

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.33789/talentos.10.1.178>

Comportamiento de probetas de madera de tres especies forestales frente al ataque de *Lenzites betulina* (L.) Fr., 1838 en condiciones de laboratorio

Behavior of wooden specimens of three forest species against the attack of *Lenzites betulina* (L.) FR., 1838 under laboratory conditions



César Alberto Cabrera Verdesoto 

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa - Ecuador

cesar.cabrera@unesum.edu.ec

Mónica Virginia Tapia Zúñiga 

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa - Ecuador

Bernabé Fabián Parrales Vaca 

Investigador independiente

Alfredo Jiménez González 

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa - Ecuador

Valeria Lissette Cali Ligua 

Investigador independiente

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de tres especies forestales del bosque seco tropical *Prosopis pallida* (HUMB. & BONPL. ex WILLD.) KUNTH, *Cordia alliodora* (RUIZ & PAV.) OKEN 1841, y *Cedrela odorata* L. 1753 frente al ataque del hongo xilófago *Lenzites betulina* (L.) Fr., 1838 a través de una prueba acelerada en laboratorio. El método experimental aplicado fue un diseño de bloques completamente al azar, con un 5% de confiabilidad, apoyado además por los métodos inductivo, deductivo y estadístico, este diseño estuvo compuesto por tres tratamientos, tres repeticiones y 90 unidades experimentales. Los factores en estudios fueron: la resistencia de las tres especies al ataque de *Lenzites betulina* (L.) Fr., 1838, en una prueba acelerada en laboratorio; grado de afectación del hongo xilófago, en las especies forestales en estudio. De los resultados obtenidos se concluye que la especie algarrobo se presenta como la especie de menor afectación, en los estados estabilizados y natural; no así el cedro que está dentro de los parámetros de muy baja durabilidad siendo recomendable en esta especie un tratamiento de conservación a fin de evitar su pudrición por hongos en el caso de su uso en áreas de abundante humedad, concordando con la hipótesis planteada.

Palabras Clave: Afectación, bosque seco, conservación, durabilidad, hongo xilófago.

Abstract: The objective of this research was to evaluate the behavior of three forest species of the tropical dry forest *Prosopis pallida* (HUMB. & BONPL. ex WILLD.) KUNTH, *Cordia alliodora* (RUIZ & PAV.) OKEN 1841 and *Cedrela odorata* L. 1753 against the attack of the xylophagous fungus *Lenzites betulina* (L.) Fr., 1838 through an accelerated laboratory test. The experimental method applied was a completely randomized block design, with 5% reliability, supported by inductive, deductive and statistical methods, this design was composed of three treatments, three replications and 90 experimental units. The factors under study were: the resistance of the three species to attack by *Lenzites betulina* (L.) Fr., 1838, in an accelerated laboratory test; degree of affectation of the xylophagous fungus, in the forest species under study. From the results obtained, it is concluded that the carob tree species is the least affected species, in the stabilized and natural states; not so the cedar, which is within the parameters of very low durability, being advisable in this species a conservation treatment in order to avoid its rotting by fungi in the case of its use in areas of abundant humidity, agreeing with the hypothesis proposed.

Keywords: Affectation, conservation, dry forest, durability, xylophagous fungus.

Citación sugerida: Rea Cabrera Verdesoto, C., Tapia Zúñiga, M., Parrales Vaca, B., Jiménez González, A., & Cali Ligua, V. (2023). Comportamiento de probetas de madera de tres especies forestales frente al ataque de *Lenzites betulina* (L.) Fr., 1838 en condiciones de laboratorio. *Revista de Investigación Talentos*, 10(1), 15-28. <https://doi.org/10.33789/talentos.10.1.178>

I. Introducción

Dada la naturaleza biológica de la madera, así como su composición química, este material es propenso al deterioro por acción de organismos vivos. El poder reconocer los daños causados por estos bio-degradadores del material lignocelulósico, constituye una de las primeras medidas de control, debido a que, una vez identificado el agente causal, es posible implementar las mejores estrategias de manejo y eliminación de estos organismos, que causan tantos problemas a quienes utilizan la madera (Berrocal-Jiménez, 2012).

