

PROPIEDADES FÍSICAS DEL *Campnosperma panamensis*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Allophylus nitidulus*, ESPECIES DEL BOSQUE SECO DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS

PHYSICAL PROPERTIES OF *Campnosperma panamensis*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Allophylus nitidulus*, SPECIES OF THE DRY FOREST OF THE PROVINCE OF ESMERALDAS

Frederick Cervantes Vargas¹, Joel Velasco Quiñonez², Blanca Soledad Indacochea Ganchozo³
Reynier García Rodríguez⁴

1. Universidad Técnica Luis Vargas Torres. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Esmeraldas, Ecuador. Correo: roberto.cervantes.vargas@utelvt.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8237-3561>
2. Universidad Técnica Luis Vargas Torres. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Esmeraldas, Ecuador. Correo: joel.velasco@utelvt.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8864-9557>
3. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Maestría en Manejo Forestal Sostenible. Jipijapa, Manabí. Correo: blanca.indacochea@unesum.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4741-2435>
4. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Maestría en Manejo Forestal Sostenible. Jipijapa, Manabí. Correo: reynier.garcia@unesum.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4160-5749>

Correo para correspondencia: roberto.cervantes.vargas@utelvt.edu.ec

Resumen

El objetivo de esta investigación es determinar las propiedades físicas de tres especies forestales del bosque seco tropical de la parroquia Tachina cantón y provincia de Esmeraldas, para lo cual se aplicó un diseño de investigación experimental bifactorial, y 5 variables de respuesta, los resultados para el *Campnosperma panamensis* Standl, fue: contenido de humedad 9.50%, peso específico estacionado de 1.06g/cm³, peso específico anhidro de 0.83g/cm³, contracción tangencial y radial 1.84 y 2.31 respectivamente, contracción volumétrica total de 3.97, coeficiente de contracción de 2.64, relación de contracción T/R es de 0.80, para el *Zanthoxylum riedelianum* Engl., fue contenido de humedad 9.15%, peso específico estacionado 0.88g/cm³, peso específico anhidro 0.70g/cm³, contracción tangencial y radial 2.65 y 2.31, contracción volumétrica total de 5.46, coeficiente de contracción de 0.87, relación de contracción T/R es de 0.94; y para el *Allophylus nitidulus* fue contenido de humedad 6.33%, peso específico estacionado 0.88g/cm³, peso específico anhidro 0.88g/cm³ contracción tangencial y radial 2.20 y 2.32, contracción volumétrica total de 4.41, coeficiente de contracción de 1.20, relación de contracción T/R es de 0.95. Los valores obtenidos en el peso específico aparente anhidro 0.83g/cm³, 0.70g/cm³, 0.88g/cm³ para las tres especies estudiadas, las ubica en la categoría de especies pesadas, lo que las determina como especies resistentes al momento de ponerlas en servicio, igualmente de los datos obtenidos para la anisotropía de la contracción total, arrojó un resultado para la relación T/R de 0.80, 0.94 y 0.95, las ubica a estas especies como maderas muy buenas y estables, excelente para su puesta en servicio.

Palabras clave: Anisotropía, Contenido de humedad, Contracción volumétrica, Peso específico

Abstract

The objective of this research is to determine the physical properties of three forest species from the tropical dry forest of the Tachina parish, canton and province of Esmeraldas, for which a bifactor experimental research design was applied, and 5 response variables, the results for the *Camptosperma panamensis Standl.* was: moisture content 9.50%, parked specific weight of 1.06g/cm³, anhydrous specific weight of 0.83g/cm³, tangential and radial shrinkage 1.84 and 2.31 respectively, total volumetric shrinkage of 3.97, shrinkage coefficient of 2.64, T/R shrinkage ratio is 0.80, for *Zanthoxylum riedelianum Engl.*, it was moisture content 9.15%, stationary specific weight 0.88g/cm³, anhydrous specific weight 0.70g/cm³, tangential and radial shrinkage 2.65 and 2.31, volumetric shrinkage total of 5.46, shrinkage coefficient of 0.87, shrinkage ratio T/R is 0.94; and for *Allophylus nitidulus* it was moisture content 6.33%, parked specific weight 0.88g/cm³, anhydrous specific weight 0.88g/cm³ tangential and radial shrinkage 2.20 and 2.32, total volumetric shrinkage of 4.41, shrinkage coefficient of 1.20, shrinkage ratio T/R is 0.95. The values obtained in the anhydrous apparent specific weight 0.83g/cm³, 0.70g/cm³, 0.88g/cm³ for the three species studied, places them in the category of heavy species, which determines them as resistant species when put into use. service, also from the data obtained for the anisotropy of the total contraction, gave a result for the T/R ratio of 0.80, 0.94 and 0.95, placing these species as very good and stable woods, excellent for putting into service.

Keywords: Anisotropy, Moisture content, Volumetric contraction, Specific gravity.

Introducción

La industria forestal de Ecuador, desde sus inicios se ha desarrollado basada en la extracción de madera de los bosques tropicales como proveedor de materia prima. La mencionada extracción se ha suscitado de manera irracional, realizada por la industria y ha perdurado en el tiempo. En este sentido, se manifiesta la subutilización de especies existentes en el bosque, dada por falta de estudios técnicos y científicos en cuanto a sus propiedades físicas. Consecuentemente, no se ha logrado la determinación en el uso potencial para su puesta en servicio de muchas otras especies existentes en el bosque, ejemplo de ello: tableros de contrachapados, laminados, chapas decorativas, construcción, trabajabilidad de la madera y otros.

Sobre la base de lo anterior, la provincia de Esmeraldas que se ubica al noroeste de Ecuador, se caracteriza por la presencia de bosques tropicales de alta biodiversidad de flora y fauna, y que a través del tiempo ha quedado demostrado que la actividad de aprovechamiento de especies aptas para la industria forestal, ha incidido en la pérdida de especies no

consideradas con buen potencial de uso para la puesta en servicio, llegando a un nivel de poca o nula utilización de las mismas en la industria de la construcción, mueblería, artesanía y otros.

