (13)
- PÉREZ, A. (2010). Modelación del Secado de Renovales de Canelo Basado en el Coeficiente Global de Secado, tesis I para optar el grado de Magister en Ciencia y Tecnología de la Madera, Universidad del Biobío, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería en Maderas, 83 p.
- POZOS, I. (2010). “Diseño térmico para un horno solar de secado de madera”, tesis para optar el título de ingeniero Mecánico – Electricista, Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Veracruz- México, 93 p.
- SCHREWE. 1984. “Manual de secado de la Madera”. Proyecto PNUD/FAO/PER. Lima, Perú. 78 p.

SIMPSON, W. (1991). Dry Kiln operator,s manual. Madison USA. USDA.
Foresta Products Laboratory (Handbook AH-188) 100 p.

VALDERRAMA H, SOBREVILLA A, PANDURO R Y ANGULO P. 1992.
“Comportamiento al secado natural de diez especies forestales en la
Amazonia Peruana” Universidad Nacional de la Amazonia Peruana,
59 p.