La durabilidad natural es una característica de las especies forestales la cual le confiere resistencia al ataque de agentes degradadores ya sean biológicos, físicos o químicos sin tratamiento de preservación (Serna-Mosquera et al., 2020) y se debe a la presencia de sustancias tóxicas en la misma (Ramos León et al., 2016), esta propiedad está influenciada por la interacción de la composición química de sus protectores naturales o llamados también extractivos con las condiciones ambientales (Cruz Carrera et al., 2018).

Existen agentes destructores de la madera del reino fungí los hongos xilófagos; y en el reino animal, los insectos xilófagos. La acción de los hongos se produce principalmente en la madera que está en contacto con el suelo o cuando se humedece. Las esporas de hongos se localizan en todas partes y en gran cantidad, las que son arrastradas por el viento, agua o animales. Estos patógenos, invaden la madera y se alimentan de ella, los que se pueden detectar por la coloración anormal que adquiere la superficie (Castaño & Jaramillo, 2017).

De acuerdo a experiencias relacionadas con la investigación de Ramos León (2014), quien menciona que los hongos xilófagos son responsables de la degradación de volúmenes de madera en contacto con el suelo y expuestas a la intemperie, por ello se debe estimar la durabilidad natural en base los índices de resistencia a la pudrición.

Lenzites betulina, es una especie de hongo que se encuentra en regiones templadas y boreales del mundo, es conocido por tener propiedades medicinales y se ha utilizado en la medicina tradicional China durante siglos. Ataca a las maderas frondosas, especialmente las tropicales, y en menor frecuencia a las coníferas, debido a la mayor cantidad de lignina de éstas. Los hongos que la provocan suelen dar reacción positiva en la prueba de la oxidasa; los más importantes son del grupo de los poliporales, como los de las familias Polysticus, aunque también hay algunos agaricáceos, como los *Lenzites* y *Schizophillum*, que pueden atacar a cualquier madera, y los xylariáceos y teleforáceos que atacan a las frondosas (Lasheras, 1998), es considerado un hongo causante de la pudrición en la madera sometida a la humedad excesiva, se manifiesta por la forma en que el hongo degrada su composición química, ya sea por causa de reacciones enzimáticas que consumen la lignina o celulosa contenida en la madera; en el caso de que los hongos consuman la lignina hablamos del tipo de destrucción del tejido leñoso por efecto de la pudrición blanca (FIPRODEFO, 2003).

El cantón Jipijapa posee dos áreas muy diferenciadas que son el bosque húmedo tropical y el bosque seco tropical en los que

se desarrollan las especies forestales *Prosopis pallida*, *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*.

Por consiguiente, es de suma importancia el conocimiento de su durabilidad natural. La cual depende del tipo y cantidad de extractivos, que varían entre especies y aún entre individuos de una misma especie de acuerdo con la edad y las condiciones en la que se desarrollan (Ramos et al., 2016).

Por lo mencionado anteriormente surge la necesidad de realizar trabajos de investigación centrándose en evaluar el comportamiento de probetas de madera de tres especies forestales enunciadas anteriormente, expuestas al ataque de una cepa de *Lenzites betulina* especie de distribución amplia en América y Asia, la misma que fue recolectada en la zona rural del Cantón Jipijapa, y partiendo desde la hipótesis inicial que las tres especies en estudio tienen una respuesta diferente ante el ataque de *Lenzites betulina*, permitiendo de esta manera proponer la especie de mayor resistencia a usos de mayor durabilidad para la industria forestal.

II. Materiales y Métodos

Ubicación Geográfica

Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada entre las coordenadas UTM, X: 0548340; Y: 9850908 17M y una altura máxima 400, msnm. El clima es seco tropical con temperaturas que oscilen entre los 20 °C a 24 °C.

Materiales y Equipos

Los equipos y materiales utilizados en esta investigación fueron los descritos por Ramos León (2014), con las modificadas por Ruiz (2017), la cual menciona que, deben ser dos árboles de cada especie con fustes cilíndricos y sin enfermedades cuyos rangos diamétricos oscilen entre 39,90 – 54,70 cm de DAP (1,30 m).

Métodos

El trabajo se realizó en dos etapas:

Primera etapa: Esta se realizó en campo en el arboreto donde se obtuvo las muestras de los árboles para realizar el estudio, está ubicada en el campus Los Ángeles en el kilómetro 1 1/2 vía Jipijapa-Noboa, cantón Jipijapa, provincia de Manabí.

