



UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS FORESTALES

AMBIENTALES Y AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO FORESTAL

TEMA:

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ESPECIES FORESTALES
GUASMO (*Guazuma ulmifolia*) Y AJO (*Gallesia integrifolia*).**

AUTORA:

GERMANIA DIANNA VELIZ LOPEZ

Jipijapa - Manabí - Ecuador

2013

I. TEMA:

**PROPIEDADES FISICAS DE LAS ESPECIES FORESTALES
GUASMO (*Guazuma ulmifolia*) Y AJO (*Gallesia integrifolia*).**

TESIS DE INGENIERO FORESTAL

Sometidas a consideración de la comisión de profesionalización de la Unidad Académica de Ciencias Forestales, Ambientales y Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, como requisito parcial para obtener el título de **INGENIERA FORESTAL**.

**APROBADA POR EL TRIBUNAL DE LA COMISION DE
PROFESIONALIZACION Y EXTENSION.**

**Ing. Mayer Sabando Mera, Mg Sc.....
PRESIDENTE**

**Ing. Otto Mero Jalca Mg.Duie.....
MIEMBRO PRINCIPAL**

**Ing. Leoncio García Ávila. Ms CA.....
MIEMBRO PRINCIPAL**

Ingeniero Máximo Ganchozo Quimis, en calidad de Director del presente trabajo de Tesis de Grado

CERTIFICA.

Que la Señora Germania Dianna Véliz López, realizó la Tesis de Grado Titulada “Propiedades Físicas de las Especies Forestales Guasmo (*Guazumaulmifolia*) y Ajo (*Gallesaintegrifolia*), para determinar el contenido de humedad, peso específico y contracción de las especies en estudio”, bajo la dirección de quien suscribe; habiendo cumplido con las disposiciones y requisitos que para el efecto se requiere.

.....
Ing. Máximo Ganchozo Quimis
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

La responsabilidad de conceptos, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de tesis, pertenecen exclusivamente a la autora.

Germania Dianna Véliz López

DEDICATORIA

El presente trabajo resultado de mis años de estudio en busca de nuevos conocimientos doy gracias a Dios, por prestarme vida para concluir otra etapa de esfuerzo y constancia para salir adelante como una nueva profesional de la república.

A mis queridos Padres: Vicente Véliz Véliz (+) que aunque no está presente desde el cielo me ilumina para seguir adelante y Rosa López Castro que con su fortaleza me impulsó para culminar esta meta tan anhelada.

A mí adorada hija Brigitte Paredes Véliz, a la cual le quise servir como ejemplo que si uno se propone algo puede conseguirlo, no importa el esfuerzo que nos cueste.

A mis hermanas que por ser ellas quienes me han apoyado moral y económicamente en todo momento, no hubiera sido posible concluir esta ardua tarea.

A mi cuñado Ing. José Manobanda Sanipatín; a mis tíos, primos y todos mis familiares que me incentivaban para que no renunciara y termine con mis estudios, gracias a todos de corazón.

GERMANIA DIANNA VELIZ LOPEZ

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Estatal Sur del Manabí, a la Unidad de Ciencias Forestales, Ambientales y Agropecuarias y en su nombre a la Carrera de Ingeniería Forestal, por abrirme sus puertas para formarme como profesional de la República.

Al Ing. Mayer Sabando Mera, Director de Unidad Académica; al Ing. Máximo Ganchozo Quimis, Director de Tesis por sus oportunas sugerencias y dirección.

A los Miembros del Tribunal Examinador, conformado por el Ing. Mayer Sabando Mera, Ing. Otto Mero Jalca, Ing. Leoncio García Ávila, quienes con sus conocimientos, experiencias y buena voluntad, me guiaron e indicaron los pasos que debíamos seguir para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación.

Al Ing. Otto Mero Jalca e Ing. José Figueroa Choéz, quienes me orientaron de manera desinteresada para poder culminar con mi investigación.

LA AUTORA.

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado Propiedades Físicas de dos especies forestales, Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y Ajo (*Gallesia integrifolia*), el ensayo se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. En el periodo de julio 2012 a enero 2013. Los objetivos de ensayo fueron: Determinar el porcentaje de contenido de humedad, comprobar el peso específico mediante proceso de inmersión en agua y analizar la contracción mediante comparación de muestras. Obteniendo 60 probetas, de estas 30 para determinar el contenido de humedad con una dimensión de 3cm.x3cm.x5cm. y 30 probetas para comprobar el peso específico y la contracción con las medidas de 3cm.x3cm.x10cm. Finalizado el proceso de secado se tomaron los datos que fueron tabulados para su pertinente análisis. Para la determinación del peso específico de la madera en estado anhidro, y previo a la inmersión de las probetas en agua, se las recubrió de vaselina para evitar la captación de agua. Se utilizó las Normas COPANT 460 y 461(1972).

En el ensayo de contenido de humedad a muestras de madera de Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) los valores promedios fueron: se inició en 99,03% y se estabilizó en el secado 15,65% y de las muestras de madera de Ajo (*Gallesia integrifolia*) se inició en 98,07% y se estabilizó en el secado 12,89%. En la comprobación del peso específico a muestras de madera de Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) los valores promedios fueron: se inició en 0,95 gr/cm³ y se estabilizó en el proceso de inmersión en agua 0,60 gr/cm³ y de las muestras de madera de Ajo (*Gallesia integrifolia*) se inició en 0,92 gr/cm³ y se estabilizó 0,49 gr/cm³. En la comprobación de la contracción a muestras de madera de Ajo(*Gallesia integrifolia*) los valores promedios fueron: radial inició en 0,89% y estabilizó en 10,57%; tangencial inició en 0,27% y estabilizó en 17,59%; longitudinal inicio 0,38% y estabilizó en 0,97% y de la madera Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) fueron: radial inició en 0,05% y estabilizó en 6,99%; tangencial inició en 0,16% y estabilizó en 12,80% ; longitudinal inicio 0,20% y estabilizó en 0,58%.

Los resultados obtenidos permiten concluir que el estudio de las propiedades físicas de las dos especies mediante procesos de secado es acertado.

Se recomienda realizar estas valoraciones con otras especies maderables para conocer el comportamiento de las propiedades físicas y sirvan como opciones para la fabricación de material estructural de buena calidad.

SUMMARY

The present trial Physical Properties of two forest species, Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) and Garlic (*Gallesia integrifolia*), this work was performed in the Laboratory of Food Science, State University of Southern Manabí from July 2012 to January 2013.

The objectives were:

- To determine the percentage of moisture content
- To check the specific gravity by water immersion process
- To analyze the sample by comparing contraction.

The results show that the average moisture content of the samples of Guasmo wood were: It initially was with 99.03% and stabilized at 15.65%; As for the samples of Garlic wood that initiated at 98.07% and resulting in the stabilization of 12.89%. The specific gravity of Guasmo its samples averages was 0.95 g / cm^3 and stabilized at 0.60 g / cm^3 where the samples of Garlic wood was initiated at 0.93 gr / cm^3 and was stabilized at 0.49 g / cm^3 . In reference to the averages radial contractions of the Garlic was initially at 0.89% and stabilized at 10.57%, in tangential contraction was initiated at 0.27% and stabilizing at 17.59%, in the longitudinal contraction was initiated at 0.38 stabilizing at 0.97% in Guasmo the radial contraction was initiated at 0.05% stabilizing at 6.99%;The tangential contraction initiated at 0.16% and was stabilized at 12.80%, in longitudinal contraction It initiated at 0.20% and was stabilized at 0, 58%.

According to the results it is concluded that:

- Guasmo Wood (*Guazuma ulmifolia*) contains 84.35% moisture and garlic wood (*Gallesia integrifolia*) 87.11% moisture.

-Both species have a specific gravity between 0.60 and 0.49, a radial contraction 10.57 and 6.99, tangential contraction 17.5 and 12.8, and a longitudinal contraction 0.97 and 0.58 respectively.

-According to the classification of wood ranges, species of Guasmo and garlic are in the midrange with a proper drying process can be used for decorative turnery and musical instruments, boat building and house floors.

It is recommended to do these assessments with other timber species to know the behavior of the physical properties and serve as options for manufacturing structural material of goodness.

INDICE

CONTENIDO	PAGINAS
Tema.	i
Indice.	ii
Certificado del Tribunal de Revisión y Evaluación.	v
Certificación del Director.	vi
Autoría.	vii
Dedicatoria.	viii
Agradecimiento.	ix
Resumen.	x
Summary	xi
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.	2
2.1. Antecedentes.	2
2.2. Justificación.	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
3.1. Problematización.	4
3.2. Formulación del problema.	4
3.3. Delimitación del problema.	4
IV. OBJETIVOS.	6
4.1. Objetivo General.	6
4.2. Objetivos Específicos.	6
V. LINEAMIENTO DEL MARCO TEORICO.	7
5.1. Propiedades Físicas de la madera.	7
5.2. Humedad de la madera.	8
5.3. Relación agua total materia seca leñosa.	8
5.4. Métodos medición contenido de humedad.	10
5.5. Agua libre y el punto de saturación de la fibra.	11
5.6. Densidad.	13
5.7. Peso específico.	15

5.8. Fórmulas para calcular la densidad o peso específico.	16
5.9. Contracción y expansión.	17
5.10. La anisotropía en la madera.	20
5.11. Estabilidad dimensional.	21
5.12. Coeficiente de contracción lineal.	22
5.13. Punto de Saturación de la fibra.	23
5.14. Anisotropía.	24
5.15. Estudio de las especies.	24
5.16. Clasificación taxonómica del Ajo (<i>Galesia integrifolia</i>).	26
5.17. Normas COPANT para el estudio de las propiedades físicas de la madera.	27
5.18. Resultados de Otras Investigaciones.	28
VI. HIPOTESIS.	30
6.1. Hipótesis General.	30
6.2. Hipótesis Específicas.	30
VII. VARIABLES E INDICADORES.	31
7.1. Variable Independiente.	31
7.2. Variable Dependiente.	31
7.3. Indicadores.	31
VIII. DISEÑO METODOLOGICO.	32
8.1. Tipo de estudio.	32
8.2. Ubicación Geográfica.	32
8.3. Características Climatológicas y Pedológicas.	32
8.4. Materiales.	33
8.5. Recursos Humanos.	34
8.6. Población y Muestra.	35
8.7. Proceso metodológico de la Investigación.	35
8.8. Técnicas e Instrumentos.	40
8.9. Diseño Estadístico.	40
8.10. Recursos Económicos.	41

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	42
9.1.). Determinación del porcentaje de Contenido de humedad.	42
b). Comprobación del peso específico.	44
c). Analizar la contracción en las dos especies forestales.	46
X. DISCUSIÓN.	52
XI. CONCLUSION Y RECOMENDACION.	54
10.1. Conclusiones.	54
10.2 Recomendaciones.	55
XII. BIBLIOGRAFÍA.	56
ANEXOS.	59

I. INTRODUCCIÓN.

Desde tiempos prehistóricos la madera ha sido utilizada por el hombre como materia prima, para la construcción de viviendas y herramientas para su uso personal. Su utilización ha mejorado junto con el avance de la tecnología, ya que es de mucha importancia en cualquier proceso industrial, conocer las propiedades físicas en la cual se incluyen el contenido de humedad y su efecto sobre el comportamiento y los cambios dimensionales de la madera, lo que hace que su estudio sea de mucha importancia por sus características anisotrópico e higroscópico.

Las propiedades de la madera dependen, del crecimiento, edad, contenido de humedad, clases de terreno etc. Dentro de su composición contiene diferentes tipos de humedad, como el agua de constitución, inerte a su naturaleza orgánica, agua de saturación, que impregna las paredes de los elementos leñosos, y agua libre, absorbida por capilaridad por los vasos y traqueidas. Como es higroscópica porque absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente donde se encuentre establecida. Estas variaciones de humedad hacen que la madera se hinche o contraiga variando su volumen, y por consiguiente su densidad.

Con los años la madera se ha venido utilizando, sin ningún criterio técnico, para muchos usos, como en las construcciones, los elementos tenían dimensiones superiores a las necesarias. El desarrollo actual ha evidenciado, que para poder dar respuestas a las nuevas y crecientes exigencias del mundo moderno la madera, es necesario auxiliarse de estudios profundos que permitan darle un manejo y uso adecuado de acuerdo a las condiciones donde va a estar expuesta.

Este trabajo de investigación sobre el estudio de las propiedades físicas mediante procesos controlados, de las especies forestales (*Guazuma ulmifolia*) **Guasmo** y (*Gallesia integrifolia*) **Ajo**. Se pretende incentivar a los estudiantes a que sigan realizando trabajos sobre el comportamiento de las propiedades físicas de especies maderables de baja, mediana y alta calidad.

II. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

2.1. Antecedentes.

La **madera** fue el primer material de construcción de que dispuso el hombre. Además de usarla como combustible y como arma defensiva, le proporcionó una defensa contra la intemperie. A medida que fue avanzando el conocimiento y la tecnología el hombre le encontró otras utilidades a la madera como para la fabricación de puentes, barcos y un sinnúmero de accesorios que le permitían al ser humano una mejor comodidad y confortabilidad en los actuales momentos.

Desde el siglo XIX el ser humano ha comenzado a utilizar la madera en diversos tipos de artículos que van en mejoras de su actividad económica, desde la industrialización el hombre comenzó a fabricar productos derivados de la madera utilizando nuevas técnicas que permitieron producir tableros, contrachapado, aglomerados, drupan, la cual se lo utiliza artesanalmente en las fabricaciones de muebles y muchos artefactos para el uso decorativo de interiores y exteriores de viviendas, aeronaves y partes de vehículos, además de la madera se pueden extraer medicinas, pinturas, colas y adhesivos.

Nuestro país con aptitud netamente forestal, no cuenta con estudios tecnológicos de sus especies maderables, lo que ha repercutido que muchas de ellas se hayan extinguidos y otras que están por extinguirse, porque no hay suficiente información sobre las propiedades físicas de la madera para su mejor aprovechamiento y utilidad, ya que se han explotados todas aquellas que por su naturalidad e intuición de los que trabajan con madera son las más apetecibles en el mercado en la elaboración de enseres para el hogar, especies como el guayacán, madero negro, cedro, cascol, etc. de muy buenas características dentro de sus propiedades físicas.

2.2. Justificación.

Este trabajo se justifica por el aporte que brindará a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal, a los profesores que imparten las asignaturas de Tecnología de la Madera, a los ebanistas que necesariamente utilizan procesos de secado, considerando la alta demanda de madera para la construcción en el Ecuador, por lo que es necesario realizar estudios que optimicen la utilidad de la misma, pero esto solo se puede conseguir si conocemos sus propiedades tanto físicas como mecánicas, procedimientos de diseño, valores de resistencias (últimas o admisibles), módulos de elasticidad, tipos de uniones y otros temas encaminados a desarrollar estructuras sismo-resistentes, funcionales y estéticas.

