

Tech Note. Longitudinal variation of density and basic specific gravity in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* 25 year old, from Uverito plantations (Monagas, Venezuela).

Hernán Araque-Mora ^a , Styles Valero ^{*,a} , Williams León-Hernández ^b , Francois Ninin-Jeandrain ^a , José Betancourt-Moreno ^a 

^aLaboratorio Nacional de Productos Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

^bLaboratorio de Anatomía de Maderas, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.



<https://doi.org/10.54139/revinguc.v28i3.51>

Abstract.- This research is a study of wood density (green, air dry, oven dry) and basic specific gravity from the base to the top of tree implantations of 25 years old of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) W. Barret & Golfari (Pinaceae) growing in Uverito, Monagas state (Venezuela). Three levels height are studied: base, medium and top. Samples were taken and prepared according Hoheisel (1968). Wood density and specific gravity shows higher values in the base of tree; however, from a statistical point of view we don't found significant differences between three levels heights.

Keywords: density; wood; specific gravity; wood variability; longitudinal variability.

Nota Técnica. Variación longitudinal de densidad y peso específico básico en *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de 25 años de edad, proveniente de las plantaciones de Uverito, (Monagas, Venezuela).

Resumen.- Se presenta el estudio de densidad (verde, seca al aire, seca al horno) y peso específico básico de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) W. Barret & Golfari (Pinaceae) procedente de plantaciones de 25 años de edad de la región de Uverito, estado Monagas (Venezuela) en tres niveles de altura: sección basal, media y apical para conocer su variación en sentido longitudinal. Se tomaron muestras en seis individuos y se prepararon siguiendo el procedimiento indicado por Hoheisel (1968). La densidad y peso específico mostraron los mayores valores en la sección basal, sin embargo, desde el punto de vista estadístico, no existieron diferencias significativas entre los tres niveles de altura y se puede indicar que las propiedades estudiadas tienden a mantenerse constantes en sentido longitudinal.

Palabras clave: densidad; madera; peso específico; variabilidad de la madera; variabilidad longitudinal.

Recibido: 25 de septiembre, 2021.

Aceptado: 27 de noviembre, 2021.

1. Introducción

El conocimiento de las características y propiedades de cualquier material es indispensable para su adecuado procesamiento y utilización. En el caso de la madera, es primordial la obtención de información sobre sus propiedades físicas las cuales pueden mostrar una amplia variación por

la influencia de factores externos e internos que afectan el crecimiento del árbol. Arroyo [1] señala que los estudios de este material deben considerar los siguientes aspectos: las propiedades que son comunes en todas las maderas, independiente de su origen; las propiedades que distinguen a cada una de las especies y que hacen posible asignar usos específicos a cada una de ellas y, por último, el grado de variabilidad que se puede presentar dentro de un individuo y entre individuos de una misma especie, producto de las condiciones de crecimiento y, posiblemente, a la influencia de los factores genéticos. Por esta razón, no sólo es importante conocer los valores de una determinada

* Autor para correspondencia:

Correo-e: styles@ula.ve (S. Valero)

propiedad sino que también es necesario conocer su grado de variabilidad en sentido longitudinal, es decir desde la base del árbol hacia el ápice, y en sentido radial o transversal, es decir desde las adyacencias de la médula hacia la región cambial. Este tipo de estudio es de gran importancia para las especies forestales; pero se hace aun mas importante en el caso de especies de gran valor comercial agregado y potencial de uso, como lo es el *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) W. Barret & Golfari (Pinaceae), donde se tiene un mercado asegurado en el sector de la construcción. Adicionalmente es de importancia mencionar que el *P. caribaea* var. *hondurensis* establecido en la Orinoquia venezolana presenta las características propias de lo que se denomina “madera de obra”, es decir, comparativamente presenta un rápido crecimiento, propiedades físicas y mecánicas conocidas, fácil de secar, fácil de preservar, un sistema de mercado afianzado sobre los principios de estandarización y un importante parque industrial, permitiendo el uso masivo y estratégico en el país. Sin embargo, el rápido crecimiento tiene efectos importantes sobre la calidad de madera aserrada por efecto de la zona de influencia medular o leño joven. Por esta razón, son de gran valor los estudios que permitan caracterizar el comportamiento de este particular tejido tanto en sentido radial como longitudinal sobre la calidad intrínseca de la madera. Da Silva *et al.* [2], señalan que la densidad o peso específico es considerada como una de las propiedades físicas más importantes debido a la relación que tienen con otras propiedades, con la utilización de la madera y es un indicativo de propiedades de resistencia, tasas de contracción, capacidad aislante de la madera, etc. En general, mayores valores de densidad se encuentran asociados a mayores resistencias mecánicas y mayores valores energéticos. Espina [3], indica que existen algunos factores que inciden en la densidad, tales como proporción de madera temprana y tardía, tamaño de las fibras, espesor de pared celular, tipo y diámetro de células y contenido de extractivos. La presencia y cantidad relativa de estos últimos está a su vez influenciada por la edad de los árboles y su interacción con el medio ambiente.