Segunda etapa: Realizada en el laboratorio de Bromatología en el área de Microbiología., el método utilizado para la determinación de la resistencia a la pudrición de las especies forestales *Prosopis pallida* (algarrobo) *Cordia alliodora* (laurel) y *Cedrela odorata* (cedro) fue experimental, considerándose las especificaciones según las Norma NTP 251.027.

Diseño Experimental

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), cada unidad experimental estuvo conformado con tres repeticiones apoyado de la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$), tomando como referencia a Gabriel et al. (2017).

VARIABLES EN ESTUDIO

Para la realización de la presente investigación se consideraron las siguientes variables:

VARIABLES INDEPENDIENTES: Especies forestales (*Prosopis pallida*, *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*, secciones del tronco (alta, media y baja), corte de duramen/albura.

VARIABLES DEPENDIENTES: Pérdida de peso total del leño (%) madera estabilizada, pérdida de peso total del leño (%) madera sin estabilizar y grado de afectación. Cuyo indicador será la variación del peso porcentual del tejido (%).

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

Para determinar si existió diferencia entre la pérdida de peso ocasionada por el hongo de pudrición blanca en madera de *Prosopis pallida*, *Cordia alliodora*, y *Cedrela odorata*, se realizó un análisis de varianza con un diseño factorial (Tabla 1).

Tabla 1.

Análisis de varianza (ANOVA)

F. de V.	G.L
Total	8
Tratamiento	2
Repetición	2
Error	4

Fuente: Ramos León (2014)

DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

a) Características

Tabla 2.

Diseño experimental

Diseño experimental	Bloques completamente al azar
Tipo de material	Probetas de madera
Especies	<i>Prosopis pallida</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Cedrela odorata</i>
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Unidades experimentales (probetas)	90
Número de probetas por especie	30
Dimensión de probetas*	2cm x 2cm x 2cm

Nota. *Normas NTP 251.027.

b) Tratamientos

Para comprobar la resistencia de la madera de las tres especies seleccionadas, se establecieron tres tratamientos en los que se rotuló a cada probeta con letras y números, ejemplo, E1DS15 (especie 1, duramen, sección 1, probeta 5).

Metodología de trabajo de campo

Para los trabajos realizados en el remanente de bosque seco tropical del campus Los Ángeles de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, cantón Jipijapa, se aplicó la metodología utilizada por Ramos et al. (2016) y Ruiz (2017), con modificaciones del autor.

Los árboles seleccionados se midieron en sus variables dasométricas obteniendo una altura comercial de 8 m y un diámetro normal de 40 cm, considerando el criterio detallado en las normas técnicas COPANT 458 que establece que el árbol seleccionado deberá presentar una altura de al menos 5 m, con DN de 30 cm.

Una vez escogidos los árboles se procedió a su respectiva tala, y luego se seccionaron en tres trozas de proporciones similares (1/3 de la longitud cada una), la parte que correspondía a la base del árbol (primer tercio del árbol), se denominó sección baja, mientras que la parte que resultó del segundo tercio del árbol se denominó sección media y finalmente la tercera porción que conllevaba el ápice se asignó la nominación de sección alta.

Posteriormente, en cada sección se dimensionó un segmento de 120 cm de longitud cada una (bajo, medio y alto); que luego fueron escuadradas en piezas de 13 cm de espesor y se llevaron al aserrío, donde se obtuvieron las probetas de 2 cm que correspondieron a largo, ancho y espesor.

Para la determinación de la resistencia de las tres especies al ataque del hongo xilófago, en una prueba acelerada en laboratorio se cumplieron con los pasos tomando como referente la investigación de Ramos (2014), que se detalla a continuación:

- Identificación de las especies investigadas en el área del bosque seco del cantón Jipijapa.
- Selección del árbol: se verificó la especie, género, familia, altura total y diámetro del fuste y se consideró el estado sanitario, el diámetro mínimo de corta considerado en 30 cm de DAP al momento de escoger el árbol que presenten características idóneas, según Ruiz (2017), en cuanto a estado fitosanitario (sanos), edad entre 12 a 15 años, sin bifurcaciones, sin nudos, no presentar fisuras y forma cilíndrica de su tronco, ente otras.