En este orden de análisis, particular interés investigativo dirige la atención hacia la parroquia Tachina, del cantón y provincia Esmeraldas, que cuenta con bosques de alto valor ecológico por su ubicación en la zona de transición entre el bosque seco tropical y el bosque húmedo tropical, sector que en la actualidad se ha visto afectada por la intervención antrópica, la expansión de la frontera agrícola, los asentamientos humanos y la explotación selectiva de manera irracional de las especies existentes en sus bosques

Considerando que el aprovechamiento forestal de los bosques tropicales no solo genera la pérdida y disminución de cobertura vegetal, si no que afecta a todo un ecosistema, perturbando y degradando este valioso recurso natural, provocando procesos de extinción de especies forestales no estudiadas y que podrían tener propiedades que las cataloguen potencialmente para la puesta en servicio.

Por lo anteriormente expuesto es de

gran importancia la realización de estudios tecnológicos de la madera que permita determinar la potencialidad de muchas especies sea esta como productos forestales maderables y no maderables que generen información y permita a las comunidades de las zonas de influencia, hacer uso de estas especies incorporándolas en las actividades del desarrollo económico local.

Der igual forma esta investigación sirve como base complementaria para la pequeña mediana y gran industria forestal del país siendo una alternativa y fuente de abastecimiento de materia prima para su desarrollo industrial sea este: contrachapado, mueblería, pisos y otros.

Es de interés destacar lo importante y relevante del estudio de las propiedades físicas de especies forestales, lo cual permite definir el uso potencial de géneros poco conocidos en esta industria, esta radica en generar información que permita tomar decisiones que contribuyan, al ordenamiento sostenido de los bosques, planificación y manejo, sean estos Productos forestales maderables (PFM) o productos forestales no maderables (PFNM).

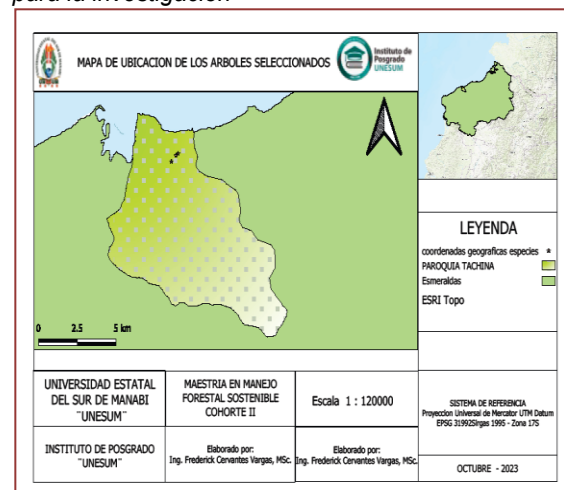
El artículo se relaciona con el proyecto de investigación: "Principios bioéticos y las ciencias forestales: una experiencia en la finca experimental Andil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí" y a las líneas de investigación de Gestión Ambiental de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres "Impactos económicos, ambientales y sociales derivados de la utilización de los cultivos energéticos en la Provincia de Esmeraldas, contribuyendo a la solución de problemas en el ámbito forestal y que sin duda, propenden al desarrollo local y nacional.

Materiales y métodos

Ubicación del área de Estudio

Las especies empleadas para esta investigación se obtuvieron del bosque seco tropical ubicado en el sector de Curunde, parroquia Tachina, cantón y provincia de Esmeraldas.

Figura 1. Ubicación de las especies utilizadas para la investigación



Datos Meteorológicos

El clima de la parroquia Tachina y sus variables meteorológicas influyen directamente por la geología, topografía, y la vegetación, el clima está clasificado como predominantemente **Tropical Mega térmico Seco** con el 80.69% de la superficie parroquial que se extiende a lo largo de la franja costera al norte de la parroquia, con lluvias anuales entre 750 y 1000mm., con temperatura promedio de 25° C y una humedad relativa entre 70 y 90% entre los meses de enero a abril, con verano muy seco y temperaturas generalmente muy altas, se encuentra influenciado por el mar. (PDOT – GADPRT, 2014 – 2019)

El segundo régimen es **Tropical Mega térmico Semi-Húmedo** con el 19.31 % de la superficie que se encuentra tierra adentro en la parte sur de la parroquia y asociado con tierras más elevadas, con lluvias anuales entre 1000 y 1250 mm anuales, concentradas en una sola estación lluviosa, desde diciembre a abril, con temperaturas promedio de 25° C y 70 a 90% de humedad relativa. (PDOT – GADPRT, 2014 – 2019)

Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño experimental bifactorial, dónde el factor uno es la especie forestal, mientras que el

factor dos es la temperatura con 6 niveles, y 5 variables de respuestas las cuales fueron: **a).** contenido de humedad, **b).** peso específico, **c).** contracción volumétrica total, **d).** coeficiente de contracción y **e).** Anisotropía de la contracción.

Se evaluaron supuestos teóricos (normalidad y homogeneidad de varianza) para aplicar pruebas paramétricas, como lo es el ANOVA de dos vías.

En esta investigación se aplicó 6 horarios de secado con 5 repeticiones y 5 probetas por repetición, siendo un total de 25 probetas de madera de albura y de igual forma 25 probetas de duramen, total 50 probetas por especie, siendo un total de 150 probetas para la investigación en las tres especies.