Zobel y Van Buijtenen [4] presentan algunos datos del patrón de variabilidad de la densidad o peso específico, en sentido radial y longitudinal. En el caso de la variabilidad longitudinal mencionan patrones de comportamiento para algunas gimnospermas pertenecientes a los géneros *Abies*, *Chamaecyparis*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* y *Tsuga*. Se han realizado algunos estudios de variación axial de densidad o peso específico en algunas gimnospermas como *Pinus oocarpa* [5], *Picea abies* [6], *Retrophyllum tropigiosii* [7] y *Pinus hartwegii* [8]. Con respecto al *Pinus caribaea* existe información que indica un decrecimiento lineal en la densidad de la madera con el nivel de altura en el árbol [9, 10, 11] aunque en algunos casos las disminuciones de densidad no son pronunciadas [12]. En Venezuela, se han realizado diferentes estudios sobre la madera de plantaciones de *P. caribaea* var. *hondurensis* y destacan los presentados en el campo de propiedades físico-mecánicas, trabajabilidad y utilización [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24]. También se han realizado estudios con relación a características de madera de compresión [25], periodicidad de anillos de crecimiento [26], madera juvenil y adulta [27] y determinación de ángulo de orientación de microfibrillas [28]. Estos reportes presentan información de gran valor pero no incluyen datos correspondientes a la variación del peso específico o densidad dentro de un mismo individuo en sentido longitudinal y, por esta razón, el objetivo de la presente investigación es determinar el peso específico básico y la densidad verde, seca al aire y seca al horno en la madera de *P. caribaea* var. *hondurensis*, de 25 años de edad, en tres niveles de altura (basal, medio, apical) y conocer el grado de variación entre cada una de las posiciones indicadas.

2. Metodología

El material de estudio correspondió a rolas de seis árboles de *P. caribaea* var. *hondurensis* procedente de plantaciones de 25 años de edad de la región de Uverito (estado Monagas) y bajo el manejo de Maderas del Orinoco C.A. Por cada árbol se obtuvieron tres rolas (Figura 1)