- Apeo del árbol: Se utilizó motosierra, procediendo a realizar un corte limpio evitando daños del leño al momento de la tumba.
- Dimensionamiento de troza: se consideró tres niveles de troza bajo, medio y alto con relación a la altura total de cada árbol.
- Transporte de trozas al aserradero, cada troza dimensionada fue trasladada al aserradero teniendo que las muestras no se contaminen con otros agentes contaminante.
- Elaboración de probetas: las probetas se elaboraron de acuerdo a los cortes considerando la albura y duramen, las mismas que tuvieron una dimensión de 2 cm x 2 cm x 2 cm y de acuerdo a las secciones del fuste (bajo, medio y alto) de acuerdo a la norma NTP 251.027.
- Clasificación de las probetas: Para esta actividad se consideró la calidad y estado de las mismas, es decir que no presenten defectos tales como: nudos, grietas, manchas, alabeos, entre otros, con el fin de que estos no influyan en los resultados obtenidos.
- Identificación de probetas: Se utilizó un código que contenía la siguiente información tomas como referencia de la investigación de Ramos León (2014).

Trabajos en el Aserrío

El trabajo en esta fase consistió en trazar (Figura 1), seccionar, dimensionar y en seleccionar las mejores probetas, asegurándose de que ninguna esté afectada y

clasificarla para poderlas codificar y realizar la medición de peso verde y humedad inicial.

Trabajos de Laboratorio

En esta fase se preparó los medios de cultivos (agar Sabouraud), se hizo la desinfección de las probetas, la esterilización e inoculación de las probetas con el hongo (cabina flujo laminar) y la descomposición de las probetas de las maderas con la toma de dato final tomado como referencia.

Una vez obtenido el peso inicial se procedió a medir las probetas de cada una de las especies en todas sus dimensiones. Luego se procedió a pesar las probetas (peso verde) para posteriormente realizar el lavado de las mismas con el propósito de desinfectar cualquier contaminación, dejándola en remojo por 15 minutos, en este proceso se utilizó disolución de hipoclorito de sodio al 2% (Figura 2).

Figura 1.

Trazado de cortes para para la obtención de las probetas de madera



Figura 2.

Desinfección de probetas



Con el propósito de conseguir una asepsia total de las probetas, posteriormente las colocó en la estufa para estabilizarlas en 40°C.

La determinación del peso verde y la humedad inicial de la probeta a través del pesaje de cada una con el uso de la balanza gramera y la estufa a temperaturas que variaron de 40°C a 70°C hasta estabilizar el CH al 40%, aplicando la fórmula utilizada por Ramos León (2014) y Ruiz (2017), hace referencia a la utilización de la misma ecuación [1].

$$CH\% = \frac{Pv - Ps}{Pv} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

Pv = Peso verde

Ps = Peso seco

CH % = Contenido de humedad

Desinfección de Probetas

Se aplicó una disolución con hipoclorito de sodio al 2%, por un lapso de 15 minutos, considerando lo expuesto por Correa et al. (2014), con la finalidad de que el material quede libre de cualquier sustancias o microorganismos que pudieran estar presentes en las probetas.

Siembra del Hongo

Se utilizó el medio de cultivo agar *Sabouraud* en una proporción de 65g/litros de agua destilada, el cual se colocó un matraz Erlenmeyer y se puso sobre una plancha de calentamiento y agitación. Posteriormente se lo ingresó a la autoclave para esterilizar el medio de cultivo durante 15 minutos a

121°C. Luego se desinfectó la cámara flujo laminar con alcohol se procedió a encender la cabina del flujo laminar para esterilizar mediante la lámpara UV. En la cabina se colocó, el medio de cultivo, en frascos de vidrio de 200ml con tapa rosca metálica, pinzas, guantes, papel de aluminio, durante 15 minutos, pasado este tiempo se apagó la lámpara de UV. El siguiente paso fue colocar 20ml del medio de cultivo producido en los frascos y tapanlos herméticamente para que se solidifique dejando además una placa con el hongo de ensayo. Todo esto se lo dejó por 12 horas dentro de la cabina del flujo laminar.