Tabla 1. Horario de secado y número de probetas utilizadas

Horarios de secado	<i>Allophylus nitidulus</i>		<i>Camposperma panamensis</i>		<i>Zanthoxylum riedelianum Engl</i>	
	Dur.	Alb	Dur	Alb	Dur	Alb
50°C/4horas						
60°C/4horas						
70°C/4horas	25	25	25	25	25	25
80°C/4horas						
90°C/4horas						
100°C/4horas						

Autor. Ing. Frederick Cervantes Vargas

Población

La población definida para esta investigación es un individuo por especie de *Camposperma panamensis* Standl; *Zanthoxylum riedelianum* Engl; *Allophylus nitidulus*, identificado en el bosque seco tropical de la Parroquia Tachina cantón y provincia de Esmeraldas.

Muestra

Para el levantamiento de los datos de campo y el cálculo de las variables de respuesta se emplearon de cada individuo por especie 5 repeticiones de 5 probetas de madera de albura y de igual forma de duramen, siendo un total de 50 probetas por especie.

Fotografía 1. Rodajas de las especies estudiadas, *Allophylus nitidulus*, *Camposperma panamensis* Standl, *Zanthoxylum riedelianum* Engl



Autor. Ing. Frederick Cervantes Vargas (A, B, C)

Método

Socialización del proyecto de Investigación.

Para el inicio de esta investigación se realizó la socialización de la misma a los actores locales, como la Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Gobierno Autónomo descentralizado de la parroquia Tachina y pobladores de las comunidades del área de influencia.

Fotografía 2. Reunión con el equipo de vinculación de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres



Autor. Ing. Frederick Cervantes Vargas

Inventario florístico

Para la selección de las especies forestales objeto de esta investigación se coordinó con un egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres que realizó un estudio denominado "*Estructura y Composición Vegetal de un bosque seco tropical (bs-t), para fines de manejo forestal sostenible en Tachina Esmeraldas-Ecuador*", a partir de allí se ejecutó el inventario forestal en el área de manejo de 80 ha.

Selección de árboles de especies a estudiar

Una vez coordinado y realizado el inventario forestal, in situ se seleccionó de manera aleatoria los individuos por especies objeto de estudio, considerando los siguientes parámetros: diámetros a la altura del pecho (DAP) $\geq$ a 50 centímetros, fuste recto, buen estado fitosanitario, y el registro de la ubicación geográfica de cada individuo.

Fotografía 3. Ejemplar de *Campnosperma panamensis* Standl, *Allophylus nitidulus*, *Zanthoxylum riedelianum* Engl



Autor. Ing. Frederick Cervantes Vargas (A, B, C)

Obtención de material Vegetal y preparación de muestras

Una vez identificado los individuos de las especies *Campnosperma panamensis* Standl, *Zanthoxylum riedelianum* Engl, *Allophylus nitidulus*, se procedió al derribo o apeado de cada árbol seleccionado, se obtuvieron dos trozas de madera de albura y duramen respectivamente con una longitud de 50cm, se realizó el respectivo escuadrado de 50cm largo x 40cm ancho x 40 cm espesor

y de forma inmediata se trasladó al taller de carpintería y con la utilización de una sierra cinta se preparó las piezas de ensayo para la obtención de probetas como lo establece la NORMA INEN 1160 con las dimensiones siguiente: 10cm de longitud x 5cm de ancho x 5 cm de espesor.

Fotografía 4. Señalización del corte de madera, proceso de aserrado y preparación de muestras.



Autor. Ing. Frederick Cervantes Vargas (A, B, C)

Acondicionamiento de las probetas

A partir de la preparación de las muestras se hizo el respectivo control de calidad donde se eliminó probetas que presentaron defectos como: nudos, torceduras, rajaduras o grietas, posteriormente se realizó la señalización numérica en cada

probeta, luego el pesaje en una balanza de precisión de 0.1g en condición verde de cada muestra de manera inmediata, y la medición en cada plano de corte con la utilización de un calibrador: transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial, el presente estudio tecnológico de las especies *Camposperma panamensis* Standl, *Zanthoxylum riedelianum* Engl, *Allophylus nitidulus*, se realizó en los laboratorios de suelos y propiedades físicas de la madera de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica "Luis Vargas Torres".

Fotografía 5. Proceso de acondicionamiento de probetas



Autor. Ing. Frederick Cervantes Varga

Establecimiento del ensayo para las propiedades

Para el proceso de determinar las propiedades físicas de la madera: **a).** contenido de humedad, **b).** peso específico, **c).** contracción volumétrica total, **d).** coeficiente de contracción y **e).** anisotropía de la contracción, las probetas tanto de albura y duramen se ingresaron en dos hornos o estufas para el proceso de secado artificial, con los horarios

establecidos en el diseño, iniciando con 50°C/4horas y este proceso se repite cada cuatro horas aumentando 10°C hasta los 100°C/4 hora $\pm 3^\circ\text{C}$.

Fotografía 6. Estufa de secado del laboratorio de Suelos y Anatomía de la madera de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres.



Autor. Ing. Frederick Cervantes Vargas

Levantamiento de información de campo

Se registró el peso (g), longitud, ancho y espesor de las probetas por cada horario de secado, es decir las mismas repeticiones fueron sometidas a los 6 niveles de secado registrando en una base de datos para su posterior tabulación.

Fotografía 7. Levantamiento de información de datos de campo



Autor. Ing. Frederick Cervantes Vargas

Resultados

Propiedades físicas

Contenido de humedad de albura y duramen

Con el establecimiento de los diferentes horarios de secado a las especies forestales en estudio, se determinó los contenidos de humedad en albura y duramen del *Campnosperma panamensis* Standl de 11,54% y 7,45% respectivamente, de igual forma para el *Zanthoxylum riedelianum* Engl de 13,44% y 7,10% respectivamente en tanto que en la especie *Allophylus nitidulus* 6,91% y 5,75%, de los análisis estadísticos existe una variabilidad de media a alta en sus datos con relación a la media.