Lo anteriormente analizado, me emplazó a realizar esta investigación sobre **El estudio de las propiedades físicas mediante procesos controlados de las especies forestales (*Guazuma ulmifolia*) Guasmo y (*Gallesia integrifolia*) Ajo**, al observar construcciones con maderas, tanto en la zona rural como en áreas marginales de centros urbanos, que se han deteriorado prematuramente, debido a que no han tenido un estudio técnico de las propiedades físicas más importantes como contenido de humedad, densidad y contracción, permitiendo que el elemento estructural sufra los embates ambientales como insolación, cambios de temperatura, variación de humedad etc., disminuyendo su vida útil. Todo esto nos induce a realizar estudios experimentales de todas o la mayoría de especies de mayor utilidad en la construcción.

Para conseguir estos objetivos, nos ceñimos documentadamente con trabajos que hayan realizado otros investigadores dentro de esta misma temática como las Reglas lo han estipulado por la **Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT**; el soporte que solicitamos de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, fue con ciertos instrumentos de laboratorios con que cuenta nuestra Alma Mater. El tiempo que se empleó para el desarrollo de esta investigación, está expuesta en el cronograma de trabajo.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

3.1. Problematicación.

Desde tiempos muy remotos los habitantes de todas las regiones del Ecuador han utilizado la madera en distintos usos, pero su aplicación se ha realizado de acuerdo al conocimiento empírico, en muchos de los casos existe un desperdicio de materia prima y otros casos las construcciones de madera no garantizan la seguridad adecuada ya que se han deteriorado prematuramente, debido a que no se realiza un estudio técnico de las propiedades físicas más importantes como contenido de humedad, densidad y contracción, permitiendo que el elemento estructural sufra los embates ambientales como insolación, cambios de temperatura, variación de humedad etc, disminuyendo su vida útil.

Esta inadecuada utilización de los diferentes tipos de maderas ha llevado a una desmedida explotación del bosque que ha sido utilizada en las construcciones, fabricación de muebles, construcción de vivienda, acarreado desbastación que en la actualidad está causado cambios climáticos acelerados y que la disponibilidad de madera es realmente crítica en los actuales momentos.

3.2. Formulación del problema.

¿De qué manera incide el estudio de las propiedades físicas mediante procesos controlados, de las especies forestales (*Guazuma ulmifolia*) Guasmo y (*Galesia integrifolia*) Ajo?

3.3. Delimitación del problema.

Contenido: Propiedades físicas de las especies forestales (*Guazuma ulmifolia*) Guasmo y (*Galesia integrifolia*) Ajo.

Clasificación: Tecnología Forestal.

Espacio: Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal del Sur de Manabí del Cantón Jipijapa.

Tiempo: Periodo Septiembre 2012– Marzo 2013.

IV. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo General.

-Determinar las propiedades físicas mediante procesos controlados de las especies forestales Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y Ajo (*Gallesia integrifolia*).

4.2. Objetivos Específicos.

-Determinar el porcentaje de Contenido de humedad de las especies maderables Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y Ajo (*Gallesia integrifolia*), por el método gravimétrico.

-Comprobar el peso específico de las dos especies en estudio, mediante el proceso de inmersión en agua.

-Analizar la contracción en las dos especies forestales estudiadas, mediante la comparación de muestras con contenidos de humedades.

V. LINEAMIENTO DEL MARCO TEORICO.

5.1. Propiedades Físicas de la madera.

Se llaman propiedades físicas de la madera, aquellas que pueden determinarse sin alterar la integridad de la muestra sometida al ensayo, ni cambiar su composición química; es decir, que pueden definirse mediante la inspección, la pesada, la medida y el secado. Otra definición igualmente utilizada es la referente a que propiedades físicas son aquellas que para manifestarse, no requieren de la aplicación de una fuerza externa sobre la muestra (Fuentes, s/f).

Las propiedades físicas y mecánicas son determinadas a través de ensayos de laboratorio, realizados en equipos propios para esta finalidad, siguiendo normas que especifican métodos, procedimientos, fórmulas de cálculo, formas y dimensiones de las probetas, etc. En estos ensayos las Normas más utilizadas mundialmente están: la norteamericana ASTM (American Society for Testing and Materiales); la británica BSI (British Standard Institución), las internacionales de ISO (International Organization for Standardization); y las de COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas). En Brasil existen las Normas de ABNT (Associaco Brasileira de Normas Técnicas) (Borges, 2002).⁽¹⁾

En probetas de laboratorio se han comprobado que la madera al secarse mejora sus propiedades Físico Mecánicas y estabilidad dimensional; es por eso que prácticamente todas las maderas reciben un acondicionamiento físico mecánico antes de su empleo. La eliminación de agua obedece a diversos propósitos, algunos de los cuales son indispensables para conseguir buena calidad de los productos acabados (durabilidad y estabilidad en las dimensiones) y economía en la producción al reducirse el peso de la madera. Afirma también que para la determinación del contenido de humedad se hace considerando sólo los valores del agua libre y de saturación o higroscópica, en la práctica, la madera se considera totalmente seca cuando al secarla en estufa a 103 ± 2 grados centígrados alcanza su peso constante. El contenido de humedad se define como

¹ AITIM. 1997. Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario. Asociación de Investigación Técnica de la Madera, Madrid.

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. ⁽²⁾

5.2. Humedad de la madera.

Cuando un árbol está recién cortado, su madera contiene gran cantidad de agua, variando su contenido, según la época del año, la región de procedencia y la especie forestal de que se trate, según **JUNAC (1989)**.

Para la mayoría de las especies, el equilibrio higroscópico está entre el 12 y 18% de contenido de humedad, dependiendo del lugar donde se realiza el secado. La madera secada al aire libre sólo puede alcanzar éstos valores de humedad de equilibrio. Para obtener contenidos menores de humedad, debe acudirse al secado artificial para eliminar el resto del agua de saturación o higroscópica. ⁽³⁾

5.3. Relación agua total materia seca leñosa.

La relación agua total materia seca leñosa, es muy variable en una pieza de madera, ya que está sujeta a la influencia de varios factores, entre ellos, la estructura celular y el peso específico de la madera. Así mientras el duramen no permite contenidos de humedad elevados debidos a sustancias infiltradas contenidas en sus células, la albura puede acumular más del 100% de su peso seco en agua e incluso llegar a un 400% en maderas livianas. El agua contenida en la madera se encuentra bajo las siguientes formas. ⁽⁴⁾

El contenido de humedad de una madera influye mucho en su peso (y por lo tanto en su comercialización) a la vez que afecta otras propiedades físicas (como el peso específico y a la vez contracción o hinchamiento de sus dimensiones), las propiedades de resistencia mecánica y de resistencia al ataque de hongos e insectos xilófagos. Por las

² JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA PRID-MADERA. Manual del Grupo Andino para la preservación de maderas, Lima Perú 1998

³ LUIS CARLOS MEJÍA. 2007, Edición original: Medellín, Mayo de 1987. Edición en la biblioteca virtual: Bogotá Mayo de 2007

⁴ Ariza, L. I. 2002. El nuevo enfoque en los ensayos mecánicos de la madera aserrada para uso estructural en la normativa europea. Madera y Bosques. 8(2):3-16.

razones apuntadas, el conocimiento del contenido de humedad reviste particular importancia. (5)

La cantidad de agua existente en la madera puede variar mucho según la especie (pino o eucalipto), el tipo de madera (albura o duramen) y la edad de la madera (madera juvenil o madera adulta). (6)

La albura de una especie contiene generalmente más agua que el duramen de esa especie. La madera juvenil de pino radiata contiene normalmente más agua que la madera adulta de esa especie. El contenido de agua o contenido de humedad puede definirse como la masa de agua contenida en una pieza de madera expresada como porcentaje de la masa de la pieza en estado anhidro El contenido de humedad de la madera se calcula con la expresión siguiente:

$$CH = \frac{\text{Masa anhidra}}{\text{Masa agua}} \times 100 \quad (1)$$

Dónde: masa de agua = masa inicial madera - masa madera anhidra es decir,

$$CH = \frac{P_h - P_o}{P_o} \times 100\% \quad (2)$$

CH= contenido de humedad que tiene como unidad porcentaje.

Ph = masa inicial de la madera que tiene como unidad gramos.

P0 = masa de la madera en estado anhidro que tiene como unidad gramos.

De acuerdo a la relación 2, es decir al contenido de humedad expresado en base seca, valores de contenido de humedad por sobre un 100%, lo cual significa que la masa de agua que la madera contiene es superior a la masa de la pieza en estado anhidro. (7)

⁵ De Lima I., Rodríguez, R. y Da Silva, D. 2004. Comparación de metodologías de determinación de Densidad básica en madera. Revista Electrónica de Ingeniería Forestal. Año II. Núm. 3. 4 p.

⁶ RUBEN ANANIAS, 2006. Profesor Asociado Departamento Ingeniería en Maderas. Universidad del Biobío. Chile

⁷ Carpio, IM; Arrollo, O; Sánchez. 1996. Anatomía y ultraestructura de 20 especies maderables de importancia comercial en Costa Rica. Informe Final del Proyecto. San José. Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Ingenier.a.114p.

5.4. Métodos medición contenido de humedad

Para determinar el contenido de agua en la madera, se utiliza con frecuencia el método:

5.4.1. Gravimétrico.

Para determinar la humedad de la madera por el método gravimétrico, se corta una probeta de un largo de 3 a 4 cm en la dirección de las fibras y se pesa con una precisión de 0,1 g (P_G). Seguidamente la probeta se seca en una estufa a una temperatura de 103± 2°C por 24 horas y se pesa nuevamente (P₀). Finalmente se calcula el porcentaje del contenido de agua con la relación 2. Para obtener un buen resultado se deben tomar varias precauciones: la probeta debe cortarse no menos de 15 cm de los extremos de la tabla. No se debe dejar pasar más de algunos minutos entre el corte y la primera pesada de la probeta, si no envolver la probeta en una bolsa de polietileno y mantener en un congelador bajo -10 °C.

Para determinar la distribución de agua en el espesor de la madera (gradiente de humedad), se divide una probeta en tres secciones dos superficiales y una central; cada sección se pesa, se seca en estufa a 103 °C hasta peso constante, igual como la probeta para la determinación del contenido de humedad.

5.4.2. El xilohigrómetro.

El xilohigrómetro de resistencia es un instrumento que mide la resistencia eléctrica de la madera mediante electrodos en forma de agujas montadas en el extremo de un martillo y que se clavan con un golpe en la madera. Para utilizarlo bien, es conveniente conocer el principio de su operación y sus limitaciones.

La madera tiene una resistencia eléctrica que varía fuertemente con el contenido de humedad y en menor grado con la temperatura. Además depende de la especie; la madera es un buen aislante eléctrico con una resistencia eléctrica aproximada de 1.000 millones de ohm. En cambio, a 30% de humedad la resistencia eléctrica es de 200 mil

ohm, y a 80% de humedad la resistencia eléctrica de la madera es de 11 mil ohms. La relación entre resistencia eléctrica cambia entre 20% y 10% de humedad por un factor aproximado de 4 mil, mientras que entre 50% y 40%, cambia solamente por un factor de 2. Se desprende entonces, que la sensibilidad del instrumento es mucho más grande a bajas humedades que a altas humedades de la madera. (⁸)

5.4.3. Evaporación.

Ya que la humedad de la madera es retenida por fuerzas capilares muy débiles, hasta el momento en que ya no contiene más agua de este tipo, es lo que se denomina "punto o zona de saturación de las fibras" (**PSF**), que contiene entre el 21 y 32%. De contenido de humedad. Cuando la madera ha alcanzado esta condición, sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías.

Durante la fase de secado, la madera no experimenta cambios dimensionales, ni alteraciones en sus propiedades mecánicas. Por tal razón, el **PSF** es muy importante desde el punto de vista físico mecánico y de algunas propiedades eléctricas de la madera.

5.5. Agua libre y el punto de saturación de la fibra.

Es la que se encuentra ocupando las cavidades celulares o lumen de los elementos vasculares, dándole a la madera la condición de verde. La cantidad de agua libre que puede contener una madera está limitada por su volumen de poros.

Al iniciarse el secado, el agua libre se va perdiendo fácilmente por evaporación, ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles, hasta el momento en que ya no contiene más agua de este tipo. En éste punto la madera estará en lo que se denomina "punto o zona de saturación de las fibras" (**PSF**), que contiene entre el 21 y 32% de contenido de humedad. Cuando la madera ha alcanzado esta condición, sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías.

⁸ **Riesco Muñoz, G. (2001)**. Estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera de roble (*Quercus robur* L.) de Galicia en relación con las variables del medio. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

El agua libre desaparece totalmente al cabo de un cierto tiempo, quedando, el agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmósfera que rodea a la madera, hasta conseguir un equilibrio, diciéndose que la madera esta secada al aire. La humedad de la madera varía entre límites muy amplios. En la madera recién cortada oscila entre el 50 y 60 por ciento, y por imbibición puede llegar hasta el 250 y 300 por ciento. La madera seca al aire contiene del 10 al 15 %, de su peso de agua se ha convenido en referir los diversos ensayos a una humedad media internacional de 15 por ciento. ⁽⁹⁾

5.5.1. Agua de saturación, higroscópica o fija.

Es el agua que se encuentra en las paredes celulares, también es llamada agua de imbibición. Existe la teoría de que el agua higroscópica está constituida por hidrogeniones fijados principalmente a los grupos hidroxilo de la celulosa y hemicelulosa y en menor cantidad a los grupos hidroxilo de la lignina.

Durante el secado de la madera, cuando ésta ha perdido su agua libre por evaporación y continua secándose, la pérdida de humedad ocurre con mayor lentitud hasta llegar a un estado de equilibrio higroscópico con la humedad relativa de la atmósfera. ⁽¹⁰⁾

5.5.2. Agua de constitución.

Es el agua que forma parte de la materia celular de la madera y que no puede ser eliminada utilizando las técnicas normales de secado. Su pérdida implicaría la pérdida parcial de la madera. ⁽¹¹⁾

⁹ Dávalos, S. R. y Pérez, O. C 1995. Estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. y *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl. III Seminario Nacional sobre la utilización de los encinos. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, México. pp. 496-503.

¹⁰ Espinosa U, M. A. 1997. Estudio de alguna propiedades de la Madera de *Acacia melanoxylon* R.Br. creciendo en la IX región de Chile. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

¹¹ Campos B, A.; Cubillos C, G.; Morales V, F.; Pastene, S. A. 1990. Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. INFOR. Informe Técnico n° 122. Chile- 114p.

Rangos de clasificación	Propiedades Físicas			
	Densidad básica (g/cm ³)	Contracción volumétrica (%)	Relación T/R (%)	Estabilidad
Baja.	< 0,40	< 10	< 1,6	Muy estable.
Media.	0,41- 0,60	10,1 - 13	1,6 - 2,0	Estable.
Alta.	> 0,61	> 13,1	> 2,0	Muy inestable.