Se determinó el contenido de humedad de las probetas colocándola en la balanza de humedad hasta obtener un 40%.

Se esterilizaron las probetas en la autoclave, de acuerdo con Ramos León (2014).

Inoculación

Para la inoculación del hongo se apagó la luz UV procediendo a la siembra, sacando con una tasa de inoculación un fragmento (1 cm² aproximadamente) del hongo y fue colocado en las botellas de medio de cultivo, procurando que este se encuentre en el centro del medio de cultivo. La manipulación de los frascos se lo realizó en torno de dos mecheros de alcohol, dentro de un radio de cinco centímetros aproximadamente, con el objetivo de esterilizar las herramientas de trabajo (pinzas), sumergiéndolas en alcohol y calentándola en la llama cada cierto tiempo. Este mismo procedimiento de lo realizó para cada proceso de inoculación del hongo. Como se realizó la introducción de las probetas en

el medio de cultivo en los frascos, según lo planteado por Bardales (2014).

Incubación

Realizada la inoculación, los frascos se rotularon señalando las fechas, contenido de humedad de las probetas, especies, sección (alto, medio y bajo), albura o duramen y hongo utilizado y se los dejó en una cámara de incubación a $28 \pm 2^\circ\text{C}$, hasta que el hongo se desarrolle y cubra el 50% de la superficie del medio de cultivo contenido en el frasco.

Finalmente se procedió a introducirla en los frascos de vidrio de 200ml e irlos ordenando por especies y por corte. Una vez que transcurre el tiempo (tres meses) se realizó un seguimiento para evidenciar el crecimiento de los hongos y afectaciones en las probetas, para lo cual se determinará el peso y medida final. Para tener un grado de comparación en el presente estudio se consideró la metodología aplicada por Ramos León (2014), en la cual se obtuvo un peso estabilizado antes de inocular el hongo en cada probeta y un peso estabilizado al finalizar el ensayo, con el fin de obtener un parámetro que indique la pérdida de tejido leñoso para cada especie, definida por la fórmula [2].

$$\Delta PTL\% = \frac{\text{Pest1} - \text{Pest2}}{\text{Pest1}} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

Δ = Pérdida de peso del tejido leñoso (%)

Pest1 = Peso estabilizado 1

Pest2 = Peso estabilizado 2

Para definir del grado de afectación del

hongo xilófago, *Lenzites betulina*, en las especies *Prosopis pallida*, *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* fue obtenida considerando el peso inicial verde y el peso final utilizando la fórmula [3] (Ramos León, 2014):

$$CH\% = \frac{Pv - Ps}{Pv} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

Pv = Peso verde

Ps = Peso seco

CH % = Contenido de humedad

Los resultados que se obtuvieron del presente trabajo fueron analizados con la tabla referencial para clasificación de la resistencia natural de las especies de acuerdo a la norma ASTM D 2017, aplicada por Reis et al. (2017), y detallado en la Tabla 3 y que considera como indicador de resistencia la pérdida de peso ocasionada en las probetas de madera de las especies al ser expuestas al hongo xilófago.

Tabla 3.

Clasificación de resistencia referencial de la madera considerando la pérdida de peso

Promedio de pérdida de peso	Clasificación
0-10%	Altamente resistente
11-24%	Resistente
25-44%	Moderadamente resistente
Superior 45%	Poco o nada resistente

Nota. Reis et al., (2017).

III. Resultados y Discusión

Al aplicar la tabla de clasificación de la resistencia de la madera según la pérdida de peso del leño, tomando como referencia la escala sugerida por Reis et al. (2017), la especie *P. pallida* en su albura bajo condiciones estabilizadas se presenta como muy resistente, mientras que *C. alliadora* en su albura y *P. pallida* en su duramen se presentan como resistentes, lo contrario sucedió con *C. odorata* en albura resultó sin resistencia mientras su duramen muy poco resistente, siendo en estado de la madera estabilizada; en cambio bajo condiciones no estabilizada del a madera *P. pallida*, en

duramen y albura resultaron resistentes, mientras que las otras dos especies estuvieron en el rango de moderadamente resistentes, valores que pueden evidenciarse en la Tabla 4.