Gráfico 1. Contenido de humedad de albura y duramen de especies estudiadas

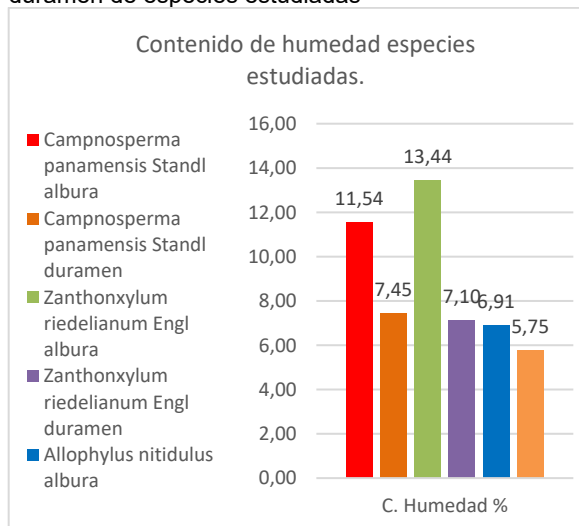


Gráfico 2. Contenido de humedad promedio por especie

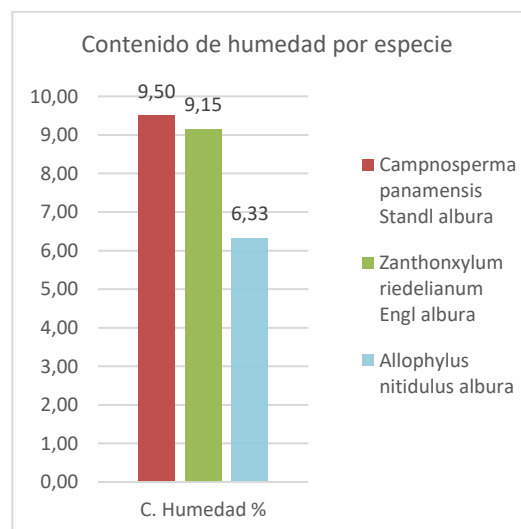


Tabla 2. Análisis estadístico del promedio de contenido de humedad de las especies estudiadas

ESPECIES	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	CV
Promedio contenido de humedad <i>Campnosperma panamensis</i> Standl	30	9.50	2.57	0.47	0.27
Promedio contenido de humedad <i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl	30	9.15	3.89	0.71	0.42
Promedio contenido de humedad <i>Allophylus nitidulus</i>	30	6.33	2.11	0.39	0.33

Peso específico aparente estacionado

El peso específico aparente estacionado de la albura y duramen en estado verde del *Campnosperma panamensis* Standl fue de 1.06g/cm³ y 1.06g/cm³; *Zanthoxylum riedelianum* Engl; 0.94 g/cm³ y 0.81 g/cm³; *Allophylus nitidulus* 0.97 g/cm³ y 1.05 g/cm³, así mismo fue necesario establecer el peso específico aparente estacionado por especie obteniendo el siguiente resultado *Campnosperma panamensis* Standl 1.06 g/cm³, *Zanthoxylum riedelianum* Engl, 0.88 g/cm³, *Allophylus nitidulus* 1.01 g/cm³, estadísticamente los datos demuestran que existen una baja dispersión y variabilidad en sus datos con respecto a la media.

Gráfico 2. Peso específico estacionado de albura y duramen

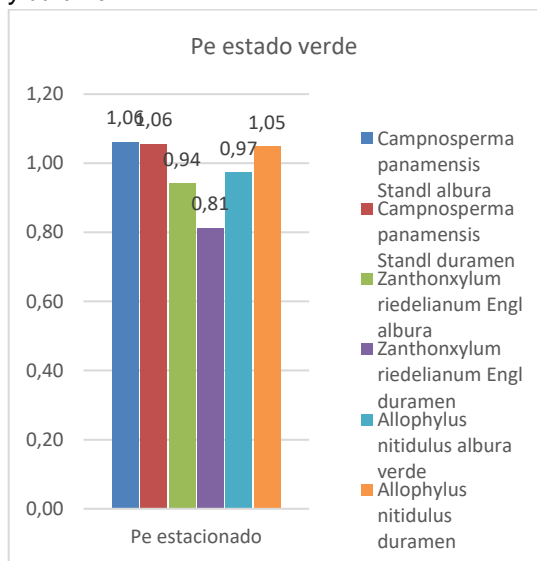


Gráfico 3. Peso específico aparente estacionado promedio de las especies

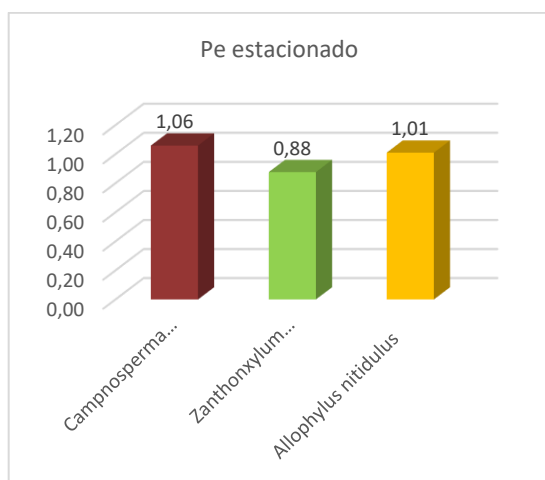


Tabla 3. Análisis estadístico del peso específico aparente estacionado

Estadísticos	Co		Zr		An	
	albura	duramen	albura	duramen	albura	duramen
N	5	5	5	5	5	5
Media	1.06	1.05	0.94	0.81	0.97	1.05
Error estándar de la media	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Mediana	1.09	1.06	0.93	0.80	0.97	1.05
Desv. Estandar	0.06	0.02	0.03	0.03	0.05	0.03
Coefficiente de variación %	6%	1%	3%	3%	5%	3%
Varianza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rango	0.16	0.04	0.08	0.07	0.10	0.09
Mínimo	0.96	1.03	0.91	0.78	0.93	1.00
Máximo	1.12	1.07	0.99	0.85	1.03	1.09