FUENTE: JUNAC-PADT-REFORT, (1999).

5.6. Densidad o Peso Específico

La **densidad** se define como el *cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa*. Así, como en el **S.I.** la **masa** se mide en **kilogramos (kg)** y el **volumen** en **metros cúbicos (m³)** la **densidad** se medirá en **kilogramos por metro cúbico (kg/m³)**.

Aunque toda la **materia** posee masa y volumen, la misma **masa** de sustancias diferentes tienen ocupan distintos **volúmenes**, así notamos que el hierro o el hormigón son pesados, mientras que la misma cantidad de goma de borrar o plástico son ligeras. La propiedad que nos permite medir la ligereza o pesadez de una sustancia recibe el nombre de **densidad**. Cuanto mayor sea la **densidad** de un cuerpo, más pesado nos parecerá.

$$d = \frac{m}{V}$$

d= densidad

m= masa

v= volumen

La mayoría de las sustancias tienen densidades similares a las del agua por lo que, de usar esta unidad, se estarían usando siempre números muy grandes. Para evitarlo, se suele emplear otra unidad de medida el **gramo por centímetro cúbico (gr. /c.c.)**.

La densidad, está determinada por la cantidad de sustancia madera presente en un volumen dado, el contenido de humedad de la pieza de madera y la cantidad de extractivos presentes. La cantidad de madera está relacionada directamente con el espesor de la pared celular, de los elementos constituyentes de la madera, específicamente de aquellas células que se encargan de llevar a cabo la función de soporte o resistencia mecánica: traqueidas en coníferas y fibras en latifoliadas. La elasticidad y la resistencia a la flexión dependen generalmente de la densidad.

Una madera de baja densidad se caracteriza por tener fibras de paredes delgadas y una alta proporción de espacios vacíos, es decir, células con volumen amplio. Si se observa a nivel microscópico una determinada muestra de madera que presente fibras de paredes delgadas, poros grandes y en alta proporción, radios anchos y abundante parénquima, se puede definir que se trata de una madera de baja densidad.⁽¹²⁾

La densidad de la madera tiene gran influencia en las propiedades mecánicas como, por ejemplo, resistencia a la flexión, dureza y otras, indica que una madera con densidad alta es importante para el uso en parquet; una de densidad baja, como el palo de balsa, como material aislante y que las características más sobresalientes de la madera es su baja densidad comparada con su gran resistencia mecánica, razón por la cual la hace un elemento muy importante en las construcciones. Para efectuar un análisis y evaluación se debe lograr cierto grado de comparación de los resultados, formando grupo de maderas de propiedades y usos similares; el sistema de clasificación simple y práctico empleado, corresponde a la agrupación de las maderas según su densidad básica, debido a su importancia en el uso y a su relación con la resistencia mecánica, según este sistema de clasificación de las maderas del país en 5 grupos de densidad básica.

Grupo I - Muy Baja (MB) - Densidad Menor de 0,30 g/cm³

Grupo II - Baja (BA) - Densidad de 0,30 g/cm³ a 0,40 g/cm³

Grupo II - Media (ME) - Densidad de 0,41 g/cm³ a 0,60 g/cm³

¹² Ananías, A. 1989. Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de aramo australiano (*Acacia melanoxylon* R.Br). *Revista Ciencia e Investigación Forestal* 3 (6): 118-130.

Grupo IV- Alta (AL) - Densidad de 0,61 g/cm³ a 0,75 g/cm³

Grupo V - Muy Alta (MA) - Densidad Mayor de 0,75 g/cm³ ¹³

5.7. Peso específico.

El peso específico es la relación entre el peso seco de la madera y el peso de un volumen igual de agua. Viene determinado por varias características de la madera tales como tamaño de las células, espesor de sus paredes, proporción de madera temprana y madera tardía, cantidad de células radiales, tamaño y cantidad de vasos, entre otros. Además de la presencia de extractivos dentro y entre células que pueden afectar las variaciones de peso específico. La influencia de los radios sobre el peso específico está relacionada con las diferencias en el volumen de los radios, las dimensiones de las células radiales y la relación entre el volumen de células procumbentes y células erectas.⁽¹⁴⁾

La variación del peso específico se debe a diferencias en su estructura y a la presencia de constituyentes extraños. La estructura de la madera está caracterizada por la cantidad proporcional de células de varios tipos como fibras, vasos, radios, parénquima, conductos gomíferos y por las dimensiones, especialmente el espesor de las paredes celulares y la longitud de los elementos estructurales. Indica que las tendencias hereditarias y los factores ambientales como suelo, precipitación, viento, calor, afectan la estructura de la madera. ⁽¹⁵⁾

¹³ **Igartúa, D.V.; Monteoliva, S. 2007.** Efecto de la altura de muestreo, el árbol, el sitio y la edad en la densidad básica de la madera de *Acacia melanoxylon* R. Br. Revista Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. INIA. Madrid, España. Recibido para su evaluación, número de referencia 20/07.

¹⁴ **Instituto Argentino De Normalización. 1993.** Norma IRAM 9544: Maderas. Método de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires. Argentina.

¹⁵ **Ananías, R. 1989 b.** Análisis de algunas propiedades físicas de la madera juvenil de eucalipto crecido en Chile. Actas III EBRAMEN, Vol. 3; 233-242, Sao Paulo.

5.8. Fórmulas para calcular la densidad o peso específico.

5.8.1. Densidad verde

$$DV = \frac{Pv}{Vv} \text{ gr/cm}^3$$

DV Densidad verde; gramos/centímetro cúbico

Pv Peso de la probeta en estado verde, gramos

Vv Volumen verde, centímetro cúbico

5.8.2. Densidad en estado anhidro

$$DA = \frac{Psh}{Vsh} \text{ gr/cm}^3$$

DA Densidad anhidra, en gramo/centímetro cúbico

Psh Peso de la probeta seca al horno en gramos

Vsh Volumen de la probeta seca al horno en centímetro cúbico

5.8.3. Densidad básica

$$Db = \frac{Psh}{Vv} \text{ gr/cm}^3$$

Db Densidad básica, gramo por centímetro cúbico.

Psh Peso probeta seca al horno en gramos.

Vv Volumen verde en centímetro cúbico.

5.8.4. El peso específico de la madera depende de tres factores:

1. Del tamaño de las células.
2. Del espesor de las paredes celulares.
3. De la interrelación entre el número de células de diferentes tipos en término de 1 y 2.

Las fibras son particularmente importantes en la determinación del peso específico ya que sus secciones transversales pequeñas permiten el agrupamiento de ellas en un espacio reducido. Si las fibras son de paredes gruesas y lúmenes pequeños, el espacio de aire es relativamente pequeño y el peso específico tiende a ser alto. Si por el contrario, son de paredes delgadas, lúmenes amplios, o ambas cosas, el peso específico será bajo. Madera liviana como el balsa, ilustra esta última condición, ya que presentan alta proporción de fibras de paredes delgadas y grandes lúmenes, con bajo volumen de vasos. El peso específico bajo también puede ser el resultado de un alto volumen de vasos en la madera. ⁽¹⁶⁾

Es indispensable al comparar pesos específicos que se haga únicamente entre maderas que tengan el mismo grado de humedad, para esto se han establecido como puntos de comparación, los valores fijos de 0% y 12% de humedad. El primero corresponde al estado anhidro, presenta la ventaja de poder reproducir siempre con valor constante. ⁽¹⁷⁾

5.9. Contracción y expansión.

La contracción y expansión de la madera son los cambios dimensionales, tanto en sentido radial, tangencial y longitudinal, que sufre la madera como consecuencia del cambio de su contenido de humedad, por debajo del punto de saturación de las fibras. La causa de estos cambios dimensionales, se debe principalmente a la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular, el agua libre no

¹⁶ Ananías, A. 1989. Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de aroma australiano (*Acacia melanoxylon R.Br.*). *Revista Ciencia e Investigación Forestal* 3 (6): 118-130.

¹⁷ Calvo, C.F; Cotrina, A.D.; Cuffré, A.G.; Matias, O. 2004. Propiedades de hinchamiento y contracción en la madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina. IX Encontro brasileiro em madeiras e en estruturas de madeira. Cuiabá – julio de 2004.Brasil.

tiene ninguna influencia en estos cambios, debido a las variaciones de las condiciones climáticas (humedad relativa y temperatura), la madera en uso está sujeta a cambios dimensionales; además, estos cambios son diferentes según las secciones de la madera, por lo que en la parte interna se originan tensiones causando defectos durante el secado, tales como grietas, deformaciones, entre otros.⁽¹⁸⁾

La densidad es una medida de la cantidad de material sólido que posee la madera y tiene una marcada influencia en la resistencia mecánica de esta. En probetas pequeñas libres de defectos, puede esperarse que la resistencia sea directamente proporcional a la densidad, es decir, a mayor densidad mayor resistencia. Los ensayos de laboratorio con estas probetas, indican que existe buen nivel de correlación entre todas y cada una de las propiedades mecánicas y la densidad del material en estudio. ⁽¹⁹⁾

La densidad debe ser considerada como una expresión de la presencia relativa de los distintos elementos celulares que la componen (vasos, traqueidas, fibras, células del parénquima) y de la variación de la pared celular, lumen y espacios intercelulares. Agrega también que la densidad sirve para caracterizar tecnológicamente a una madera, pues está altamente relacionada con el espesor de las paredes celulares y por consiguiente, con la mayoría de sus propiedades físico-mecánicas.

El valor de la densidad de la madera y su variación, depende en alto grado de la altura y sección del árbol de donde se toma la muestra. Menciona que la densidad de la madera está influenciada por la estructura genética del árbol. La densidad de la madera varía, a la vez, por la cantidad y clases de sustancias que contiene, por ejemplo resinas y ligninas. ⁽²⁰⁾

¹⁸ Fuentes, L. M. E. 1990. Propiedades físico-mecánicas de cinco especies de encino (*Quercus spp.*) del Estado de Puebla. Tesis Profesional de Ingeniería. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. 54 p.

¹⁹ Kollmann, F. 1999. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I. Ministerio. de Agricultura. Madrid, España. 675 p.

²⁰ Gonzáles, R. A.; Pereyra, O.; Suirezs, T. M.; Eskiviski, E. Estudio de las propiedades tecnológicas de las maderas de cinco especies forestales de interés industrial de Misiones, Argentina. Ivyraretá, número 11. Año 2003.

5.9.1. Fórmula para determinar la expansión y Contracción de la madera.

5.9.1.1. Contracción en estado verde al estado seco anhidro.

A - Contracción tangencial total.

$$C.t.t. = \frac{Dvt - Dsht}{Dvt} \times 100$$

C.t.t. Contracción tangencial total verde.

Dvt Dimensión tangencial en estado verde

Dsht Dimensión tangencial seca al horno.

B - Contracción radial total.

$$Crt = \frac{Dvr - Dshr}{Dvr} \times 100$$

Crt Contracción radial total en porcentaje.

Dvr Dimensión radial estado verde.

Dshr Dimensión radial seca al horno.

C - Contracción longitudinal total.

$$Cl_t = \frac{Dvl - Dshl}{Dvl} \times 100.$$

Cl_t Contracción longitudinal total, %

Dvl Dimensión longitudinal, estado verde

Dshl Dimensión longitudinal seca al horno

D - Contracción volumétrica total.

$$C_{vt} = C_{lt} + C_{rt} + C_{tt}$$

C_{vt} Contracción volumétrica total, en base del estado verde al seco al horno

La madera se caracteriza por ser un material de naturaleza higroscópica, es decir, que muestra afinidad por los cambios de humedad que se producen en el medio ambiente que le rodea. Esta afinidad se manifiesta por contracción o hinchamiento ante pérdidas o ganancias de humedad. ⁽²¹⁾

5.10. La anisotropía en la madera.

La anisotropía de la madera, trae como consecuencia que se produzcan diferentes tasas de contracción en cada una de las direcciones; longitudinal, radial y tangencial. El principal constituyente de la pared celular es la celulosa y la misma se caracteriza por presentar una alta afinidad por el agua debido a la presencia de numerosos grupos -OH. Las moléculas de celulosa se encuentran agrupadas en forma de microfibrillas y el agua penetra a las llamadas regiones amorfas de las mismas. En vista que la mayor proporción de microfibrillas se encuentran orientadas en dirección casi paralela al eje longitudinal de la célula, 10-30° en la capa S2, la mayor parte del hinchamiento o contracción se va a producir en dirección transversal. En las capas S1 y S3 las microfibrillas están orientadas con ángulos de inclinación de 50-70° y 60-90° respectivamente, el hinchamiento y contracción es predominantemente en dirección longitudinal, pero debido al menor espesor de estas capas en comparación con la capa S2 los mayores cambios dimensionales se van a producir en dirección transversal. ⁽²²⁾

Usualmente, la contracción en dirección tangencial es mayor que en dirección radial. **León (2001)**, indica que el menor valor de contracción radial puede ser atribuido a dos factores:

²¹ **Nájera, L. J. A y Mendoza, L. T. 1994.** Características físicas y mecánicas de dos especies de coníferas de la región de El Salto, P. N., Durango. Tesis Profesional de Ingeniería. Instituto Tecnológico Forestal No.1. El Salto, Dgo., México. 214 p.

²² **Vivían, A.. 2004.** Propiedades de hinchamiento y contracción en la madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina. IX Encontro brasileiro em madeiras e en estruturas de madeira . Cuiabá – julio de 2004 .Brasil.

- La restricción de la contracción radial debido a la presencia de células parenquimáticas radiales.
- La presencia de bandas de madera temprana de baja densidad que alternan con zonas de madera tardía de alta densidad.

El efecto de estos dos factores es aditivo en la dirección radial pero, en dirección tangencial, la zona más densa de madera tardía controla la contracción a lo ancho del anillo de crecimiento.

La contracción e hinchamiento son mayores en maderas de alta densidad y son directamente proporcionales al peso específico o cantidad de sustancia de la pared celular presente.

La diferencia entre contracción tangencial y radial se explica por la influencia de los radios para restringir los cambios dimensionales en sentido radial, así como características estructurales de la pared celular, tales como modificaciones en la orientación de las microfibrillas, las punteaduras y composición química.⁽²³⁾

5.11. Estabilidad dimensional.

Su conocimiento permite determinar el comportamiento de las diferentes especies frente a los cambios de humedad del medio al que se hallan expuestas. ⁽²⁴⁾

5.11.1. Cambios dimensionales y punto de saturación de las fibras.

El coeficiente de contracción lineal resulta de aplicación técnica en la industria y establece el porcentaje de contracción o hinchamiento lineal por cada unidad porcentual de cambio en el contenido de humedad (Coronel 1994). En el presente trabajo tomaron

²³ Instituto Argentino De Normalización. 1966. Norma IRAM 9543: Método de determinación de las contracciones totales, axiales, radiales y tangenciales y el punto de saturación de las fibras. Buenos Aires. Argentina.