En la Tabla 5, puede verificarse que, con la finalidad de definir el grado de afectación del hongo xilófago, *Lenzites betulina*, en las especies *P. pallida*, *C. alliadora*, y *C. odorata*, y al aplicar un diseño de bloques completamente al azar, a través del análisis estadístico se obtuvo un coeficiente de variación aceptable; presentando diferencias significativas las especies en estudio frente al efecto del hongo tomando como base la pérdida de peso del leño.

Tabla 4.

Resistencia de las especies en estudio considerando su disminución en peso del leño

ESPECIES	MADERA ESTABILIZADA		MADERA SIN ESTABILIZAR	
	ALBURA	DURAMEN	ALBURA	DURAMEN
	PTL%	PTL%	PTL%	PTL%
<i>C. alliadora</i>	7,8	17	5,8	5,8
<i>P. pallida</i>	1,2	6,3	16,1	16,1
<i>C. odorata</i>	50,4	29,6	12,5	12,5

Tabla 5.

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	676,70	8	84,59	82,8	<0,0001
Corte	0,85	1	0,85	0,83	0,3659
Sección	0,51	2	0,25	0,25	0,7817
Estado	330,29	3	110,1	107,77	<0,0001
Especie	345,05	2	172,53	168,89	<0,0001
Error	64,36	63	1,02		
Total	741,05	71			
CV	14,44				

De acuerdo a la Tabla 6, la resistencia del corte correspondiente al duramen fue la más resistente, alcanzando una media de 6,89 g en relación a la albura que presentó una media de 7,11g.

Tabla 6.

Resistencia de Albura y Duramen

Corte	Medias	N	E.E.	
Duramen	6,89	36	0,17	A
Albura	7,11	36	0,17	A

Al realizar un análisis comparativo de resistencia para cada sección se puede evidenciar que acorde a la Tabla 7, no existe diferencia significativa entre las tres secciones evaluadas lo que indica que el ataque de *Lenzites betulina* fue indiferente para cada una de las mismas.

Tabla 7.

Análisis de resistencia por secciones

Secciones	Medias	N	E.E.	
Alta	6,90	24	0,21	A
Bajo	6,99	24	0,21	A
Medio	7,11	24	0,21	A

El efecto de *Lenzites betulina* en las tres especies estudiadas se presenta con

Tabla 8.

Pesos tras el ataque de L. betulina

Estado	Medias	n	E.E	
Estabilizado final con hongo	4,49	18	0,24	A
Estabilizado inicial	5,5	18	0,24	B
Lavado con hongo	8,07	18	0,24	C
Lavado inicial	9,94	18	0,24	D

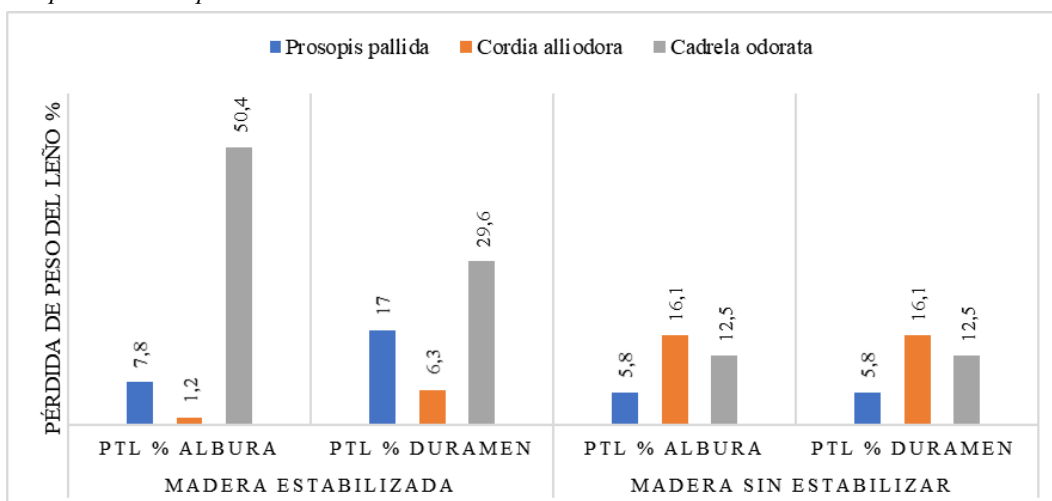
* Medidas con una letra común son significativa iguales ($p > 0,05$) según la prueba de Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70034.

una diferencia altamente significativa, comparando el estado natural o lavado versus el estabilizado (secado en estufa), siendo menor el efecto en la madera que presenta un proceso de estabilización bajo el criterio emitido por Ramos (2014), en la cual se llevó a la madera del ensayo hasta un contenido de humedad al 40%, otro segmento de probetas solo fue sometido a un lavado antes de la inoculación y al final como una modificación propuesta en este ensayo (estado natural), como se observa en Tabla 8.