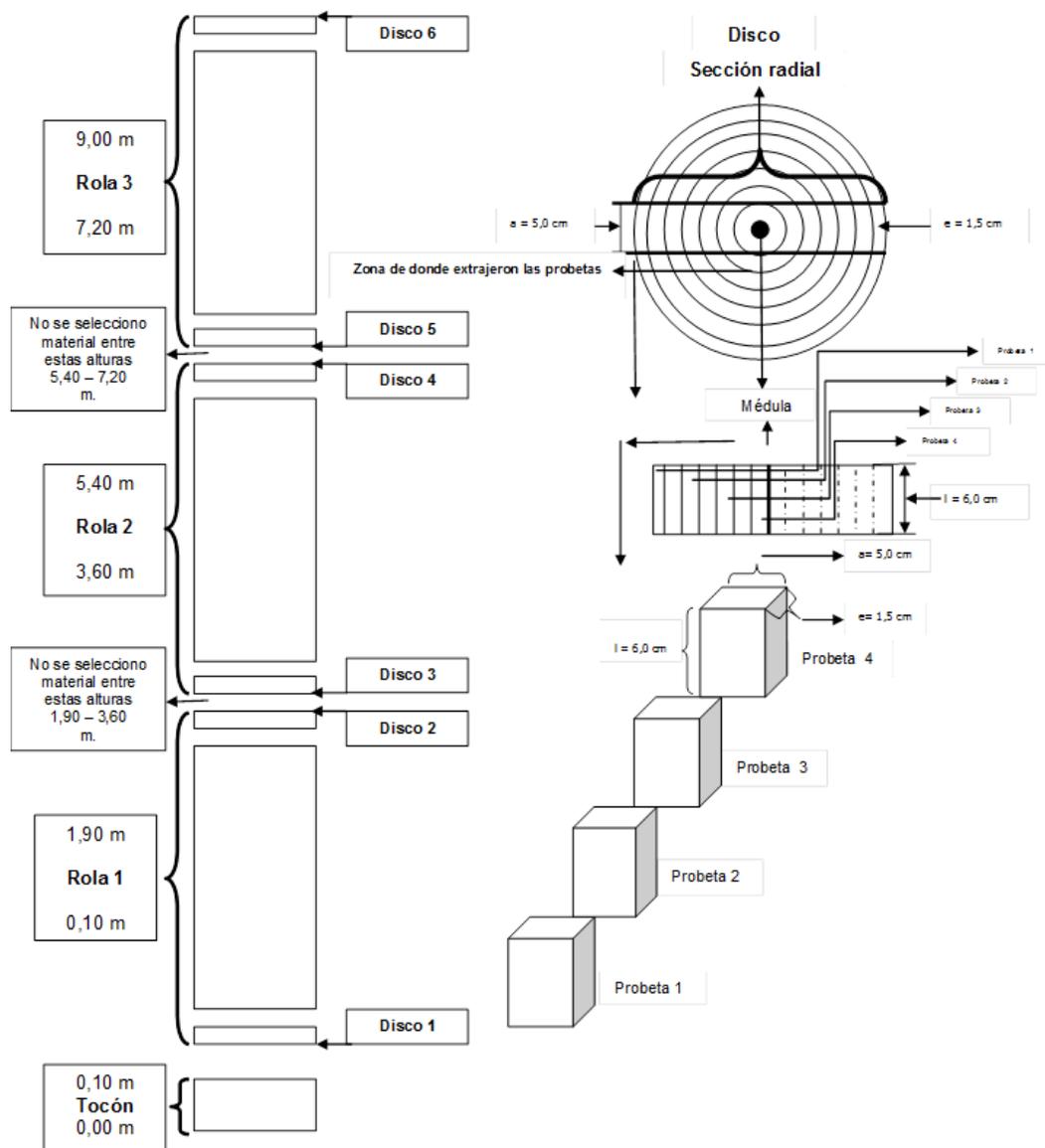


Figura 1: Representación gráfica de los cortes en el árbol para la obtención de las probetas

Tabla 1: Dimensiones de las probetas (Hoheisel, 1968)

Propiedades físicas	Dimensiones según la norma (cm)	Normas DIN	Dimensiones utilizadas (cm)
Densidad (verde, seca al aire y seca al horno)	3,00 × 3,00 × 10,00	DIN - 52182	6,00 × 5,00 × 1,50
Peso específico básico.	3,00 × 3,00 × 10,00	DIN - 52182	6,00 × 5,00 × 1,50
Contenido de humedad (verde y seca al aire)	3,00 × 3,00 × 10,00	DIN - 52183	6,00 × 5,00 × 1,50

Nota: Las dimensiones de las probetas no corresponde a las Estipulaciones de Hoheisel (1968), tan solo se sigue el procedimiento. Las probetas se adaptaron de acuerdo a las características y disponibilidad del material de trabajo.

representativas de diferentes niveles de altura (basal, media, apical).

Cada árbol se cortó a 10 cm sobre el nivel del suelo y el fuste fue seccionado en tres rolas de 1,80 m de longitud:

- Rola 1: sección basal (0,10 – 1,90 m);
- Rola 2: sección media (3,60 – 5,40 m)
- Rola 3: sección apical (7,20 – 9,00 m).

Posteriormente el material fue trasladado a las instalaciones del Laboratorio Nacional de

Productos Forestales “Dr. Pausolino Martínez Estévez” de la Universidad de Los Andes (Mérida Venezuela). En los extremos de cada una de las rolas se cortaron discos de 6 cm de espesor y de cada disco se extrajo una sección radial que abarcó de extremo a extremo de la pieza (Figura 11) y se cortaron cuatro (04) probetas de 6 cm de largo por 5 cm de ancho y 1,5 cm espesor. Los ensayos físicos se realizaron siguiendo las estipulaciones de [29] (Normas DIN) (Tabla 1).