²⁴ García F.A y Díaz, T.E. 1992. La Madera, su explotación, secamiento, propiedades y utilización, La Sub-América, Santiago de Chile, 219 pp.

valores medios para el conjunto de todos los árboles de 0,16 y 0,30 en sus orientaciones radial y tangencial respectivamente. ⁽²⁵⁾

5.12. Coeficiente de contracción lineal.

Árbol	Orientación	Sitio CC			Sitio LC		
		VM (%/%)	CV (%)	n	VM (%/%)	CV (%)	n
1	Tangencial	0,32	2	6	0,31	11	6
	Radial	0,19	11	6	0,14	7	6
2	Tangencial	0,27	18	6	0,27	16	6
	Radial	0,15	13	6	0,19	6	6
3	Tangencial	0,30	21	5	0,32	12	6
	Radial	0,17	5	5	0,19	7	6
4	Tangencial	0,35	-	1	0,36	12	6
	Radial	0,13	16	4	0,17	4	6
5	Tangencial	0,23	11	2	0,35	19	6
	Radial	0,13	7	2	0,18	3	5
Todos en el sitio	Tangencial	0,29	17	20	0,32	17	30
	Radial	0,16	18	23	0,17	13	29

VM: valor medio; CV: coeficiente de variación; n: número de probetas.

Los cambios dimensionales para el conjunto de los árboles, su anisotropía y la estimación del contenido de humedad en el punto de saturación de las fibras se indican en la Tabla 4, en la cual se presentan separados por una barra los valores correspondientes al sitio CC y al LC (CC/LC). Tal lo esperado, los mayores cambios dimensionales correspondieron a los ocurridos en el sentido tangencial (Coronel, 1994). La contracción lineal máxima como promedio de todos los árboles, resultó de 3,82 % en el sentido radial y de 7,38 % en el tangencial. Ananías (1989) observó en la especie que las contracciones máximas aumentaron desde la médula hacia la corteza, con rangos de 3,1 % - 3,9 % (sentido radial) y 6,6 % - 8,6 % (sentido tangencial).

El valor estimado del punto de saturación de las fibras, como promedio de todos los árboles, correspondió a un contenido de humedad del 24,7 %. Evaluaciones realizadas sobre plantaciones de la misma especie en Nueva Zelanda mencionaron que el PSF

²⁵ Galante, J.J. 1982. Tecnología de la Madera. Librería y Editorial Nigar S.R.L., Buenos Aires, Argentina.

correspondió a un contenido de humedad del 25,4% (Haslett 1986; Nicholas y Brown 2002), en cambio para Ananías (1989) quedó determinado en el 26,1 % de contenido de humedad. ⁽²⁶⁾

5.13. Punto de Saturación de la fibra.

El punto de saturación de la fibra (PSF), es el contenido de humedad en el cual las paredes celulares o fibras están saturadas con agua higroscópica pero los lúmenes y espacios libres entre fibras no tiene agua libre o líquida.

El punto de saturación de la fibra es el contenido crítico a partir del cual cambian drásticamente ciertas características, tales como contracción, hinchamiento, la rigidez, la resistencia mecánica, etc. Los valores del punto de saturación de la fibra varían del 18 a 36% de contenido de humedad (Tarkow, 1979; Fuentes, s/f).

La resistencia de la madera a la mayoría de los esfuerzos mecánicos es máxima en el estado anhidro y mínima en el PSF, en donde para valores superiores, las variaciones ya no son significativas; la madera en estado anhidro presenta su máxima resistividad eléctrica, pero disminuye conforme aumenta la humedad en forma proporcional hasta el PSF; por último, y el más importante aspecto, los cambios dimensionales por contracción o hinchamiento en la madera, sólo se experimentan por la variación del CH abajo del valor correspondiente al PSF el cual varía poco entre las diferentes especies; para las hojosas va de 32 a 35% de CH, y en coníferas es entre 26 y 28%. Para casos prácticos se toma en promedio un 30% de CH como el punto de saturación de la fibra (Fuentes, s/f).

El punto de saturación de la fibra (PSF) es importante considerarlo puesto que en este punto es cuando empiezan a presentarse las contracciones y el punto máximo donde llega el hinchamiento (Robles y Echenique, 1983).

²⁶ **Coronel, E.O.2001.** Estudio y determinación de las propiedades físico-mecánicas de las maderas del Parque Chaqueño Valores y variaciones de las propiedades 1a Parte, Instituto de Tecnología de la Madera, Fac. de Ciencias Forestales/Univ. Nac. De Santiago del Estero. Serie de publicaciones 8906.

5.14. Anisotropía.

La madera es un material anisotrópico, es decir, sus propiedades físicas y mecánicas se manifiestan con diferente intensidad según el plano que se trate. Así tenemos que por la colocación que presentan los elementos en la madera, la contracción y el hinchamiento en cada sentido: axial, tangencial y radial, se presentarán con diferente intensidad (Fuentes, s/f).

Teniendo que en su sentido axial o longitudinal se encuentran a la vez colocados la gran mayoría de sus elementos y como en este sentido individualmente se contraen poco, también la madera tendrá una contracción mínima en esta dirección, fluctuando entre 0.1 y 0.9 %. En el sentido transversal la contracción aumenta considerablemente; aunque también entre la dirección radial y la tangencial se presentan diferencias. La razón de esto es que en la dirección radial se encuentran algunas fibras con su eje axial en esta dirección (elementos de rayo), como estos a lo largo se contraen poco, influyen en aminorar la contracción. Otra causa es también la presencia del gran número de puntuaciones en este plano. En el sentido tangencial la contracción de elementos tanto axiales como los rayo, se realiza transversalmente en forma libre (Fuentes, s/f).

5.15. Estudio de las especies.

5.15.1. Clasificación taxonómica del Guasmo

Nombre binomial	(<i>Guazuma ulmifolia</i>)
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia:	Byttnerioideae

Género. Guazuma
Especie: *ulmifolia*

Descripción Botánica del Guasmo (*Guazuma ulmifolia*)

Características

Es un árbol de porte bajo y muy ramificado que puede alcanzar hasta 20 m de altura, con un tronco de 30 a 60 cm de diámetro recubierto de corteza gris. Savia incolora, mucilaginosa. Las hojas son simples, alternas, con estípulas, con la base asimétrica subcordada con pecíolos cortos, aovadas u oblongas, aserradas, de 6 a 12 cm de largo y con el ápice agudo. Produce flores pequeñas agrupadas en inflorescencias axilares y cortamente estipitadas; tiene 5 pétalos de color blanco-amarillento. El fruto es un cápsula subglobosa o elipsoidea, negro-purpúrea al madurar y con la superficie muricada.

Hábitat

Es muy común en la América tropical continental e insular. Es una especie heliófita y colonizadora por lo que es común encontrarla en terrenos yermos y cultivados, faldas de colinas y bosques secundarios de mediana elevación. Para la presente investigación la especie Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) fue recolectada en el Recinto Chade ubicado a 6Km. del Cantón Jipijapa, en la finca del Señor Antonio Pinargote a 295m.s.n.m. con la siguiente coordenada 17M546812 y UTM 9850766

Usos

El mucílago se emplea para tratar las quemaduras, hemorroides, atribuyéndosele propiedades emolientes, diurético, caída. Las hojas se usan para tratar afecciones del hígado y riñones, asma, bronquitis, fiebre y gonorrea.

Componentes

Se ha detectado cafeína en las hojas. El tamizaje fitoquímico preliminar indica la presencia de compuestos mayores. ⁽²⁷⁾

5.16. Clasificación taxonómica del Ajo (*Gallesia integrifolia*)

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Phytolaccaceae
Género	Gallesia
Especie	integrifolia

Descripción botánica.

Copa	Pequeña. Hojas simples lanceoladas
Tronco	De forma irregular, altura total 20 m
Corteza	Color marrón claro, delgada y de poco espesor.

Características organolépticas de la madera.

Color albura	Blanco amarillento
Color duramen.	Amarillo
Olor.	Parecido al ajo, penetrante
Sabor.	Picante

²⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Guazuma_ulfifolia *Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri*. Consultado el 5 de octubre de 2010.

Brillo.	Mediano
Grano.	Entrecruzado
Veteado.	Suave
Textura.	Fina.

Condiciones técnicas para el procesamiento.

Trabajabilidad Fácil de procesar mecánicamente

Preservación Permeable.

Durabilidad No durable, susceptible a la mancha azul

Hábitat Para la presente investigación la especie vegetativa Ajo (*Gallesia integrifolia*) fue recolectada a 373m.s.n.m. con la siguiente coordenada 17M0553405 y UTM 9854431.

Secado Para los procedimientos de pre-secado o secado al aire libre, requiere de cuidado por su tendencia a las arqueaduras, no se tiene información respecto a su comportamiento en el secado artificial. Construcciones (²⁸)

5.17. Normas COPANT para el estudio de las propiedades físicas de la madera

-Para la determinación del contenido de humedad, COPANT 460.

-Para la determinación del peso específico y contracciones COPANT 461(1972) (²⁹).

²⁸ Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia, proyecto FAO – GCP/BOL/028/NET. 2001

²⁹ COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS, (COPANT) Anteproyecto Primero de Recomendaciones de Normas para Maderas. Asunción, 1971. 64p.

5.18. Resultados de Otras Investigaciones.

De acuerdo a estudios realizados sobre secados de las dos especies forestales tropicales en maderas de chanul (Humiriastrunprocerum) y Sande (Brosimunutile) en la primera especie el promedio de peso inicial verde fue de 309.2gr. Obteniendo un promedio de peso final en estado seco de 205.8gr. teniendo un porcentaje de contenido de humedad de 31,02%; mientras que para el sande los promedios de contenido de humedad inicial entre 171.0gr y 205.7gr, el peso en gramos seco al horno fue de 129.8gr y 153.3 gr. teniendo un porcentaje de contenido de humedad de 38.02% ⁽³⁰⁾

De los resultados obtenidos de los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de las especies Moral fino (Chlorophoratinctoria) y Amarillo lagarto (Centrolobiumparaense), se resume lo siguiente. ⁽³¹⁾

Especie	C H %	Densidad			Contracción		
		V	s	b	r	tg	vol.
<u>Chlorophoratinctoria</u>	66,4	1,1	0,76	0,71	2,2	3,9	6,9
<u>(Centrolobiumparaense)</u> ,	48,2	1,01	0,81	0,72	2,0	3,6	5,9

• PROPIEDADES FÍSICAS. AJO

Contenido de humedad en verde = **99 %**

Densidad básica o Peso Específico = **0,52 g/cm³**

Densidad al 12% de humedad = **0,64 g/cm³**

Contracción radial = **5,5 %**

Contracción tangencial = **8,9 %**

Contracción volumétrica = **13,8 %**

³⁰F. Quimis. 1994. Tesis de grado previo para la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica de Manabí; Facultad de Ingeniería Agronómica. Escuela de Ingeniería Forestal. Extensión Jipijapa.

³¹ J. Figueroa Ch. 2000. Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniero Forestal. Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de dos especies forestales Moral fino (Chlorophoratinctoria) y Amarillo lagarto (Centrolobiumparaense)

Relación T/R = 1,6 ⁽³²⁾

- **PROPIEDADES FÍSICAS AJO: *Galesia integrifolia* (Spreng) Harms.**

Densidad Básica o Peso Específico: 0.49 gr/cm³

Contracción Volumétrica 13.40 %

Relación T/R: 1.60

Contracción Tangencial: 7.80 %

Contracción Radial: 4.90 %. ⁽³³⁾.

³² Fuente: Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. Proyecto FAO-GCP/BOL/028/NET http://www.cadefor.org/index.php?option=com_remository&func=fileinfo&id=29&Itemid=65

³³ CÁCERES Nancy. Confederación Peruana de la Madera. CPM. *El Ajo*. Edición: 1500 Ejemplares Lima-Perú, Diciembre 2008. Pag.41. <http://es.scribd.com/doc/85108447/18/PALO-AJO>

VI. HIPOTESIS.

6.1. Hipótesis General.

-Las propiedades físicas de las especies forestales (*Guazuma ulmifolia*) Guasmo y (*Gallesia integrifolia*) Ajo, incidirán en el método de secado de la madera en los procesos controlados aplicarse.

6.2. Hipótesis Específicas.

-El método gravimétrico, es el más eficiente para determinar el porcentaje de Contenido de humedad de las especies maderables (*Guazuma ulmifolia*) Guasmo y (*Gallesia integrifolia*) Ajo.

-Las especies en estudios incurrirán en el secado artificial peso específico, al aplicarle el proceso de inmersión en agua.

-La contracción será igual en las dos especies forestales a estudiarse, al realizar la comparación de muestra con contenidos de humedades conocidos.

VII. VARIABLES E INDICADORES

7.1. Variable Independiente.

Determinación de las propiedades físicas.

7.2. Variable Dependiente.

Mediante procesos controlados de secado.

7.3. Indicadores.

- Determinación del contenido de humedad.
- Determinación del peso verde y anhidro.
- Determinación del peso verde y volumen verde
- Determinación del peso anhidro y volumen anhidro.
- Determinación del volumen verde tangencial, radial y longitudinal.
- Determinación del volumen anhidro tangencial, radial y longitudinal.
- Determinación de la contracción y expansión.

VIII: DISEÑO METODOLÓGICO.

8.1. Tipo de estudio.

La presente investigación está basado en determinar las propiedades físicas de las especies forestales del Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y Ajo (*Gallesia integrifolia*), logrando así determinar el contenido de humedad, peso específico y contracciones de las especies ya mencionadas, el tipo de estudio que se utilizó fue cuasi-experimental, apoyándose de informaciones relacionadas al proyecto.

8.2. Ubicación Geográfica.

La zona de estudio donde se realizó esta investigación fue los predios Universitario del Campus “Los Ángeles” kilómetro 1^{1/2} vía Jipijapa Noboa, que pertenece a la Universidad Estatal del Sur de Manabí; se encuentra ubicada en un cuadrante que presenta las siguientes coordenadas UTM.

Punto 1:	E = 566, 930,00	N = 9'587, 534,00
Punto 2:	E = 566, 905,00	N = 9'587, 533,58
Punto 3:	E = 566, 903,32	N = 9'587, 633,56
Punto 4:	E = 566, 928,31	N = 9'587, 633,99. ⁽³⁴⁾

8.3. Características Climatológicas y Pedológicas del Sitio de la Investigación.

Altitud	320 msnm.
Longitud	01° 20'N
Latitud	80°- 27' W
Humedad relativa	72%
Heliofanía anual	1400
Precipitación	450mm

⁽³⁴⁾. Datos tomados con el GPS. Por el autor.

Temperatura	28° - 25° C
Textura	Arcillo limoso
Topografía	Irregular
Zona de vida	Bosque seco tropical. ⁽³⁵⁾

8.4. Materiales

a). De campo.