En la Figura 3, *Prosopis pallida*, mantuvo el mismo orden de porcentaje de pérdida de peso en el estado natural (sin estabilizar), mientras que en el estado estabilizado se marca una diferencia notoria siendo el duramen el mayormente afectado; en *Cordia alliodora* bajo estado natural tanto en albura como en duramen existió variación de valores, no así al estabilizarla siendo indiferente para albura y duramen; a diferencia de *Cedrela odorata* la cual presenta una marcada diferencia entre ambos estados, siendo mayormente afectada su albura bajo condiciones normales.

Figura 3.

Pérdida de peso de las especies



Discusión

En el presente trabajo la especie *Prosopis pallida* resultante está dentro de los criterios de Alta resistencia para la albura y duramen en madera estabilizada, lo que se coincide con el estudio realizado por Véliz (2010) en la misma especie.

El duramen de *Cordia alliodora* bajo condiciones de laboratorio demostró ser resistente, lo que se confirma con los ensayos realizados por Blanco et al. (2020), quien concluye que el duramen de la *Cordia alliodora* es considerada una madera resistente a las termitas y los hogos de pudrición, sin embargo, el mismo estudio no concuerda con la presente investigación en relación a la albura de la especie, puesto que para la localidad de Jipijapa la madera se ubica la categoría de altamente resistente, esto puede darse por la influencia de la edad y el sitio de origen de los árboles obtenidos del remanente de bosque seco tropical del Campus los Ángeles, en Jipijapa; en relación a la densidad, ésta incide directamente en

la resistencia de la madera según concluye Rodríguez et al. (2014).

Cedrela odorata presenta característica con relación al duramen de moderada resistencia, mientras que su albura es considerada poco o nada resistente, mientras que estudios realizados por Pazos (1995), Scheffer y Morrell (1998) en veinte especies maderables entre ellas *Cedrela odorata*, determinaron que esta especie, presentó una durabilidad natural alta, esto contraponiéndose a los resultados obtenidos en la presente investigación.

Cabe destacar además que en los ensayo ejecutados por Ramos León et al. (2016), a través de la determinación de la pérdida de peso de las probetas de madera la especie de *Prosopis pallida* obtuvo una resistencia alta, *Cordia alliodora* moderada, y *Cedrela odorata* baja, esto difiere con el estudio actual donde *Prosopis pallida* presentó resistencia baja, *Cordia alliodora* está entre alta y moderadamente resistente y *Cedrela odorata* tuvo de moderada a poco o nada resistencia al ataque del hongo xilófago *L. betulina*.

IV. Conclusiones

Las tres especies forestales mostraron variaciones heterogéneas en la resistencia al ataque del hongo *Lenzites betulina*, lo que evidenció variabilidad en las tres especies estabilizándose siempre en el duramen de la madera

Los parámetros albura y duramen en la especie *Prosopis pallida* es resistente en su estado natural y estabilizado frente al hongo xilófago, la *Cordia allidora* presentó resistencia moderada, y la *Cedrela odorata* no es resistente en estado natural.