Nota. Co: *Campnosperma panamensis Standl*; Zr: *Zanthoxylum riedelianum Engl*; An: *Allophylus nitidulus*

Peso específico aparente anhidro

El peso específico aparente anhidro

de la albura y duramen *Campnosperma panamensis Standl* fue de 0.75 g/cm³ y 0.91 g/cm³; *Zanthoxylum riedelianum Engl*; 0.68 g/cm³ y 0.72 g/cm³; *Allophylus nitidulus* 0.84 g/cm³ y 0.92 g/cm³, se estableció el peso específico aparente anhidro por especie obteniendo el siguiente resultado *Campnosperma panamensis Standl* 0.83 g/cm³, *Zanthoxylum riedelianum Engl*, 0.70 g/cm³, *Allophylus nitidulus* 0.88 g/cm³, tabla 13, estadísticamente los datos demuestran que existe una baja dispersión y de igual manera una baja variabilidad en los datos.

Gráfico 4. Peso específico anhidro de albura y duramen

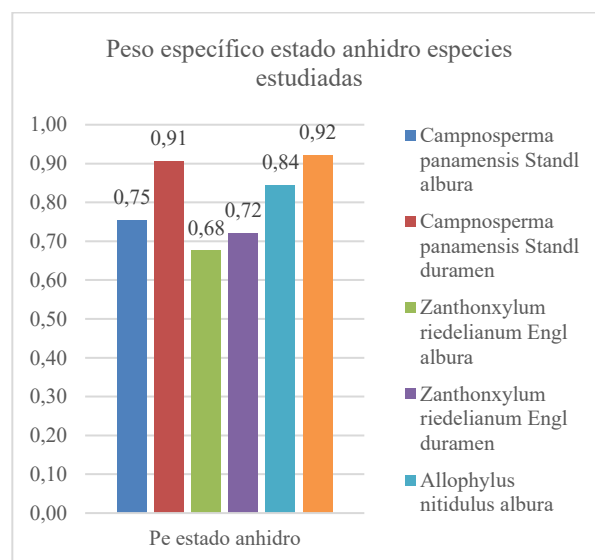


Gráfico 5 Peso específico aparente anhidro promedio de las especies

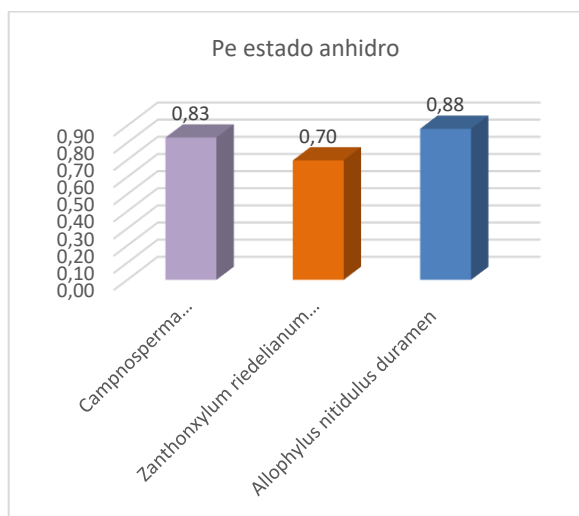


Tabla 4. Análisis estadístico del peso específico aparente anhidro de las especies

Estadísticos	Cp albura	Cp duramen	Zr albura	Zr duramen	An albura	An duramen
N	30	30	30	30	30	30
Media	0.75	0.91	0.68	0.72	0.84	0.92
Error estándar de la media	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01
Mediana	0.71	0.94	0.66	0.71	0.83	0.93
Desv. Estandar	0.12	0.1	0.12	0.19	0.13	0.08
Coefficiente de variación %	0.16	0.11	0.18	0.27	0.15	0.09
Varianza	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.01
Rango	0.36	0.35	0.41	1.09	0.65	0.29
Mínimo	0.62	0.68	0.52	0.52	0.7	0.76
Máximo	0.98	1.03	0.93	1.61	1.35	1.05

Nota. Cp: *Campnosperma panamensis* Standl; Zr: *Zanthoxylum riedelianum* Engl; An: *Allophylus nitidulus*

Resultados de contracciones volumétricas total de las especies y coeficiente de contracción.

Una vez realizado los ensayos de propiedades físicas a las maderas tanto de albura como de duramen, se calculó las contracciones de las especies estudiadas, obteniéndose los siguientes resultados: *Campnosperma panamensis* Standl, Cvt 3.97 y 3.51; *Zanthoxylum riedelianum* Engl, Cvt 5.01 y 5.90; *Allophylus nitidulus* Cvt 4.85 y 3.97, de La misma manera los valores de

coeficientes de contracción de albura y duramen de *Campnosperma panamensis* Standl, 3.54 y 1.74; *Zanthoxylum riedelianum* Engl, 0.91 y 0.83; *Allophylus nitidulus* 1.72 y 0.68l.

Tabla 5. Resumen de contracciones en albura y duramen de especies estudiadas

Especies/tipo de madera	Cln	Crn	Ctn	Clt	Crt	Ctt	Cvn	Cvt
Cp albura	-0.12	0.96	0.86	-0.34	2.39	1.92	1.70	3.97
Cp duramen	-0.08	0.75	0.64	-0.48	2.22	1.76	1.31	3.51
Zr albura	-0.03	1.00	1.06	-0.13	2.51	2.62	2.03	5.01
Zr duramen	-0.13	0.82	0.71	0.12	3.11	2.68	1.39	5.90
An albura	0.06	0.83	0.77	0.28	2.66	2.26	1.59	4.85
An duramen	-0.05	0.61	0.67	-0.15	1.99	2.14	1.24	3.97

Nota. Cln: contracción longitudinal normal; Crn: contracción radial normal; Ctn: contracción tangencial normal; Clt: contracción longitudinal total; Crt: contracción radial total; Ctt: contracción tangencial total; Cvn: Contracción volumétrica normal; Contracción volumétrica total.