- Motosierra.
- Flexómetro.
- Lápices
- Formularios.
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de apunte
- Cuerdas
- Calibrador de pies de rey
- Herramientas de corte para preparación de probetas.
- Escuadra.
- Fundas
- GPS
- Botas
- Machete

b). De oficina.

- Formularios
- Computadora
- Papelería
- Carpetas

⁽³⁵⁾. Datos obtenidos de Tesis Ing. Fabián Vega 2008.

- Lápices
- Cuaderno de apunte
- Textos
- Internet

c). De laboratorio.

- Desecador
- Balanza digital (0,01 gramo de precisión)
- Estufa de secado
- Alcohol
- Probetas de vidrio milimétrico.
- Parafina
- Algodón Cardé
- Pinzas
- Calibrador
- Mandil
- Agua destilada
- Soporte brazo móvil

8.5. Recursos Humanos

- Ebanistas y carpinteros.
- Profesor - Tutor
- Egresada.
- Laboratorista

8.6. Población y Muestra.

- **Población.**
- La población o universo fueron las dos especies forestales en estudio de las cuales se obtuvieron 60 probetas, 30 probetas de Ajo (*Gallesia integrifolia*) y 30 probetas de Guasmo (*Guazuma ulmifolia*).
- **Muestra**

La muestra fue de 60 probetas, 30 probetas de Ajo (*Gallesia integrifolia*) y 30 probetas de Guasmo (*Guazuma ulmifolia*).

8.7. Proceso metodológico de la Investigación.

a). Determinación del porcentaje de Contenido de humedad de las dos especies maderables, por el método gravimétrico.

Para cumplir con este objetivo, sobre la determinación del contenido de humedad se utilizó el método por pesadas o secado en horno, basado en la Norma COPANT 460(1972), se utilizó una estufa termo regulable, de buena circulación de aire, una balanza electrónica de precisión y un calibrador pies de rey, se tomaron las medidas lo más exacto; se elaboraron 30 probetas por especies, 60 en el ensayo, las mismas que tuvieron las siguientes dimensiones 3cm x 3cm x 5cm; una vez elaboradas las probetas se las examinó, para comprobar que no tengan defecto alguno, y que tuvieran una buena orientación anatómica. Obtenido el peso inicial se las colocó dentro de la estufa, dando inició al proceso de secado, realizando los siguientes pasos:

Se colocaron las probetas a una temperatura de 30 °C, luego se incrementó la temperatura 40°C, por el lapso de 12 horas; posteriormente se examinaron para verificar si no habían sufrido alguna anomalía; consecutivamente se reinició el secado incrementándole la temperatura a 50°C por 12 horas, luego se prosiguió con el proceso

de secado a una temperatura de 60°C; luego a 70°C, 80°C, 90°C y 103°C, posteriormente se las retiró de la estufa dejándolas enfriar, se las pesó y el peso fue constante. Finalizado el proceso de secado donde se tomaron los datos que fueron tabulados para su pertinente análisis.

El contenido de humedad de la madera se calculó con la expresión siguiente:

$$CH = \frac{\text{Masa anhidra}}{\text{Masa agua}} \times 100 \quad (1)$$

Dónde: masa de agua = masa inicial madera - masa madera anhidra es decir:

$$CH = \frac{P_h - P_o}{P_o} \times 100\% \quad (2)$$

CH= contenido de humedad que tiene como unidad porcentaje.

Ph = masa inicial de la madera que tiene como unidad gramos.

Po = masa de la madera en estado anhidro que tiene como unidad gramos.

b). Comprobación del peso específico de las dos especies estudiadas, mediante el proceso de inmersión en agua.

Para la determinación del peso específico, se utilizó el método de medición indirecta, por inmersión en agua, nos basamos al procedimiento de la Normas COPANT 461(1972).

Para desarrollar este ensayo, se dispuso de una balanza electrónica, una probeta de vidrio milimetrada conteniendo 3/4 de agua destilada; un soporte con brazo móvil para

sostener la probeta al sumergirla. Previamente se encoró la balanza de manera que solo registre la masa de la misma en la lectura.

Para la determinación del peso específico de la madera en estado anhidro, y previo a la inmersión de las probetas en agua, se las recubrió de parafina para evitar la captación de agua. Las muestras para esta prueba tuvieron las siguientes dimensiones 3cm x3cm x 10cm.

Fórmulas para calcular la densidad o peso específico.

Densidad verde

$$DV = \frac{Pv}{Vv} \text{ gr/cm}^3$$

DV Densidad verde; gramos/centímetro cúbico

Pv Peso de la probeta en estado verde, gramos

Vv Volumen verde, centímetro cúbico

Densidad en estado anhidro

$$DA = \frac{Psh}{Vsh} \text{ gr/cm}^3$$

DA Densidad anhidra, en gramo/centímetro cúbico

Psh Peso de la probeta seca al horno en gramos

Vsh Volumen de la probeta seca al horno en centímetro cúbico

Densidad básica

$$Db = \frac{Psh}{Vv} \text{ gr/cm}^3$$

- Db Densidad básica, gramo por centímetro cúbico.
Psh Peso probeta seca al horno en gramos.
Vv Volumen verde en centímetro cúbico.

c). Analizar la contracción en las dos especies forestales estudiadas, mediante la comparación de muestra con contenidos de humedades.

Para la determinación de la contracción, nos basamos en la siguiente Normas COPANT 461. Las probetas se elaboraron con las caras tangencial, perpendicular a los radios leñosos con el eje longitudinal paralelo a la dirección del grano. Las dimensiones para este ensayo fueron los siguientes 3 cm x3 cm x 10 cm, para el estado anhidro o seco se siguió el procedimiento que se utilizó en el contenido de humedad.

Para la determinación del porcentaje de contenido de humedad (CH), se utilizó el método por pesadas o secado en horno, para cumplir con este objetivo, se realizaron las siguientes actividades; mediante una balanza electrónica de precisión se tomó datos del peso inicial de cada una de las probetas, luego se las midió con un calibrador pies de rey, tanto del lado radial, tangencial y longitudinal, con la finalidad de conocer el volumen, peso inicial y peso final; de acuerdo a las normas COPANT 460 de secado(1972).

Fórmula para determinar la expansión y Contracción de la madera.

Contracción en estado verde al estado seco anhidro.

A - Contracción tangencial total.

$$\text{C.t.t.} = \frac{\text{Dvt} - \text{Dsht}}{\text{Dvt}} \times 100$$

C.t.t. Contracción tangencial total verde.

Dvt Dimensión tangencial en estado verde

Dsht Dimensión tangencial seca al horno.

B - Contracción radial total.

$$\text{Crt} = \frac{\text{Dvr} - \text{Dshr}}{\text{Dvr}} \times 100$$

Crt Contracción radial total en porcentaje.

Dvr Dimensión radial estado verde.

Dshr Dimensión radial seca al horno.

D - Contracción longitudinal total.

$$\text{Clt} = \frac{\text{Dvl} - \text{Dshl}}{\text{Dvl}} \times 100.$$

Clt Contracción longitudinal total, %

Dvl Dimensión longitudinal, estado verde

Dshl Dimensión longitudinal seca al horno

E - Contracción volumétrica total.

$$Cvt = Clt + Crt + Clt.$$

Cvt: Contracción volumétrica total, en base del estado verde al seco al horno.

8.8. Técnicas e Instrumentos.

Las técnicas que se utilizaron fueron:

- selección de especies
- estadística
- cuasi experimental
- toma de datos

Los instrumentos que se utilizaron fueron:

- cámara fotográfica
- balanza analítica
- estufa
- desecador
- calibrador
- motosierra
- cierra circular
- flexómetro
- probetas de vidrio milimétrica
- GPS

8.9. Diseño Estadístico.

Una vez que se aplicaron los instrumentos, se procedió a la tabulación de datos, sistematizándolos en cuadro estadísticos, en cantidades y porcentajes. Así mismo se realizó una representación gráfica de los resultados.

a). Factores en Estudio.

- Especies forestales
- Turno de secado.

8.10. Recursos Económicos.

El costo que se utilizó en la investigación fue de 1.100 dólares valor que fue cubierto por la autora de la Tesis.

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

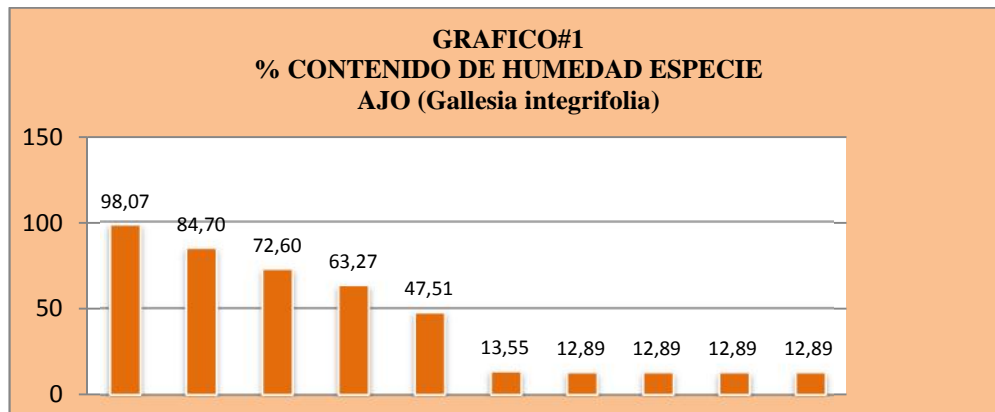
9.1.). Determinación del porcentaje de Contenido de humedad de las dos especies maderables, por el método gravimétrico.

CUADRO N° 1

PROMEDIOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD: ESPECIE AJO (<i>Gallesia integrifolia</i>), POR EL METODO GRAVIMETRICO				
FECHA	PESO INICIAL en gr.	PESO FINAL en gr.	% DE HUMEDAD	% CONTENIDO DE HUMEDAD
17-Sep	43,43	42,61	1,93	98,07
18-Sep	43,43	37,67	15,29	84,70
19-Sep	43,43	34,09	27,39	72,60
20-sep	43,43	31,76	36,72	63,27
21-sep	43,43	28,48	52,48	47,51
24-Sep	43,43	23,29	86,44	13,55
25-Sep	43,43	23,21	87,11	12,89
26-sep	43,43	23,21	87,11	12,89
27-Sep	43,43	23,21	87,11	12,89
28-sep	43,43	23,21	87,11	12,89

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López

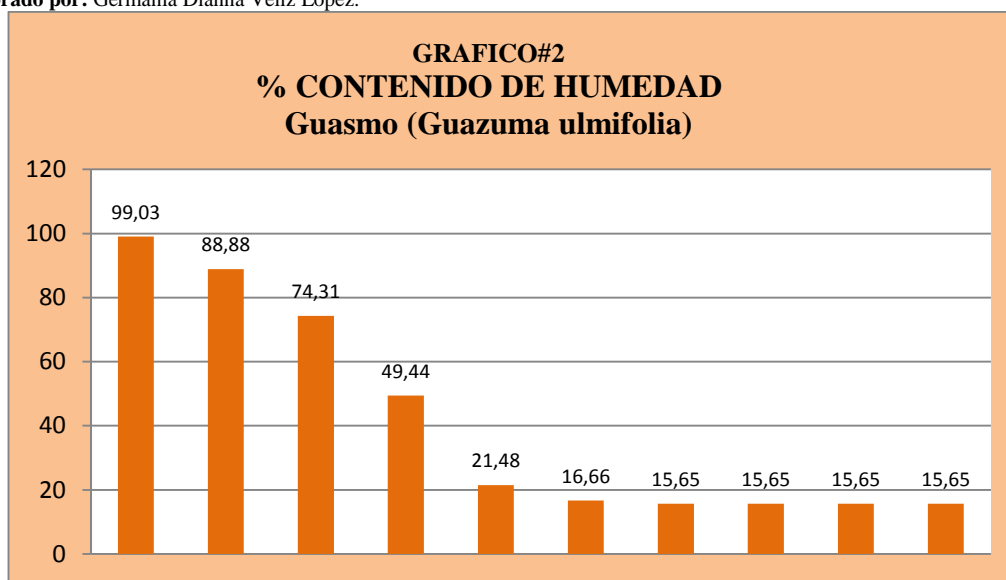
Según el cuadro y gráfico N°1. el promedio de porcentaje de contenido de humedad de la especie de Ajo (*Gallesia integrifolia*), por el método gravimétrico se inició con 98.070 % y se estabilizo en 12,89 %.

CUADRO N° 2

PROMEDIOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD:GUASMO (Guazuma ulmifolia), POR EL METODO GRAVIMETRICO				
FECHA	PESO INICIAL en gr.	PESO FINAL en gr.	% DE HUMEDAD	% CONTENIDO DE HUMEDAD
17-Sep	43,90	43,48	0,96	99,03
18-Sep	43,90	39,51	11,11	88,88
19-Sep	43,90	34,93	25,68	74,31
20-sep	43,90	29,16	50,56	49,44
21-sep	43,90	24,59	78,51	21,48
24-Sep	43,90	23,94	83,33	16,66
25-Sep	43,90	23,81	84,35	15,65
26-sep	43,90	23,81	84,35	15,65
27-Sep	43,90	23,81	84,35	15,65
28-sep	43,90	23,81	84,35	15,65

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López.



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López.

Según el cuadro y gráfico N°2 el promedio de porcentaje de contenido de humedad de la especie de Guasmo (Guazuma ulmifolia), por el método gravimétrico se inició con 99.039 % y se estabilizo en 15,650 %.

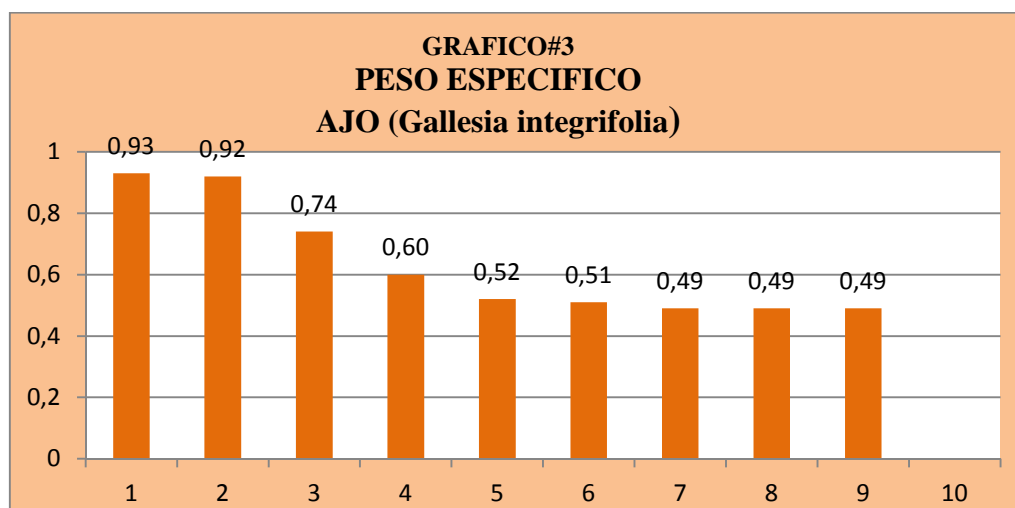
b). Comprobación del peso específico de las dos especies en estudios, mediante el proceso de inmersión en agua.