V. Referencias Bibliográficas

- Bardales Ramírez, A. (2014). Resistencia a la pudrición de la madera *Brosimum utile* (Kunth) Pittier (Panguana) procedente del bosque Macuya-Ucayali a dos especies de hongos xilófagos en condiciones in vitro. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1530>
- Berrocal-Jiménez, A. (2012). Clasificación de daños producidos por agentes de por acción biodeterioro en la madera. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 4(10), 54–62.
- Blanco, J, Medrano, L. Mora, E. (2020). Caracterización de las 30 Especies Forestales Maderables más Comercializadas en Colombia provenientes del Bosque Natural. . Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://archivo.mi-nambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Gobernanza_forestal_2/Cata%C3%81logo_de_maderas_de_Colombia.pdf
- Castaño, R. J., y Jaramillo, O. J. (2017). Creación de una gama de acabados en madera para exteriores e interiores por medio del quemado y la carbonización. [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27000/1/TesisCasta%C3%B1o_Jaramillo.pdf
- Correa, L. A. R., Granados, J. E., y González, N. E. C. (2014). Evaluación del efecto de tratamientos de desinfección con hipoclorito de sodio sobre segmentos nodales de *Guadua angustifolia* Kunth para el establecimiento del cultivo in vitro. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), 155-169.
- Cruz Carrera, R. D. L., Carrillo Parra, A., Nájera Luna, J. A., Cruz Cobos, F., Hernández, F. J., y Méndez González, J. (2018). Durabilidad natural de la madera de siete especies forestales de El Salto, Durango. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(46), 102-130. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.144>
- FIPRODEFO. (2003). Impregnación de madera. Jalisco, Guadalajara, México: Fideicomiso para la administración del programa de desarrollo.
- Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B (2017). Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos

- agropecuarios. Grupo COMPAS. Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 146 p.
- Lasheras Merino, Félix (1998). Patología de la madera. En: "Tratado de Rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales". Munilla-Lería., Madrid, pp. 255-276.
- León, H. M. R., Cuellar, F. T., Loayza, D. G., y Flores, M. A. (2016). Durabilidad natural de la madera de pino chuncho (*Shizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke) a la acción de dos hongos de pudrición. *Revista de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina*, 31(2), 81-89.
- Pazos, G. M. B. (1995). Caracterización tecnológica de veinte especies maderables de la Selva Lacandona. *Revista Madera y Bosques*, 1(1), 9-38. <https://doi.org/10.21829/myb.1995.111400>
- Ramos León, H. M. (2014). Durabilidad natural de tres especies forestales a la acción de dos hongos xilófagos. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2353>
- Ramos León, H. M., Trujillo Cuellar, F., Guzmán Loayza, D., y Araujo Flores, M. (2016). Durabilidad natural de la madera de pino chuncho (*Shizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke) a la acción de dos hongos de pudrición [Sesión de congreso]. XII Congreso Nacional Forestal CONAFOR Lima – Perú. <http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/366/1/Ramos-durabilidad%20natural.pdf>
- Reis, A. R. S., Reis, L. P., Alves Júnior, M., Carvalho, J. C. D., y Silva, J. R. D. (2017). Resistencia natural de cuatro maderas amazonas sometidas a hongos xilófagos en condiciones de laboratorio. *Madera y bosques*, 23(2), 155-162. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.232968>
- Ruiz Salazar, D. E. (2017). Determinación de la durabilidad natural de la madera de Carapa amorphocarpa W. Palacios Y Alnus nepalensis D. Don. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6641/3/ARTICULO.pdf>
- Rodríguez Anda Raúl, Juan Francisco Zamora Natera, Silva Guzmán José Antonio, Salcedo Pérez Eduardo, y Francisco Javier Fuentes Talavera. (2014). PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MADERA DE TECA DE PLANTACIONES COMERCIALES. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales* 5 (24). México, ME:12-25. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/316>
- Scheffer, T. C., & Morrell, J. J. (1998). Natural durability of wood: A worldwide checklist of species. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Research Contribution. <https://owic>

oregonstate.edu/sites/default/files/
pubs/durability.pdf

Serna-Mosquera, Y. B., Torres-Torres, J. J., y Asprilla-Palacios, Y. Y. (2020). Durabilidad natural de la madera de *Ochroma pyramidale* Urb. en el municipio de Atrato, Colombia. *Entramado. Revista Ciencias Agrícolas*, 16(1), 192-202. <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6105>

Véliz Piguave, F. F. (2010). Determinación del incremento medio anual (ima) e índice de sitio de diferentes especies forestales en el bosque protector prosperina-ESPOL. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11018/3/VELIZ%20PIGUAVE%20FREDDY%20FERNANDO.pdf>

Recibido: 22 de noviembre, 2022
Revisado: 27 de diciembre, 2022
Aceptado: 29 de mayo, 2023