En cada probeta se hizo el respectivo acondicionamiento para llevarlas a condición verde (saturación de humedad), seca al aire (12 % de humedad) y seca al horno (0 % de humedad) con el fin de determinar el peso y volumen por desplazamiento de agua en cada una de las condiciones mencionadas. Con los valores de peso y volumen se determinaron la densidad en condición verde (ρ_v), densidad seca al aire (ρ_{sa}), densidad seca al horno (ρ_{sh}) y el peso específico básico (σ_0) aplicando las ecuaciones (1), (2), (3) y (4):

$$\rho_v = \frac{\text{Peso de la madera}_{\text{en condición verde}}}{\text{Volumen de la madera}_{\text{en condición verde}}} \quad (1)$$

$$\rho_{sa} = \frac{\text{Peso de la madera}_{\text{a un C.H. (12\%)}}}{\text{Volumen de la madera}_{\text{a un C.H. (12\%)}}} \quad (2)$$

$$\rho_{sh} = \frac{\text{Peso de la madera}_{\text{a un C.H. (0\%)}}}{\text{Volumen de la madera}_{\text{a un C.H. (0\%)}}} \quad (3)$$

$$\sigma_0 = \frac{\text{Peso de la madera}_{\text{seco al horno (0\%)}}}{\text{Volumen de la madera}_{\text{en condición verde}}} \quad (4)$$

En cada nivel de altura se calcularon parámetros de la estadística básica (promedio, máximo, mínimo, desviación, coeficiente de variación) y las comparaciones entre los diferentes niveles de altura se realizaron mediante un análisis de varianza y la respectiva prueba de diferencia de medias (Tukey, $\alpha = 0,01$) para así conocer el patrón de variación longitudinal.

3. Análisis y discusión de los resultados

En las Tablas 2, 3, 4, y 5 se pueden observar los resultados obtenidos para las propiedades físicas estudiadas (densidad en sus tres condiciones de humedad y peso específico básico) con su

respectiva prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$) para la especie *P. caribaea* var. *hondurensis* procedente de plantaciones de 25 años de edad de la región de Uverito (estado Monagas).

En sentido longitudinal, de acuerdo a los resultados obtenidos, los mayores valores se presentaron en la sección basal (Figuras 2, 3, 4, 5, 6).

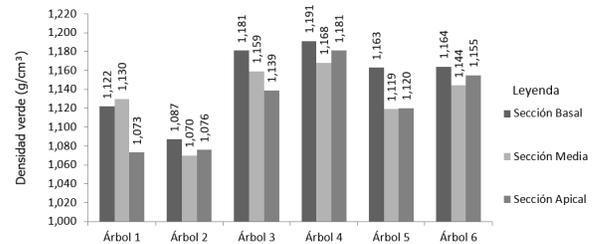


Figura 2: Variación en sentido longitudinal de la densidad verde en los seis árboles

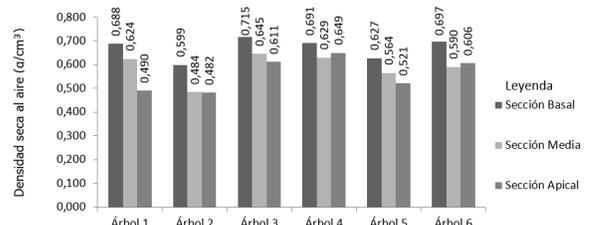


Figura 3: Variación en sentido longitudinal de la densidad seca al aire en los seis árboles

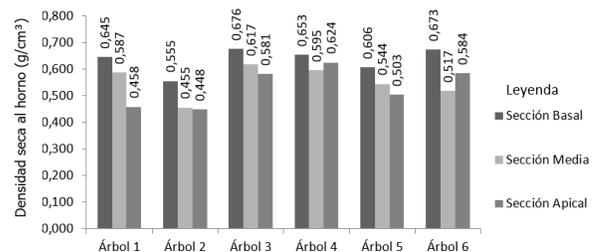


Figura 4: Variación en sentido longitudinal de la densidad seca al horno en los seis árboles

Sin embargo, se puede señalar que aun cuando se observan variaciones entre los niveles de altura estudiados, desde el punto de vista estadístico se puede considerar que hay un comportamiento homogéneo de acuerdo a lo que indica el análisis de varianza y la respectiva prueba de diferencia