CUADRO N° 3

PROMEDIOS DEL PESO ESPECÍFICO MEDIANTE EL PROCESO DE INMERSION EN AGUA						
AJO (<i>Gallesia integrifolia</i>)						
FECHA	PESO HUMEDO	D. RADIAL	D. TANGENCIAL	D. LONGITUDINAL	VOLUMEN	PESO ESPECIFICO
01-Oct	94,04	3,15	3,08	10,39	101,10	0,93
02-Oct	92,40	3,12	3,07	10,35	99,59	0,92
03-Oct	70,52	3,06	2,99	10,33	94,56	0,74
04-Oct	50,93	2,95	2,77	10,32	84,57	0,60
05-Oct	41,70	2,87	2,68	10,31	79,70	0,52
08-Oct	40,78	2,87	2,66	10,30	78,76	0,51
09-oct	38,68	2,85	2,64	10,30	77,60	0,49
10-Oct	38,68	2,85	2,64	10,29	77,56	0,49
11-Oct	38,68	2,85	2,64	10,29	77,56	0,49
12-Oct	38,68	2,85	2,64	10,29	77,56	0,49

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López

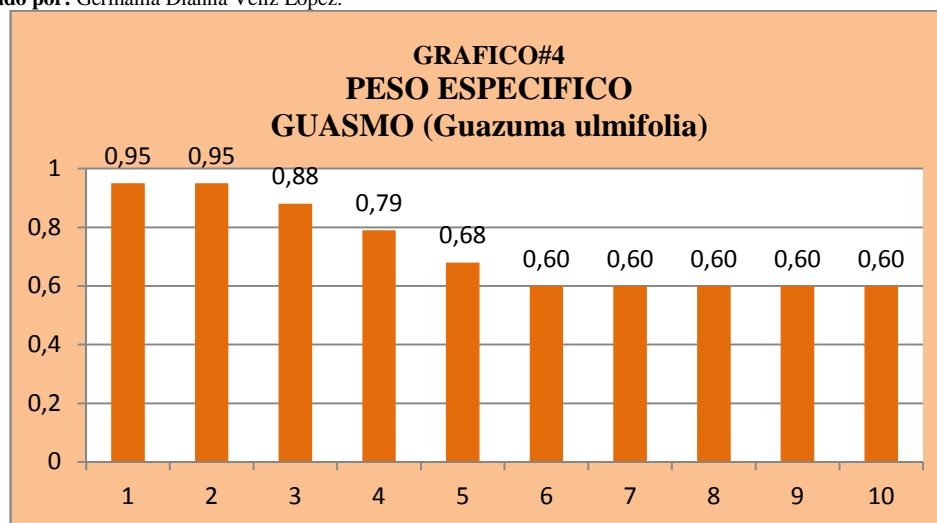
Según el cuadro y gráfico N. 3, muestra los valores promedios de la determinación del peso específico por el método de inmersión en agua destilada de la especie Ajo (*Gallesia integrifolia*), se inició en 0.93 gr/cm³ y se estabilizó en 0.49 gr/cm³.

CUADRO N° 4

PROMEDIOS DEL PESO ESPECIFICO MEDIANTE EL PROCESO DE INMERSION EN AGUA GUASMO (Guazuma ulmifolia)						
FECHA	PESO HUMEDO	D. RADIAL	D. TANGENCIAL	D. LONGITUDINAL	VOLUMEN	PESO ESPECIFICO
01-Oct	87,78	3,07	3,04	9,93	92,60	0,95
02-Oct	86,98	3,07	3,01	9,91	91,59	0,95
03-Oct	78,89	3,04	2,99	9,90	90,02	0,88
04-Oct	69,60	3,01	2,97	9,90	88,46	0,79
05-Oct	58,76	2,97	2,93	9,89	86,08	0,68
08-Oct	49,29	2,89	2,86	9,87	81,51	0,60
09-oct	47,70	2,86	2,81	9,87	79,26	0,60
10-Oct	47,47	2,86	2,80	9,87	79,03	0,60
11-Oct	47,47	2,86	2,80	9,87	79,03	0,60
12-Oct	47,47	2,86	2,80	9,87	79,03	0,60

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López.



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López.

Según el cuadro y gráfico N° 4, muestra los valores promedios de la determinación del peso específico por el método de inmersión en agua destilada de la especie Guasmo (Guazuma ulmifolia), inició en 0.95 gr/cm³ y se estabilizó en 0.60 gr/cm³.

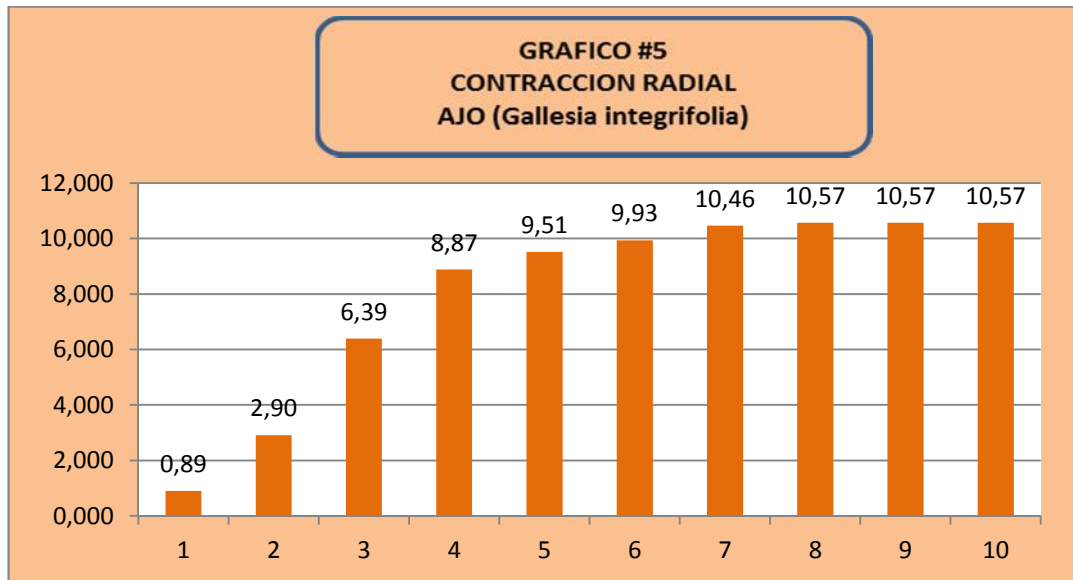
c). Analizar la contracción en las dos especies forestales a estudiarse, mediante la comparación de muestra con contenidos de humedades conocidos.

CUADRO N° 5

PROMEDIOS DE CONTRACCION RADIAL POR EL METODO DE SECADO			
AJO (<i>Galesia integrifolia</i>)			
FECHA	RADIAL HUM.	RADIAL SECO	% CONT. RADIAL
17-Sep	3,153	3,125	0,899
18-Sep	3,153	3,062	2,907
19-Sep	3,153	2,952	6,395
20-sep	3,153	2,873	8,879
21-sep	3,153	2,853	9,514
24-Sep	3,153	2,840	9,937
25-Sep	3,153	2,823	10,465
26-sep	3,153	2,820	10,571
27-Sep	3,153	2,820	10,571
28-sep	3,153	2,820	10,571

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López

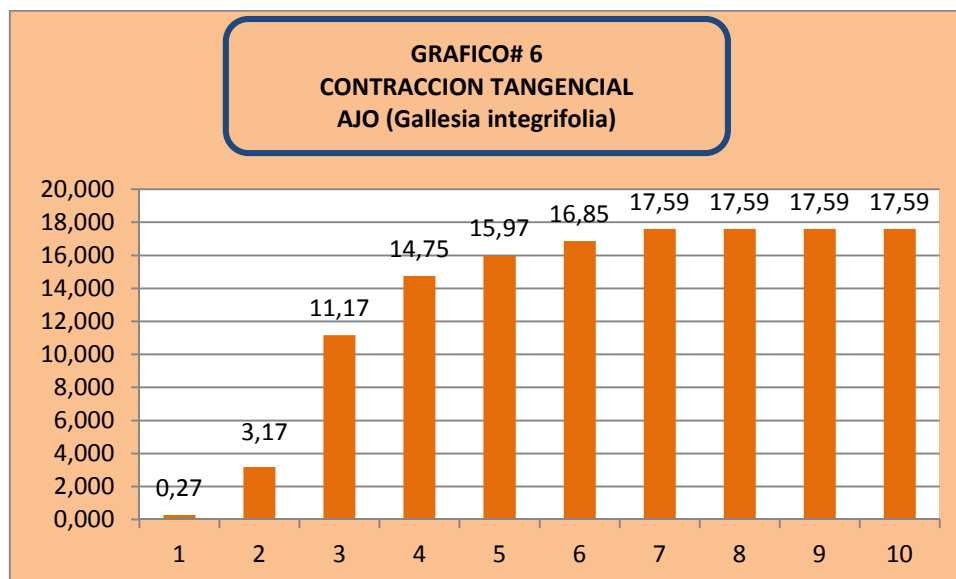
Según el Cuadro y gráfico N° 5, muestra los valores promedios de la determinación de contracción radial de la especie Ajo (*Galesia integrifolia*), inició en 0,89% y se estabilizó en 10,57%.

CUADRO N° 6

PROMEDIOS DE CONTRACCION TANGENCIAL POR EL METODO DE SECADO			
AJO (<i>Gallesia integrifolia</i>)			
FECHA	TANG. HUM.	TANG. SECO	% CONT. TANG.
17-Sep	3,085	3,077	0,271
18-Sep	3,085	2,990	3,177
19-Sep	3,085	2,775	11,171
20-sep	3,085	2,688	14,755
21-sep	3,085	2,660	15,977
24-Sep	3,085	2,640	16,856
25-Sep	3,085	2,623	17,598
26-sep	3,085	2,623	17,598
27-Sep	3,085	2,623	17,598
28-sep	3,085	2,623	17,598

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López.



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López.

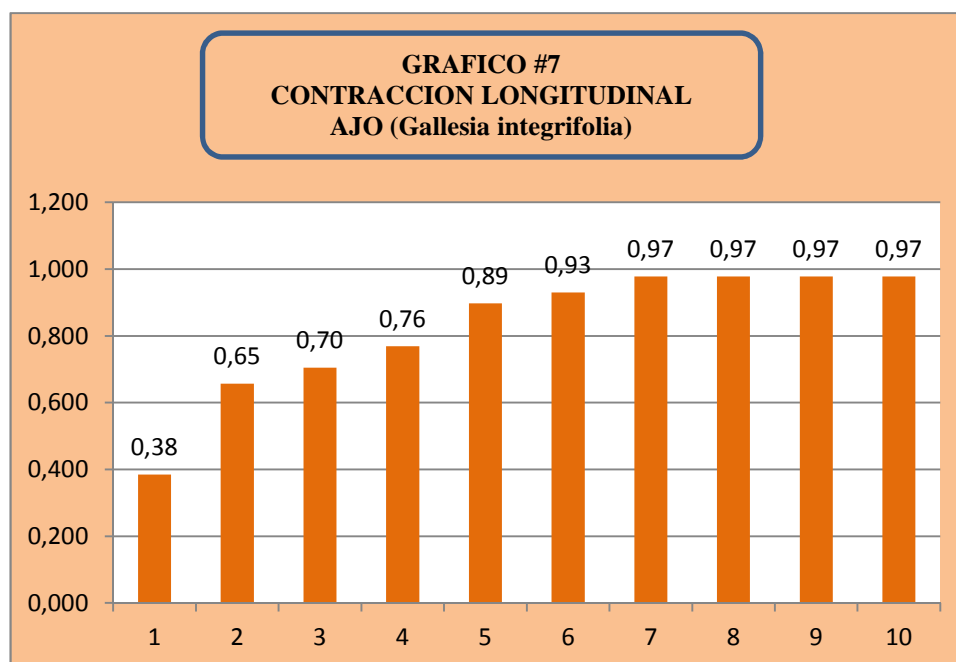
Según el cuadro y gráfico N° 6, muestra los valores promedios de la determinación de contracción tangencial de la especie Ajo (*Gallesia integrifolia*), inició en 0,27% y se estabilizó en 17,59%.

CUADRO N° 7

PROMEDIOS DE CONTRACCION LONGITUDINAL POR EL METODO DE SECADO.			
AJO (Galesia integrifolia)			
FECHA	LONG. HUM.	LONG. SECO	% CONT. LONGITUDINAL.
17-Sep	10,398	10,358	0,385
18-Sep	10,398	10,330	0,657
19-Sep	10,398	10,325	0,705
20-sep	10,398	10,318	0,769
21-sep	10,398	10,305	0,898
24-Sep	10,398	10,302	0,930
25-Sep	10,398	10,297	0,978
26-sep	10,398	10,297	0,978
27-Sep	10,398	10,297	0,978
28-sep	10,398	10,297	0,978

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

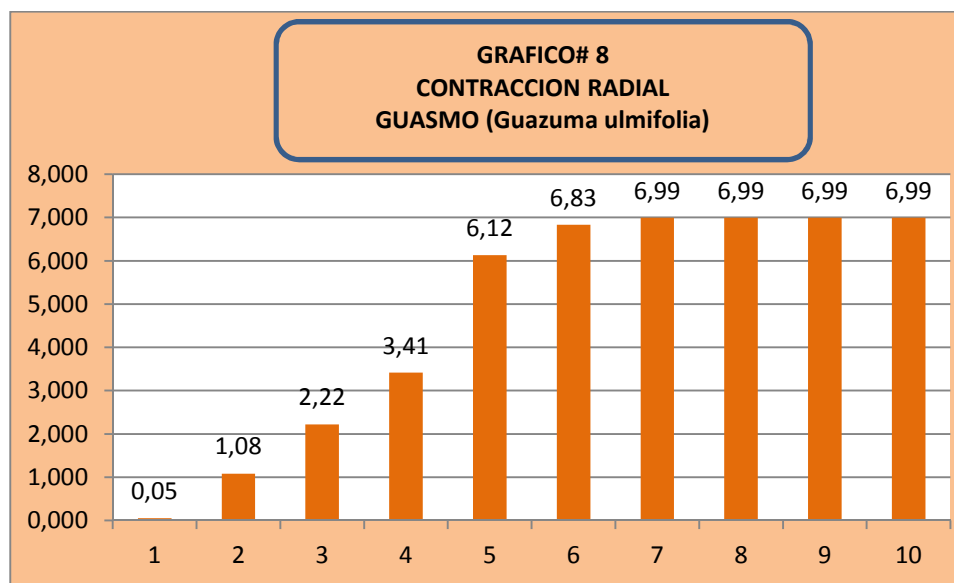
Elaborado por: Germania Dianna Véliz López

Según el cuadro y gráfico N° 7, muestra los valores promedios de la determinación de contracción longitudinal de la especie Ajo (Galesia integrifolia), inició en 0,38% y se estabilizó en 0,97%.