Tabla 6. Resumen de contracciones volumétrica de especies estudiadas

Especies	CVT
<i>Campnosperma panamensis</i> Standl	3.74
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl	5.46
<i>Allophylus nitidulus</i>	4.41

Tabla 7. Análisis estadístico de Coeficiente de contracción volumétrica de especies estudiadas

Estadísticos	An alb	An dur	Zr alb	Zr dur	Cp alb	Cp dur
Media	1.72	0.68	0.91	0.83	3.54	1.74
Desv. Estandar	0.59	0.26	0.21	0.2	1.12	1.49
Varianza	0.35	0.07	0.04	0.04	1.25	2.21
Mínimo	1.23	0.35	0.62	0.58	2.38	0.49
Máximo	2.72	1.07	1.14	1.12	5.01	3.63

Nota. Cp: *Campnosperma panamensis* Standl; Zr: *Zanthoxylum riedelianum* Engl; An: *Allophylus nitidulus*

Gráfico 6. Coeficiente de contracción volumétrica de las especies estudiadas

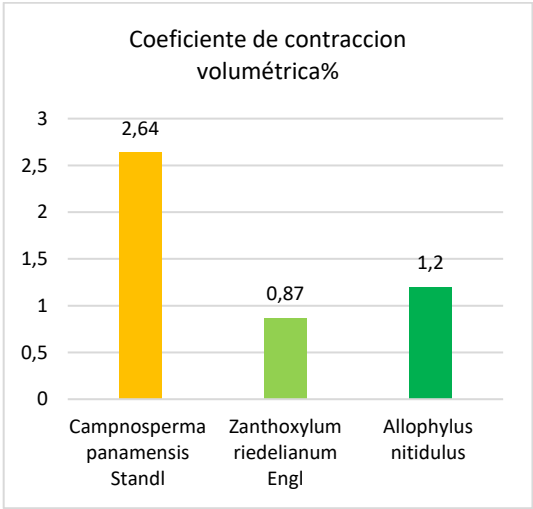
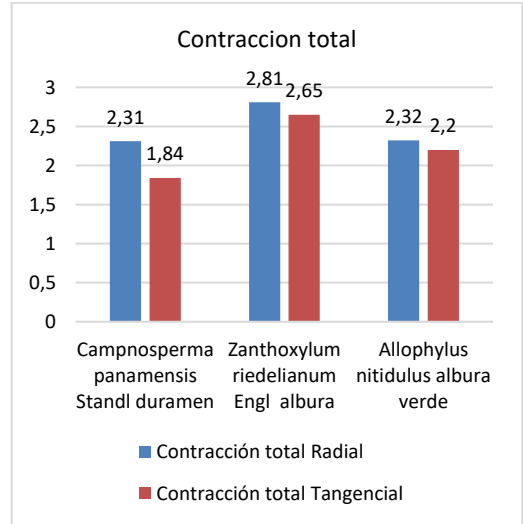


Gráfico 7. Contracción total radial y tangencial de las especies estudiadas



Resultados de anisotropía de la contracción T/R

con los valores de las contracciones total tangencial y radial, la anisotropía de la contracción de *Campnosperma panamensis* Standl es 0.80, *Zanthoxylum riedelianum* Engl 0.94, *Allophylus nitidulus* 0.95, según las escalas de estabilidad de la madera estos valores las consideran como maderas muy buenas, es decir buenas propiedades para usos y su puesta en servicio, y estadísticamente existe una baja variabilidad en sus datos con respecto a la media.

Gráfico 8. Anisotropía de la contracción T/R

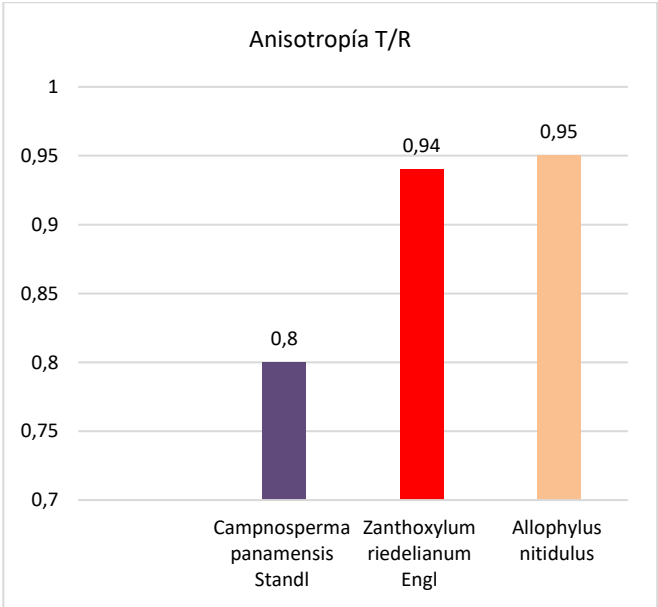


Tabla 8. Contracciones totales y anisotropía de las especies estudiadas

Especies	Contracción total		Anisotropía T/R
	Radial	Tangencial	
<i>Campnosperma panamensis</i>	2.31	1.84	0.80
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	2.81	2.65	0.94
<i>Allophylus nitidulus</i>	2.32	2.20	0.95

Tabla 9. Análisis estadístico de la anisotropía de la contracción T/R

Análisis estadístico de la Anisotropía de la contracción T/R

Media	0.90
Error típico	0.05
Mediana	0.94
Desviación estándar	0.08
Varianza de la muestra	0.01
Coefficiente de variación	9%
Rango	0.15
Mínimo	0.80
Máximo	0.95