Tabla 2: Densidad verde en sentido longitudinal de *P. caribaea* var. *hondurensis* (mínimo, promedio, desviación, máximo, coeficiente de variación, número de probetas ensayadas)

Árbol	Sección	Densidad verde, (g/cm ³)				Coeficiente de variación %	Número de probetas ensayadas
		Mínimo	Promedio	Desviación estándar	Máximo		
1	Basal	(1,033)	1,122 ^a	0,065	(1,212)	5,755	8
	Media	(1,046)	1,130 ^a	0,055	(1,189)	4,847	8
	Apical	(0,868)	1,073 ^a	0,114	(1,176)	10,590	8
2	Basal	(0,905)	1,087 ^a	0,075	(1,138)	6,892	8
	Media	(0,918)	1,070 ^a	0,093	(1,151)	8,677	8
	Apical	(0,986)	1,076 ^a	0,045	(1,132)	4,266	8
3	Basal	(1,130)	1,181 ^a	0,037	(1,234)	3,121	8
	Media	(1,032)	1,159 ^a	0,068	(1,222)	5,830	8
	Apical	(1,067)	1,139 ^a	0,048	(1,193)	4,220	7
4	Basal	(1,097)	1,191 ^a	0,061	(1,271)	5,130	8
	Media	(1,092)	1,168 ^a	0,054	(1,235)	4,583	8
	Apical	(1,095)	1,181 ^a	0,054	(1,242)	4,533	7
5	Basal	(0,990)	1,163 ^a	0,093	(1,320)	7,986	8
	Media	(0,956)	1,119 ^a	0,105	(1,256)	9,425	8
	Apical	(1,032)	1,120 ^a	0,060	(1,189)	5,318	8
6	Basal	(1,012)	1,164 ^a	0,067	(1,233)	5,763	8
	Media	(1,027)	1,144 ^a	0,069	(1,233)	6,040	8
	Apical	(1,036)	1,155 ^a	0,059	(1,226)	5,075	8

Nota: Letras diferentes corresponden a grupos estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$)

Tabla 3: Densidad seca al aire en sentido longitudinal de *P. caribaea* var. *hondurensis* (mínimo, promedio, desviación, máximo, coeficiente de variación, número de probetas ensayadas)

Árbol	Sección	Densidad seca al aire, (g/cm ³)				Coeficiente de variación %	Número de probetas ensayadas
		Mínimo	Promedio	Desviación estándar	Máximo		
1	Basal	(0,502)	0,688 ^b	0,117	(0,836)	16,946	8
	Media	(0,500)	0,624 ^{ab}	0,095	(0,753)	15,165	8
	Apical	(0,378)	0,490 ^a	0,076	(0,598)	15,600	8
2	Basal	(0,394)	0,599 ^a	0,216	(0,929)	36,123	8
	Media	(0,386)	0,484 ^a	0,100	(0,630)	20,555	8
	Apical	(0,375)	0,482 ^a	0,062	(0,564)	12,859	8
3	Basal	(0,507)	0,715 ^a	0,174	(1,021)	24,270	8
	Media	(0,509)	0,645 ^a	0,109	(0,791)	16,956	8
	Apical	(0,488)	0,611 ^a	0,099	(0,720)	16,240	7
4	Basal	(0,363)	0,691 ^a	0,230	(1,018)	33,262	8
	Media	(0,382)	0,629 ^a	0,183	(0,838)	29,115	8
	Apical	(0,441)	0,649 ^a	0,166	(0,883)	25,622	7
5	Basal	(0,468)	0,627 ^a	0,109	(0,778)	17,404	8
	Media	(0,444)	0,564 ^a	0,091	(0,729)	16,159	8
	Apical	(0,368)	0,521 ^a	0,122	(0,686)	23,380	8
6	Basal	(0,579)	0,697 ^a	0,068	(0,822)	9,825	8
	Media	(0,449)	0,590 ^a	0,148	(0,851)	25,125	8
	Apical	(0,401)	0,606 ^a	0,138	(0,813)	22,717	8

Nota: Letras diferentes corresponden a grupos estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$)

de medias (Tukey, $\alpha = 0,01$). Sólo el árbol 1 presentó diferencias significativas entre los valores obtenidos en la porción basal y apical. La disminución de la densidad y peso específico desde la base hacia el ápice coincide con lo reportado para *Pinus oocarpa* [5] y *Retrophyllum rospigiosii*