CUADRO N° 8

PROMEDIOS DE CONTRACCION RADIAL POR EL METODO DE SECADO. GUASMO (Guazuma ulmifolia).			
FECHA	RADIAL HUM.	RADIAL SECO	% CONT. RADIAL
17-Sep	3,073	3,072	0,054
18-Sep	3,073	3,040	1,085
19-Sep	3,073	3,005	2,223
20-sep	3,073	2,968	3,416
21-sep	3,073	2,885	6,128
24-Sep	3,073	2,863	6,833
25-Sep	3,073	2,858	6,996
26-sep	3,073	2,858	6,996
27-Sep	3,073	2,858	6,996
28-sep	3,073	2,858	6,996

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.
Elaborado por: Germania Dianna Véliz López



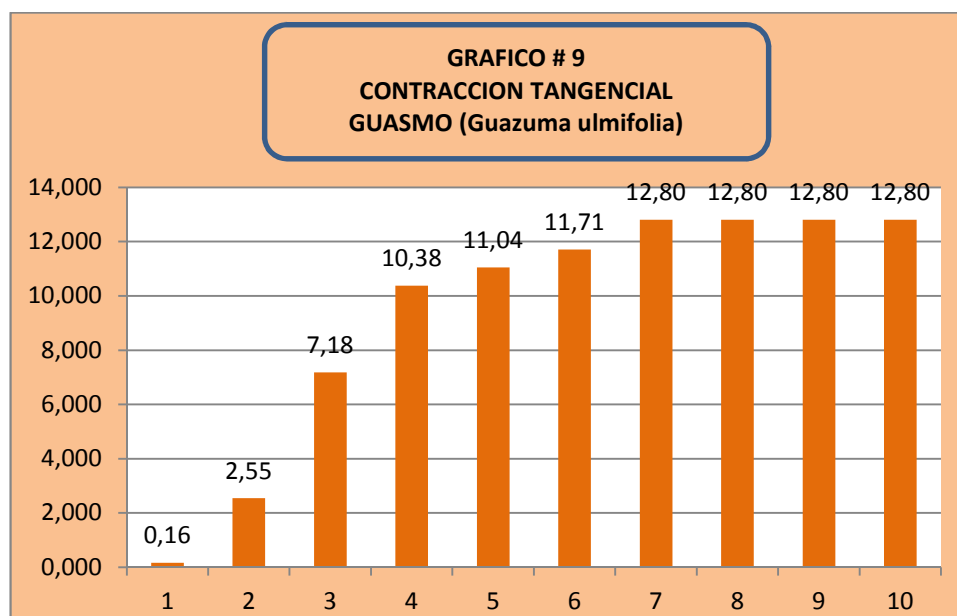
Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.
Elaborado por: Germania Dianna Véliz López

Según el cuadro y gráfico N° 8, muestra los valores promedios de la determinación de contracción radial de la especie Guasmo (Guazuma ulmifolia), inició en 0,05% y se estabilizó en 6.99%.

CUADRO N° 9

PROMEDIOS DE CONTRACCION TANGENCIAL POR EL METODO DE SECADO			
GUASMO (Guazuma ulmifolia)			
FECHA	TANG. HUM.	TANG. SECO	%CONT. TANG.
17-Sep	3,083	3,078	0,162
18-Sep	3,083	3,007	2,550
19-Sep	3,083	2,877	7,184
20-sep	3,083	2,793	10,382
21-sep	3,083	2,777	11,044
24-Sep	3,083	2,760	11,715
25-Sep	3,083	2,733	12,805
26-sep	3,083	2,733	12,805
27-Sep	3,083	2,733	12,805
28-sep	3,083	2,733	12,805

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.
Elaborado por: Germania Dianna Véliz López



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.
Elaborado por: Germania Dianna Véliz López

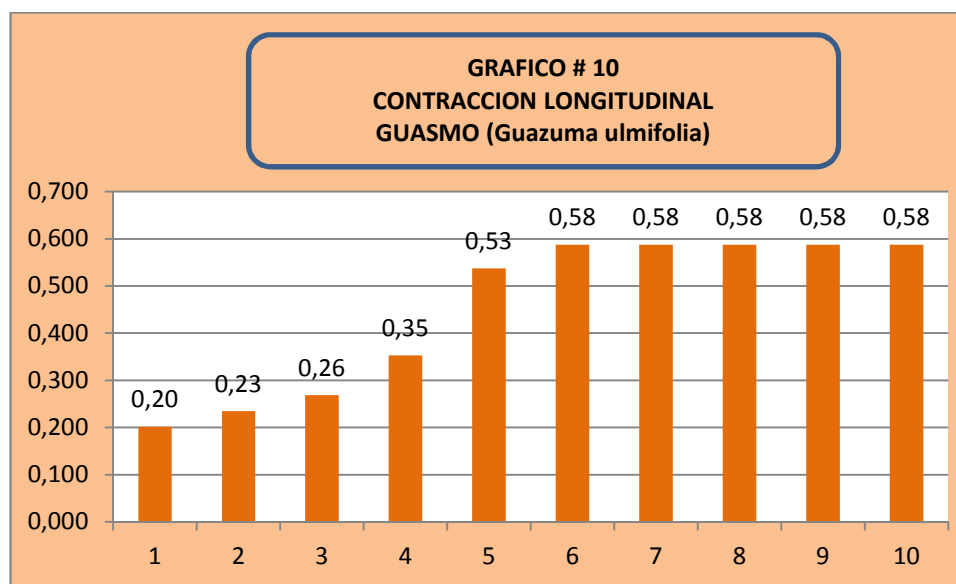
Según el cuadro y gráfico N° 9, muestra los valores promedios de la determinación de contracción tangencial de la especie Guasmo (Guazuma ulmifolia), inició en 0,16% y se estabilizó en 12.80%.

CUADRO N° 10

PROMEDIOS DE CONTRACCION LONGITUDINAL POR EL METODO DE SECADO			
GUASMO (Guazuma ulmifolia)			
FECHA	LONG. HUM.	LONG. SECO	% CONT. LONGITUDINAL.
17-Sep	9,927	9,907	0,201
18-Sep	9,927	9,903	0,235
19-Sep	9,927	9,900	0,269
20-sep	9,927	9,892	0,353
21-sep	9,927	9,873	0,537
24-Sep	9,927	9,868	0,588
25-Sep	9,927	9,868	0,588
26-sep	9,927	9,868	0,588
27-Sep	9,927	9,868	0,588
28-sep	9,927	9,868	0,588

Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López



Fuente: Datos tomado en laboratorio de Bromatología. UNESUM.

Elaborado por: Germania Dianna Véliz López

Según el cuadro y gráfico N° 10, muestra los valores promedios de la determinación de contracción longitudinal de la especie Guasmo (Guazuma ulmifolia), inició en 0,20% y se estabilizó en 0,58%.

X. DISCUSIÓN.

Para la mayoría de las especies, el equilibrio higroscópico está entre el 12 y 18 % de contenido de humedad, dependiendo del programa de secado. Para obtener contenidos menores de humedad, debe acudir al secado artificial para eliminar el resto del agua de saturación o higroscópica, lo cual concordamos con LUIS CARLOS MEJÍA (2007), que de acuerdo a la investigación la especie Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y Ajo (*Gallesia integrifolia*) se encuentran dentro de este parámetro o rango.

Según Nancy Cáceres (2008) en las PROPIEDADES FÍSICAS AJO: (*Gallesia integrifolia*), (Spreng) Harms, la densidad básica o peso específico es de 0.49 gr/cm³, lo cual concordamos con este autor porque en la investigación realizada también fue de 0.499 gr/cm³, por el método de inmersión en agua destilada.

Según Proyecto FAO-GCP/BOL/028/NET (2010), en las PROPIEDADES FÍSICAS en la especie AJO (*Gallesia integrifolia*) la Densidad básica = 0,52 g/cm³, lo cual no concordamos con este autor porque se encuentra tres punto superior al trabajo realizado o se debe también que fue realizado por método de inmersión en agua destilada.

Según Igartúa (2007), manifiesta en el cuadro de su autoría que el peso específico o densidad media se encuentra en el Grupo III. entre 0,41 a 0,60 g/cm³, lo cual coincidimos con este autor porque en la investigación las especies Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y Ajo (*Gallesia integrifolia*) se encuentran en el rango de densidad media.

Según la COPANT (1972) en el cuadro de su autoría el peso específico o densidad media se encuentra en la clase mediana entre 0,51 a 0,71 g/cm³, lo cual coincidimos con este autor porque en la investigación las especies Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) y Ajo (*Gallesia integrifolia*) se encuentran en este rango de densidad media.

Según Proyecto FAO-GCP/BOL/028/NET (2010), en las PROPIEDADES FÍSICAS en la especie Ajo (*Gallesia integrifolia*) la contracción radial y tangencial es igual a 5,5

y 8,9, lo cual no concordamos con este autor porque en la investigación realizada se encuentra en un porcentaje superior.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

10.1. Conclusiones.

En el análisis del comportamiento de las dos especies mediante el programa de secado artificial, los valores promedios de la determinación de porcentaje del contenido de humedad por el método gravimétrico en el Ajo (*Galesia integrifolia*), el Guasmo (*Guazuma ulmifolia*), fue de 12,89 % y 15,65 % respectivamente.

El análisis de los valores promedios de la determinación del peso específico mediante el proceso de inmersión en agua la especie de **Ajo** (*Galesia integrifolia*) y **Guasmo** (*Guazuma ulmifolia*), alcanzaron 0.49 gr/cm y 0.60 gr/cm³ respectivamente.

En la determinación de la contracción radial de las maderas, los valores promedios por el método de la estufa en Ajo (*Galesia integrifolia*), alcanzó 10.57% y el Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) obtuvo 6.99%.

El análisis de contracción tangencial de las maderas, los valores promedios por el método de estufa en Ajo (*Galesia integrifolia*), alcanzó 17,59% y Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) obtuvo 12,80%.

La determinación de contracción longitudinal de las maderas, los valores promedios por el método de estufa en Ajo (*Galesia integrifolia*), alcanzó 0,97% y Guasmo (*Guazuma ulmifolia*) obtuvo 0,58%.

10.2 Recomendaciones.

-Que se realicen investigaciones de estas especies y otras para analizar el contenido de humedad y el comportamiento de las especies en estudio mediante el programa de secado artificial.

-Que los estudiantes de la carrera de ingeniería forestal, realicen prácticas sobre métodos de inmersión en agua destilada para determinar el peso específico de las especies forestales existentes en nuestra zona, que le permitan obtener datos científicos para las futuras generaciones.

-Que se realicen estudios de contracciones, radial, tangencial y longitudinal de las especies investigadas como también de otras especies existentes en la zona, para hacer comparaciones relacionados con estos parámetros, bajo proceso de secado natural y artificial.

-Que la Universidad Estatal del Sur de Manabí ayude con los laboratorios, e incentiven a los estudiantes a que sigan sobre estos parámetros investigativos que van en beneficio de la comunidad estudiantil.

XII. BIBLIOGRAFÍA.

1. **AITIM. 1997.** Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario. Asociación de Investigación Técnica de la Madera, Madrid.
2. **ANANÍAS, A. 1989.** Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de aramo australiano (*Acacia melanoxylon R.Br*). *Revista Ciencia e Investigación Forestal* 3 (6): 118-130.
3. **ANANLAS, R. 1989b.** Análisis de algunas propiedades físicas de la madera juvenil de eucalipto crecido en Chile. Actas III EBRAMEN, Vol. 3; 233-242, Sao Paulo.
4. -----. Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de aramo australiano (*Acacia melanoxylon R.Br*). *Revista Ciencia e Investigación Forestal* 3 (6): 118-130.
5. **ARIZA, L. I. 2002.** El nuevo enfoque en los ensayos mecánicos de la madera aserrada para uso estructural en la normativa europea. *Madera y Bosques*. 8(2):3-16.
6. **CALVO, C.F; Cotrina, A.D.; Cuffré, A.G.; Matias, O. 2004.** Propiedades de hinchamiento y contracción en la madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina. IX Encontro brasileiro em madeiras e en estruturas de madeira. Cuiabá – julio de 2004.Brasil.
7. **CAMPOS B, A.; Cubillos C, G.; Morales V, F.; Pastene, S. A. 1990.** Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. INFOR. Informe Técnico n° 122. Chile- 114p.
8. **CARPIO, IM; Arrollo, O; Sánchez. 1996.** Anatomía y ultraestructura de 20 especies maderables de importancia comercial en Costa Rica. Informe Final del Proyecto. San José. Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Ingenier.a.114p.
9. **COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS, (COPANT)** Anteproyecto Primero de Recomendaciones de Normas para Maderas. Asunción, 1971. 64p.
10. **CORONEL, E.O.2001.** Estudio y determinación de las propiedades físico-mecánicas de las maderas del Parque Chaqueño Valores y variaciones de las propiedades 1a Parte, Instituto de Tecnología de la Madera, Fac. de Ciencias Forestales/Univ. Nac. De Santiago del Estero. Serie de publicaciones 8906.
11. **CONSTRUPEDIA.com/ construmatica /Madera** <http://www>.

12. **DATOS** obtenidos de tesis Ing. Fabián Vega 2008.
13. **DÁVALOS, S. R. y Pérez, O. C 1995.** Estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. y *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl. III Seminario Nacional sobre la utilización de los encinos. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, México. pp. 496-503.
14. **DE LIMA I., Rodríguez, R. y Da Silva, D. 2004.** Comparación de metodologías de determinación de Densidad básica en madera. Revista Electrónica de Ingeniería Forestal. Año II. Núm. 3. 4 p.
15. **ESPINOSA U, M. A. 1997.** Estudio de alguna propiedades de la Madera de *Acacia melanoxylon* R.Br. creciendo en la IX región de Chile. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
16. **F. QUIMIS. 1994.** Tesis de grado previo para la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica de Manabí; Facultad de Ingeniería Ahronómica. Escuela de Ingeniería Forestal. Extensión Jipijapa.
17. **FAO – GCP/BOL/028/NET. 2001.** Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia, proyecto FAO – GCP/BOL/028/NET. 2001.
18. **FUENTES, L. M. E. 1990.** Propiedades físico-mecánicas de cinco especies de encino (*Quercus spp.*) del Estado de Puebla. Tesis Profesional de Ingeniería. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo. 54 p.
19. **GALANTE, J.J. 1982.** Tecnología de la Madera. Librería y Editorial Nigar S.R.L., Buenos Aires, Argentina.
20. **GARCÍA F.A y Díaz, T.E. 1992.** La Madera, su explotación, secamiento, propiedades y utilización, La Sub-América, Santiago de Chile, 219 pp.
21. **GONZÁLES, R. A.; Pereyra, O.; Suirezs, T. M.; Eskiviski, E.** Estudio de las propiedades tecnológicas de las maderas de cinco especies forestales de interés industrial de Misiones, Argentina. Iyvarretá, número 11. Año 2003.
22. **IGARTÚA, D.V.; Monteoliva, S. 2007.** Efecto de la altura de muestreo, el árbol, el sitio y la edad en la densidad básica de la madera de *Acacia melanoxylon* R. Br. Revista Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. INIA. Madrid, España. Recibido para su evaluación, número de referencia 20/07.