Discusión

Al someter las probetas de ensayo a un proceso de secado de manera gradual cada 10°C estas han experimentado una pérdida del contenido humedad inicial sometiéndolas a temperatura desde los 50°C hasta los 100°C con un periodo de tiempo constante de 4 horas, teniendo como resultado final una diferencia del contenido de humedad de la madera de albura y duramen de 4.09%, 6.34%, 1.16% de las especies *Camposperma panamensis* Standl, *Zanthoxylum riedelianum* Engl y *Allophylus nitidulus* respectivamente, dato que coincide con lo que menciona (Murillo, 2018), al someter las probetas a un incremento de temperatura hasta llegar a los 100 °C el porcentaje de Contenido de humedad de las especies forestales maderables en estudio se obtuvo como resultado que la diferencia entre albura y duramen de la especie (*H chrysanthus*) fue de 4,39 %; mientras que el (*M balsamum*) en albura contiene un mayor contenido de humedad con relación al duramen de 1,27%; y la especie (*P pallida*) mostró una diferencia entre la albura y el duramen de 5,09%, datos que difieren con lo que expresa (Gonzabay, 2015), Se concluyó que

en los análisis del comportamiento de las especies mediante el programa de secado artificial se obtuvieron los siguientes resultados; en la especie Seca (*Geoffroea spinosa*) obtuvimos el resultado desde los 40 °C inició con 15.34% y se estabilizó en los 100 °C alcanzando 52.21 % del contenido de humedad; en el Algarrobo amarillo (*Prosopis pallida*) dio como resultado desde los 40° C con 14.32% y se estabilizó en los 100 ° C con un contenido de humedad del 49.19%; en la especie de Cascol *Libidibia corymbosa*) su contenido de humedad inició a los 40° C con un 17.04% de humedad y se estabilizó en los 100 ° C con un 70.07 %.

Las tres especies en estudio arrojaron resultados para el peso específico anhidra que están en el rango de 0.83g/cm³, 0.70g/cm³ y 0.88g/cm³ y las ubica en el grupo de maderas pesadas y difiere con lo que expresa (Murillo, 2018), considerando la tabla de clasificación de densidad anhidra de la madera de Tknika (2004), las tres especies en estudio están dentro del grupo de maderas muy pesadas porque las densidades sobrepasan los 0,80 g/cm³.

El estudio determinó la contracción longitudinal, tangencial, radial, y volumétrica donde la mayor

contracción volumétrica total se obtuvo en el *Zanthoxylum riedelianum* Engl con 5.46%, seguido de *Allophylus nitidulus* con 4.41% y *Camposperma panamensis* Standl con 3.97%, valores que difieren con el estudio de (Agila *et al*, 2018) En cuanto a las contracciones de la madera se determinó de cuatro tipos que son: longitudinal, tangencial, radial y volumétrica destacándose en *H. chrysanthus* de Mangahurco la contracción volumétrica con 26,22 %, seguido de *H. billbergii* 19,24 %, *H. serratifolius* 14.81 % y *H. chrysanthus* de Sozoranga 0,11.

Los promedios de coeficientes de contracción volumétrica indican que la especie que experimentó mayor pérdida de volumen de manera porcentual fue, *Camposperma panamensis* Standl con 2.64 %, seguido de *Allophylus nitidulus* 1.20% y finalmente *Zanthoxylum riedelianum* Engl 0.87%, y estadísticamente existe una alta variabilidad y dispersión en comparación a sus medias.

Igualmente, de los promedios obtenidos para la anisotropía de la contracción total, arrojó un resultado para la relación T/R que las ubica a estas especies como maderas muy buenas y estables, excelente para su puesta en servicio, estadísticamente

estas especies tienen una baja variabilidad y dispersión en comparación a sus medias.

En relación a las hipótesis de investigación planteadas en el estudio, los resultados demuestran que se acepta la hipótesis alternativa que manifiesta lo siguiente: (H1), el estudio de las propiedades físicas de 3 especies forestales del bosque seco tropical en la parroquia Tachina del cantón y provincia de Esmeraldas, garantiza el uso potencial en la industria de la madera?

Conclusiones

Al revisar la teoría relacionada con las especies del bosque seco tropical sobre las propiedades físicas de la madera y al sistematizar la teoría de las mismas, se determinó la importancia que implica someterlas a estudios tecnológicos para conocer sus características y potencialidades de uso para la industria forestal, dichos ensayos pueden ser los estudios de sus propiedades físicas y mecánicas de la madera.

A través del inventario florístico se identificó las especies *Camposperma panamensis* Standl, *Zanthoxylum riedelianum* Engl, *Allophylus nitidulus* se determinó en los estudios de las propiedades físicas con la aplicación de los

horarios de secado, que estas adquirieron propiedades físicas que garantizan la vida útil de las mismas cuando están puesta en servicio sin riesgo que se produzcan defectos o alabeos en la madera.

Al ser un tema de gran importancia que involucra la a la pequeña mediana y gran Industria, se demostró que, al aplicar horarios de secado moderados en cuanto a temperatura y periodo de tiempo, estas especies obtuvieron contenido de humedad aceptables Pesos específicos considerados que las coloca en el grupo de maderas pesadas adquiriendo características de maderas con alta resistencia, y que pueden ser especies alternativas para el desarrollo de la industria forestal, los horarios establecidos fueron suficiente y óptimos, ya que las maderas ensayadas no presentaron deformaciones ni quemadura, resultando contenidos de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras y convenientes para el uso de las mismas, a su vez siendo un factor incidente en la contracción de la madera que influye en los coeficientes de contracción volumétrica y anisotropía de la contracción de la madera los resultados fueron los siguientes:

- Se concluyó que el C.H promedio del *Campnosperma panamensis Standl*, fue 9.50%, seguido de *Zanthoxylum riedelianum Engl.*, con 9.15%, y *Allophylus nitidulus* con 6.33%, igualmente el peso específico verde y anhidro para el *Campnosperma panamensis Standl*, fue de 1.06 g/cm³ y 0.83g/cm³ respectivamente, seguido de *Zanthoxylum riedelianum Engl* con 0.88g/cm³, y 0.70g/cm³ respectivamente y *Allophylus nitidulus* con 1.01g/cm³ y 0.88g/cm³ respectivamente, con los promedios obtenidos y frente a las hipótesis planteadas, en cuanto a la aceptación o rechazo de la hipótesis alternativa, los promedios obtenidos en el peso específico aparente anhidro para las tres especies estudiadas, las ubica (según Suirezs, et al 2009) en la categoría de especies pesadas, lo que las determina como especies resistentes al momento de ponerlas en servicio.
- En cuanto a la contracción tangencial y radial el *Campnosperma panamensis Standl*, fue de 1.84 y 2.31 respectivamente, seguido de *Zanthoxylum riedelianum Engl* con 2.65 y 2.31 respectivamente y

Allophylus nitidulus con 2.20 y 2.32 respectivamente; en lo relacionado a la contracción volumétrica total y coeficiente de contracción el *Camposperma panamensis* Standl fue de 3.97 y 2.64 respectivamente, seguido de *Zanthoxylum riedelianum* Engl con 5.46 y 0.87 respectivamente y *Allophylus nitidulus* 4.41 y 1.20 respectivamente.

- La relación de contracción T/R del *Camposperma panamensis* Standl es de 0.80, seguido de *Zanthoxylum riedelianum* Engl con 0.94 y finalmente *Allophylus nitidulus* con 0.95. respectivamente, y (según Suirezs, et al 2009), las ubica a estas especies como maderas muy buenas y estables, excelente para su puesta en servicio y el desarrollo de la Industria Forestal lo que confirma la aceptación de la hipótesis alternativa.

Por ser un trabajo realizado en un predio privado el involucramiento en el trabajo de campo no fue mayoritario a excepción de los habitantes cercanos al bosque, que aportaron en el recorrido del predio y la identificación de las especies, además las acciones detectadas en el bosque por parte de la comunidad, es la explotación de manera selectiva

de árboles para la construcción de puertas, ventanas, camas, veladores, artesanías, madera de encofrado etc.

Recomendaciones

- Realizar más estudios tecnológicos de otras especies que no están consideradas como potencial de uso en la Industrias forestal
- Realizar estudios relacionado con las propiedades mecánicas de esta y otras especies forestales.
- Ejecutar un programa de manejo y conservación de especies forestales en la zona con el involucramiento de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ministerio de Ambiente Agua y Transición, Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Rural de Tachina y comunidades locales.

Bibliografía

- Agila, S., Burneo, A., Narváez, L., & Pucha-Cofrep, D. (2018). Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8. Recuperado a partir de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/490>.

- Aguirre Mendoza, Zhofre, & Geada-Lopez, Gretel. (2017). Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(1), 207-228. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24107>
- Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica económica de los Andes Centrales*, 2006, 162-187.
- Aguirre-Padilla, N. I., Alvarado-Espejo, J., & Granda-Pardo, J. (2018). Bienes y servicios ecosistémicos de los bosques secos de la provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 8(2).
- Antonio Guindeo Casasús, et al 1997. Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario
- Auregui Socualaya, Y. F., & Ramos Lozano, J. C. (2019). Anatomía y propiedades físico-mecánicas de tres especies forestales, Concesión Forestal Mendoza-Pucallpa.
- Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Editores Asociados. Quito, Ecuador. 210 p.
- Díaz, A., Huanay, J., Medina, R., Aylas, A., & Paucar, J. (2019). Anatomía y propiedades físicas de la madera de dos especies del departamento de Puno. *Arnaldoa*, 26(2), 595-606.
- Enrique Cigalatr Figuerola, Manuel Soler Burillo, Guía de las principales maderas y secado, Edición Mundi - Prensa, Madrid – Barcelona – México 2003.
- Giménez, A. et al. Anatomía de la Madera, Universidad Nacional de Santiago del estero Facultad de Ciencias Forestales Catedra de Dendrología y Xilología. Segunda edición, 2005.
- Gobierno Autónomo descentralizado Parroquia Rural Tachina, Plán de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014 – 2019, Esmeraldas - Ecuador
- Gonzabay Pin, R. I. (2015). "Comportamiento del secado artificial de las especies, algarrobo amarillo (*prosopis pallida*), cascol (*Libidibia corymbosa*), seca. (*geoffroea epinosa*)" y su contenido de humedad.

- JUNAC. 1988. Manual del grupo Andino para la preservación de la madera Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú.
- Montaño, L., & Roa, J. C. (2012). Estado actual de la conservación de los bosques secos pluviestacionales del suroccidente de la provincia de Loja. *Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador*.
- MURILLO VERGARA, V. E. (2018). *Determinación de las propiedades físicas de tres especies forestales del bosque seco tropical de Manabí* (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).
- Pérez Porto, J., Gardey, A. (18 de marzo de 2013). *Peso específico - Qué es, utilidad, definición y concepto*. Definición. de. Última actualización el 3 de mayo de 2021.
- Ramírez-Morales, I., Mazon-Olivo, B., (2018). Análisis de Datos Agropecuarios. *Universidad Técnica de Machala*.
- Salazar, J. A. H., & López, M. E. F. (2001). Propiedades físico-mecánicas de la madera de cinco especies de encino del estado de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 26(90), 5-28.
- Serrano Delgado, S. P. (2019). *Influencia del contenido de humedad sobre las propiedades físicas, densidad y contracción de tres especies forestales* (Bachelor's thesis, Jipijapa-UNESUM).
- Suarezs, T., & Berger, G. I. L. S. O. N. (2009). Descripciones de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. *Cuadernos de Cátedra. Editorial Universitaria de Misiones*.