[7]. En comparación con otros reportes para *Pinus caribaea*, se encontró un comportamiento similar al indicado por [9, 10, 11, 12]. Por otro lado [30], señala que el peso específico básico, entre la sección basal y media tiende a mantenerse uniforme, para luego mostrar ligeras diferencias

Tabla 4: Densidad seca al horno en sentido longitudinal de *P. caribaea* var. *hondurensis* (mínimo, promedio, desviación, máximo, coeficiente de variación, número de probetas ensayadas)

Árbol	Sección	Densidad seca al horno, (g/cm ³)				Coeficiente de variación %	Número de probetas ensayadas
		Mínimo	Promedio	Desviación estándar	Máximo		
1	Basal	(0,473)	0,645 ^b	0,105	(0,789)	16,296	8
	Media	(0,467)	0,587 ^{ab}	0,091	(0,710)	15,472	8
	Apical	(0,352)	0,458 ^a	0,071	(0,555)	15,540	8
2	Basal	(0,364)	0,555 ^a	0,196	(0,844)	32,244	8
	Media	(0,359)	0,455 ^a	0,098	(0,600)	21,645	8
	Apical	(0,347)	0,448 ^a	0,061	(0,529)	13,557	8
3	Basal	(0,477)	0,676 ^a	0,167	(0,967)	24,741	8
	Media	(0,481)	0,617 ^a	0,114	(0,761)	18,408	8
	Apical	(0,457)	0,581 ^a	0,096	(0,687)	16,518	7
4	Basal	(0,335)	0,653 ^a	0,228	(0,985)	34,821	8
	Media	(0,355)	0,595 ^a	0,181	(0,816)	30,369	8
	Apical	(0,411)	0,624 ^a	0,167	(0,848)	26,716	7
5	Basal	(0,452)	0,606 ^a	0,109	(0,757)	17,961	8
	Media	(0,424)	0,544 ^a	0,091	(0,710)	16,766	8
	Apical	(0,355)	0,503 ^a	0,119	(0,661)	23,700	8
6	Basal	(0,559)	0,673 ^a	0,069	(0,802)	10,321 ^a	8
	Media	(0,429)	0,571 ^a	0,149	(0,835)	26,163 ^a	8
	Apical	(0,384)	0,584 ^a	0,136	(0,790)	23,343 ^a	8

Nota: Letras diferentes corresponden a grupos estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$)

Tabla 5: Peso específico básico en sentido longitudinal de *P. caribaea* var. *hondurensis* (mínimo, promedio, desviación, máximo, coeficiente de variación, número de probetas ensayadas)

Árbol	Sección	Peso específico				Coeficiente de variación %	Número de probetas ensayadas
		Mínimo	Promedio	Desviación estándar	Máximo		
1	Basal	(0,425)	0,577 ^b	0,097	(0,720)	16,769	8
	Media	(0,419)	0,530 ^{ab}	0,086	(0,657)	16,294	8
	Apical	(0,327)	0,423 ^a	0,067	(0,518)	15,740	8
2	Basal	(0,335)	0,507 ^a	0,181	(0,780)	35,761	8
	Media	(0,333)	0,409 ^a	0,078	(0,524)	19,184	8
	Apical	(0,322)	0,411 ^a	0,056	(0,494)	13,731	8
3	Basal	(0,430)	0,639 ^a	0,177	(0,954)	27,731	8
	Media	(0,432)	0,534 ^a	0,083	(0,646)	15,451	8
	Apical	(0,415)	0,511 ^a	0,076	(0,598)	14,932	7
4	Basal	(0,307)	0,567 ^a	0,177	(0,809)	31,134	8
	Media	(0,325)	0,522 ^a	0,147	(0,696)	28,201	8
	Apical	(0,370)	0,546 ^a	0,133	(0,718)	24,415	7
5	Basal	(0,415)	0,555 ^a	0,104	(0,738)	18,770	8
	Media	(0,391)	0,505 ^a	0,078	(0,628)	15,515	8
	Apical	(0,333)	0,458 ^a	0,103	(0,604)	22,447	8
6	Basal	(0,504)	0,610 ^a	0,057	(0,705)	9,307	8
	Media	(0,397)	0,509 ^a	0,119	(0,720)	23,405	8
	Apical	(0,356)	0,532 ^a	0,117	(0,707)	22,029	8

Nota: Letras diferentes corresponden a grupos estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$).

entre la sección media y la apical. Por otra parte [24], reportaron que el peso específico básico en sentido longitudinal mostró una disminución uniforme desde la base hacia el ápice, coincidiendo con el Tipo A reportado por [31]. Las diferencias entre estos dos últimos reportes con respecto a lo

obtenido en el presente trabajo pueden ser debidas a la edad del material de estudio: 9 [30] y 10 [24] años en comparación con los 25 años de la plantación incluida en esta investigación.