23. **INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN. 1966.** Norma IRAM 9543: Método de determinación de las contracciones totales, axiles, radiales y tangenciales y el punto de saturación de las fibras. Buenos Aires. Argentina.
24. **INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN. 1993.** Norma IRAM 9544: Maderas. Método de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires. Argentina.
25. **J. FIGUEROA CH. 2000.** Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniero Forestal. Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de dos especies forestales Moral fino (*Chlorophoratinctoria*) y Amarillo lagarto (*Centrolobiumparaense*)
26. **JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA PRID-MADERA.** Manual del Grupo Andino para la preservación de maderas, Lima Perú 1998
27. **KOLLMANN, F. 1999.** Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I. Ministerio. de Agricultura. Madrid, España. 675 p.
28. **LUIS CARLOS MEJÍA. 2007,**Edición original: Medellín, Mayo de 1987. Edición en la biblioteca virtual: Bogotá Mayo de 2007
29. **NÁJERA, L. J. A y Mendoza, L. T. 1994.** Características físicas y mecánicas de dos especies de coníferas de la región de El Salto, P. N., Durango. Tesis Profesional de Ingeniería. Instituto Tecnológico Forestal No.1. El Salto, Dgo., México. 214 p.
30. **REVISTA CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL 3 (6): 118-130.** Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de aramo australiano (*Acacia melanoxylon R.Br*).
31. **RIESCO Muñoz, G. (2001).** Estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera de roble (*Quercus robur L.*) de Galicia en relación con las variables del medio. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
32. **RUBEN ANANIAS, 2006.** Profesor Asociado Departamento Ingeniería en Maderas. Universidad del Biobío. Chile
33. **V VIVÍAN, A. 2004.** Propiedades de hinchamiento y contracción en la madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina. IX Encontró brasileiro en madeiras en estructuras de madera. Cuiabá – julio de 2004 .Brasil.
34. **WIKIPEDIA.org/wiki/Guazuma_ulmifoliaTropicos.org.** Consultado el 5 de octubre de 2010. **Jardín botánico de Misuri.**

ANEXO 1**PRESUPUESTO.**

Determinación de las propiedades físicas mediante proceso controlados de las especies forestales (<i>Guazuma ulmifolia</i>) Guasmo y (<i>Gallesia integrifolia</i>) Ajo.					
RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)	FINANCIAMIENTO AUTOGESTION
Útiles de oficina	Resmas	2	5,00	10,00	10,00
Suministros materiales	Tóner	1	110,00	110,00	110,00
Equipo de computación	Horas- uso	90	1,00	90,00	90,00
Viáticos y movilización	Subsistencia	10	10,00	100,00	100,00
Compra de árboles	Unidad	4	40,00	160,00	160,00
Almuerzos y refrigerios	Almuerzo	10	3,00	30,00	30,00
Limpieza y desbroce	trabajadores	4	10,00	40,00	40,00
Trascripción del Informe	Unidad	6	30,00	180,00	180,00
Encuadernamiento	Unidad	6	15,00	90,00	90,00
Elaboración de probetas	Unidad	200	0,40	80,00	80,00
Jornales y transporte	personas/día	8	10,00	80,00	80,00
Materiales e insumos (secado)	Unidad	---	---	130,00	130,00
TOTAL				1.100,00	1.100,00

ANEXO 2

CRONOGRAMA VALORADO.

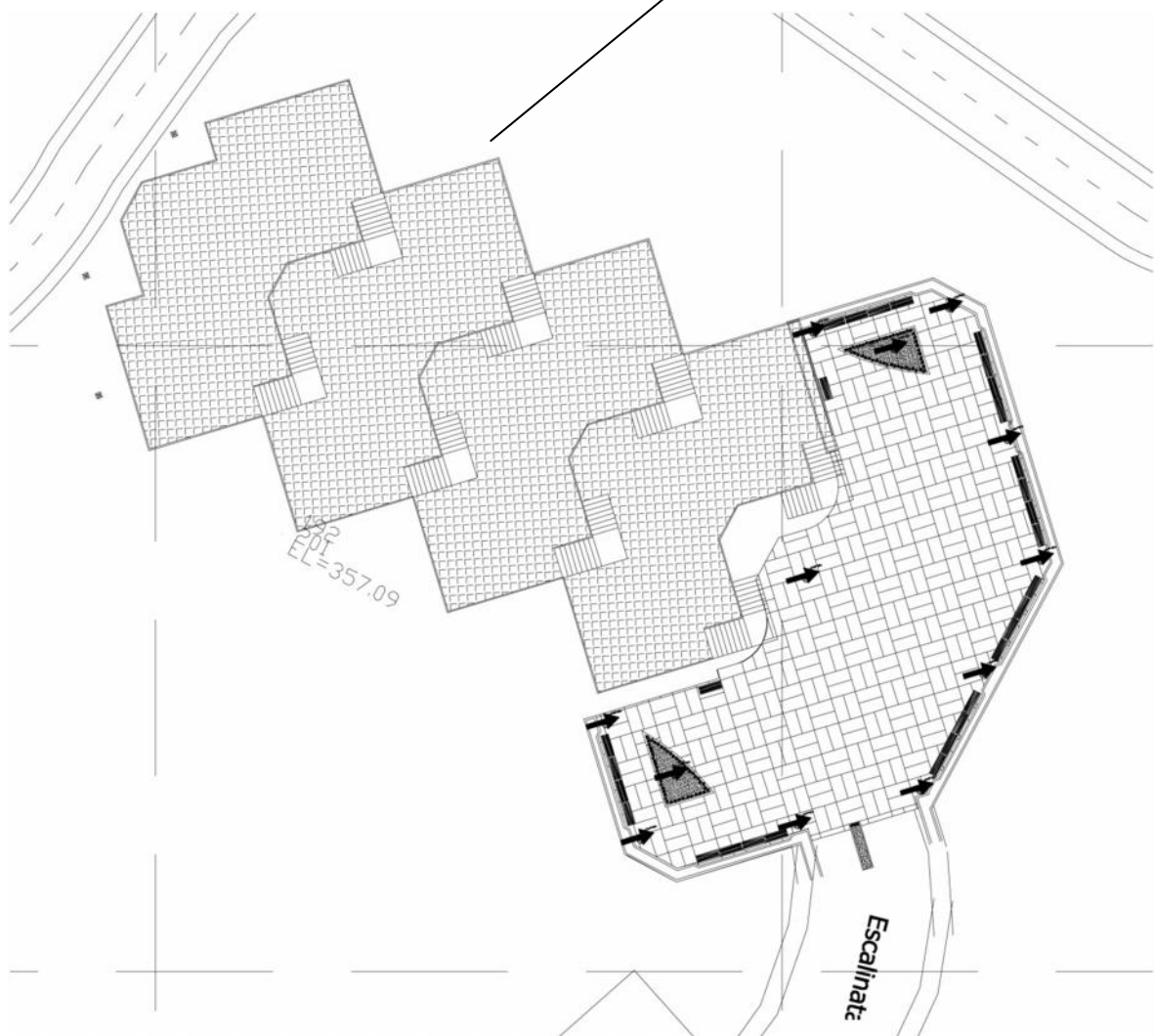
Determinación de las propiedades físicas mediante proceso controlados de las especies forestales (<i>Guazuma ulmifolia</i>) Guasmo y (<i>Gallesia integrifolia</i>) Ajo.																												
2012																												
ACTIVIDADES	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración de Anteproyecto	80																											
Presentación y aprobación. Anteproyecto			20																									
Defensa del tema							20																					
Compra de madera			200																									
Elaboración de 60 probetas					100																							
Compra de insumos					100																							
Desarrollo de la investigación					50																							
Alquiler de equipo de computación					120																							
Tabulación de la información e internet																							100					
Revisión y corrección de tesis																			00									
Transcripción Empastado de Tesis																									250			
Sustentación de Tesis y Titulación																												60
SUBTOTALES	300,00				220,00				50,00				120,00				00,00				100,00				310,00			
%	27,52%				20,18%				4,59%				11,01%				00%				9,17%				27,53%			
TOTAL	1.100,00																											

ANEXOS

ANEXO 4

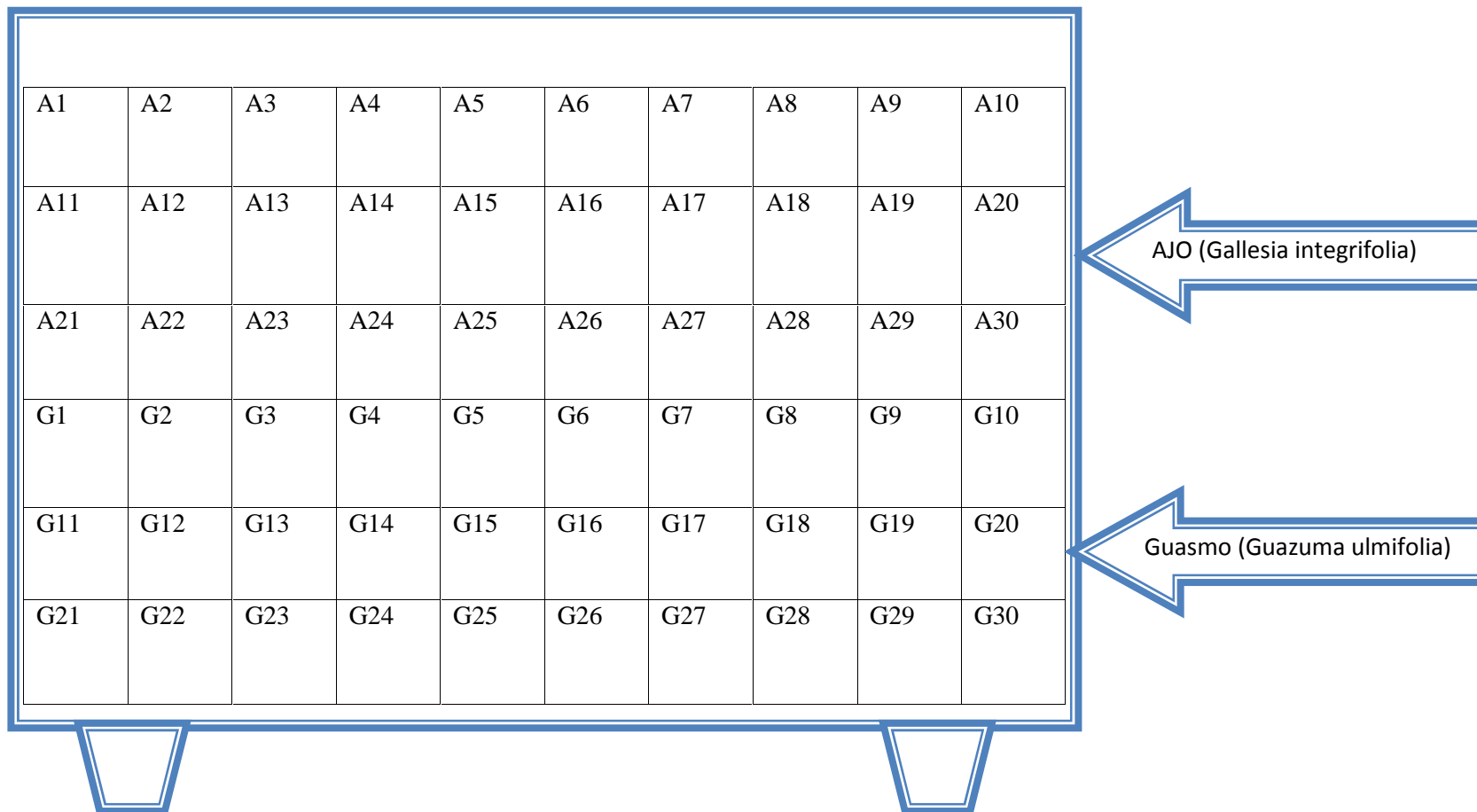
CROQUIS DE LABORATORIO DE BROMATOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI.

LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
(Lugar de la investigación)



ANEXO 5

CROQUIS DE CAMPO ESTUFA



ANEXO 3



ANEXO 7



Foto 1 y 2. Obtención de material vegetativo y toma de datos con GPS.



Foto 3 y 4 Corta de árbol en pie para elaboración de probetas.



Foto 5 y 6. Seccionamiento para elaboración de probetas.

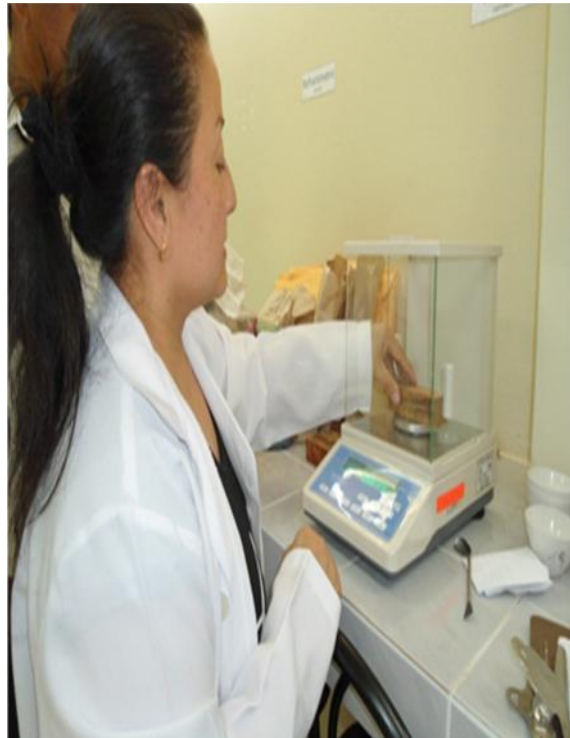


Foto 7 y 8. Codificación y pesada de probetas en balanza analítica.



Foto 9 y 10. Toma de datos para determinar el contenido de humedad.



Foto 11 y 12. Retirada de muestras de estufa.



Foto 13 y 14. Toma de datos para determinar contracciones en la madera.



Foto 15 y 16. Determinar el peso específico mediante proceso de inmersión en agua.