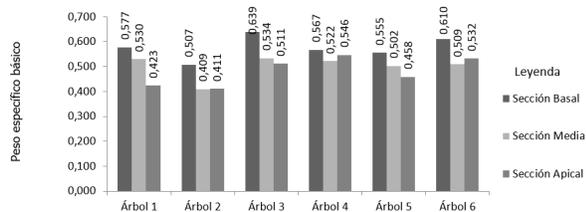


Figura 5: Variación en sentido longitudinal del peso específico básico en los seis árboles

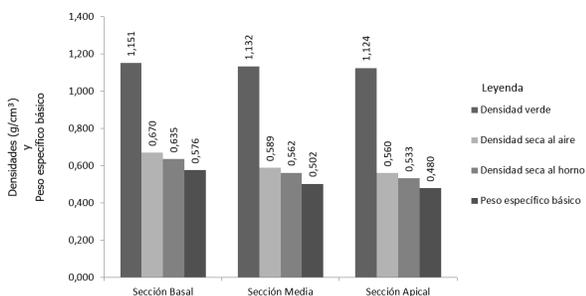


Figura 6: Propiedades físicas promedios de las tres secciones de altura para los seis árboles

4. Conclusión

Se encontró una tendencia a la disminución tanto para la densidad en tres condiciones (verde, seca al aire, seca al horno) como para el peso específico básico desde la base del árbol hacia el ápice. Sin embargo, las diferencias encontradas no manifestaron significancia estadística y, desde este punto de vista, se puede considerar que la densidad y peso específico de *P. caribaea* var. *hondurensis* de 25 años de edad se mantiene constante a diferentes niveles de altura del árbol.

5. Referencias

[1] B. Arroyo, *Propiedades físico-mecánicas de la madera*. Mérida, Venezuela: Comisión de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Los Andes, 2003.

[2] L. Da Silva, F. Ribeiro, P. Gasson, and D. Cutler, "Anatomía e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil," *Acta Botanica Brasílica*, vol. 23, no. 2, pp. 436–445, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000200015>

[3] A. Espinal, "Densidad básica de la madera de *Eucalyptus globulus* endos sitios en Chile," Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de Ingeniero

Forestal, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 2006.

[4] B. Zobely and J. Van Buijtenen, *Wood variation, its causes and control*. Berlin: Springer – Verlag, 1989.

[5] L. Marín, J. Moreira Da Silva, P. Trugilho, and J. Lima, "Longitudinal variation on wood density of *Pinus oocarpa*," *CERCE Forest Science*, vol. 5, no. 1, pp. 105–111, 2015.

[6] T. Jyske, H. Mäkinen, and P. Saranpää, "Wood density within norway spruce stems," *Silva Fennica*, vol. 42, no. 3, pp. 439–445, 2008. <https://doi.org/10.14214/sf.248>

[7] A. Vásquez and E. Alcántara, "Anatomía y densidad de la madera de árboles de pino romerón *Retrophyllum rospigliosii* (Pilger) C.N. Page de ocho años de edad," *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, vol. 62, no. 1, pp. 4869–4880, 2009.

[8] G. Morgado, A. Gómez, J. Villanueva, T. Terrazas, C. Ramírez, and P. Hernández, "Densidad de la madera de *Pinus hartwegii* en dos niveles altitudinales y de exposición," *Agrociencia*, vol. 53, pp. 645–660, 2019.

[9] G. Brown, "A statistical analysis of density variation in *Pinus caribaea* grown in Jamaica," in *15th IUFRO Congress*, Gainesville, Florida, 1971.

[10] C. Kromhout and R. Toon, *Variation of wood properties in some tropical species in southern Africa*. Brisbane, Australia: Workshop Genetic Impr. Trop. Trees, 1978.

[11] D. Cown, "Wood density of *Pinus caribaea* var *hondurensis* grown in Fiji," *New Zealand Journal of Forestry Science*, no. 11, pp. 244 – 253, 1981.

[12] E. Falkenhagen, "Parent tree variation in Sitka spruce provenances, an example of fine geographic variation," *Silvae Genetica*, vol. 27, no. 1, pp. 24–29, 1979.

[13] E. Vilela, "Estudio tecnológico de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, de 15, 10, y 5 años procedentes de Surinam," Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Mérida, Venezuela, 1973.

[14] W. Bower, A. de Souza, and J. Senft, "Physical and mechanical properties of fast grown, plantation Caribbean pine (*Pinus caribaea*) from Brazil, South America," *Research Bulletin - Purdue University Engineering Experiment Station (USA)*, no. 936, 1978.

[15] C. Lombardo, "Comportamiento de las pulpas de pino Caribe en las batidoras Valley y PFI," Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida, Venezuela, 1980.

[16] E. Reyes, "Características de la pulpa al sulfato del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de 12 años de edad provenientes de las plantaciones de Cachipo, Estado Monagas," Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales de Postgrado,

- Mérida, Venezuela, 1981.
- [17] W. León, “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de tableros de partículas de pino caribe elaborados por Tablica,” Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Mérida, Venezuela, 1988.
- [18] Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LABONAC), “Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de pino caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) de 10, 15 y 20 años de edad proveniente de las plantaciones de Uverito, estado Monagas,” Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales., Mérida, Venezuela, Reporte Técnico, 1990.
- [19] G. Mogollón, A. Aguilera, y I. Gutiérrez, “Caracterización del pino caribe resinado proveniente de plantaciones,” *Revista Forestal de Venezuela*, vol. 47, pp. 107–114, 2003.
- [20] P. Ninin, “Efecto de reaserrado con la conicidad y curvatura sobre el rendimiento de materia prima, calidad de piezas aserradas y la trabajabilidad del pino caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) de la orinoquia venezolana,” Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado., 2006.
- [21] E. Reyes, M. Molina, S. Valero, Y. Molina, y J. Betancourt, “Propiedades físicas de la madera de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, resinado y no resinado de las plantaciones de Uverito (Monagas, Venezuela),” *Revista Forestal de Venezuela*, vol. 56, no. 1, pp. 21–28, 2012.
- [22] E. Reyes, S. Valero, Y. Molina, y J. Betancourt, “Propiedades mecánicas de la madera de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, resinados y no resinados de las plantaciones de Uverito, estado Monagas, Venezuela,” *Revista Forestal de Venezuela*, vol. 59, no. 1, pp. 63–75, 2015.
- [23] A. Rojas, “Estudio de variabilidad de la madera de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) W. H. Barret & Golfari (Pino Caribe) en Villanueva. Casanare, Colombia,” Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, 2016.
- [24] E. Montero y E. Reyes, “Variación del peso específico básico de madera 26 árboles de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente de Uverito, estado Monaga,” Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Universidad de Los Andes, 1979.
- [25] Y. Torres, “Estudio de la madera de compresión de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*,” Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida, Venezuela, 2013.
- [26] J. Melandri, N. Dezzeo, y N. Espinoza, “Periodicidad de los anillos de crecimiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente de una plantación del estado Mérida,” *Revista Forestal de Venezuela*, vol. 51, no. 1, pp. 57–66, 2007.
- [27] E. Trejo, “Determinación de la proporción de madera juvenil en la especie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en plantaciones de 10, 15 y 20 años (Chaguaramas Norte y Guayamure) bajo jurisdicción de la Empresa Terranova,” Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Mérida, Venezuela, 2006.
- [28] J. Melandri, “Medición del ángulo de orientación de las microfibrillas en la capa S2 de la pared celular con el uso del microscopio electrónico y del óptico en la especie *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr,” Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Mérida, Venezuela, 2000.
- [29] H. Hoheisel, *Estipulaciones para los Ensayos de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera*. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano, 1968.
- [30] Y. Guzmán, “Variación de algunas propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, proveniente de la plantación de Uverito, estado Monagas.” Tesis de Maestría, Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 1979.
- [31] A. Pashin and C. de Zeeuw, *Series in forest resources*. New York, USA: McGraw - Hill, 1980, ch. Textbook in wood technology.