

Factor de forma para árboles del Bosque Seco Tropical (bs-T) en el norte del Departamento del Tolima – Colombia

Trees form factor in Tropical Dry Forest in north of Tolima – Colombia

Luís Alfredo Lozano Botache^{1*}; Jeimy Lorena Bonilla Vargas¹

Recibido para publicación: 05 de septiembre de 2022 - Aceptado para publicación: 07 de septiembre de 2022

RESUMEN

La diversidad de ecosistemas hace que no sea fácil calcular y proponer modelos dendrométricos. En esta complejidad y con el propósito de contribuir a estos modelos, se seleccionó, en el centro de Colombia, sobre el valle del río Magdalena, en el Departamento del Tolima, municipio de Venadillo, un relicto poco intervenido de bosque seco tropical de aproximadamente 100 hectáreas. Allí se midieron, por método no destructivo, 36 árboles seleccionados al azar de diferentes especies y con diámetros mayores a 10 centímetros, a los 1,30 metros desde el suelo (DAP). Sobre el fuste de los árboles en pie se midieron los diámetros con corteza a diferentes alturas, medidos desde la base del árbol hasta su altura comercial, utilizando el equipo y tecnología Field Map. Con la información colectada se determinó un factor de forma arbóreo que puede ser utilizado como herramienta de decisión forestal, o como un elemento de comparación con ecosistemas similares. El factor de forma para el volumen comercial calculado fue de 0,8.

Palabras clave: Ecuaciones de crecimiento forestal; Procesos forestales no destructivos; Volumen con corteza.

ABSTRACT

The high biodiversity can make it difficult to select dendrometric models for each ecosystem. In order to contribute to these models, a relict tropical dry forest of approximately 100 hectares was selected in the valley of the Magdalena River, located in the central region of Colombia. This forest relict is in the municipality of Venadillo, department of Tolima. A sample of 36 trees of different species with a normal diameter greater than 10 centimeters were randomly selected. All trees were measured using a non-destructive method. Diameters with bark were measured on the trunks of the standing trees at different heights from the base of the tree to its commercial height using Field Map equipment and technology. With the information collected, a tree form factor was determined to be used as a forestry decision tool or as an element of comparison with similar ecosystems. The form factor for the calculated commercial volume was 0.8.

Key words: Forest growth equations; Non-destructive forest processes; Volume with bark.

Cómo citar

Lozano Botache, L. A. y Bonilla Vargas, J. L. 2022. Factor de forma para árboles del Bosque Seco Tropical (bs-T) en el norte del Departamento del Tolima – Colombia. *Temas Agrarios* 27(2): 344-353.
<https://doi.org/10.21897/ta.v27i2.3136>



Temas Agrarios 2022. Este artículo se distribuye bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>), que permite copiar, redistribuir, remezclar, transformar y crear a partir del material, de forma no comercial, dando crédito y licencia de forma adecuada a los autores de la obra.

INTRODUCCIÓN

El concepto dendrométrico de volumen total de un árbol se encuentra definido como la cantidad de madera estimada desde del tocón hasta el ápice del árbol. De acuerdo con Reynaga (2013), el volumen comercial de un árbol es limitado por las condiciones de transformación, siendo descartados los volúmenes de las ramas, los segmentos delgados del fuste y partes afectadas del árbol. Por tanto, después de realizar un inventario forestal, la cubicación de madera es el resultado más importante ya que es considerado como un indicador de la capacidad que tiene el bosque para producir material aprovechable (Malleux, 1982). De acuerdo con la Gutiérrez *et al.* (2013), en Colombia la unidad de registro nacional es el metro cúbico, tanto en madera en trozas como en la aserrada, no obstante, otras medidas de mercado internacional como el pie tablar, la pulgada cúbica y otras combinaciones de medidas regionales.

En este contexto, la estimación confiable del volumen de madera es un problema relevante en los inventarios forestales (Crechi *et al.*, 2009), debido a que, en la mayoría de los casos, se utilizan métodos tradicionales que son ajustados estadísticamente y que son obtenidos a partir de la cubicación de secciones del fuste, lo cual tiene un alto costo operativo y ecológico puesto que se corre un alto riesgo de perturbación en el ecosistema al aprear un número importante de árboles (Riaño y Lizarazo, 2017).

De acuerdo con lo anterior y según Schumacher y Hall (1933); Escobar (2018), las ecuaciones de volumen son necesarias a la hora de realizar un manejo a cualquier predio forestal que tenga como propósito principal la producción de madera. Los modelos utilizados para la estimación

del volumen pueden ser ecuaciones locales, es decir cuando el volumen se encuentra en función de una sola variable; o estándares, cuando el volumen se encuentra en función de dos o más variables que por lo general son la altura total y el diámetro normal (Clutter *et al.*, 1983; Prodan *et al.*, 1997). En estos cálculos de volumen, es procedente hacer ajustes utilizando un factor de forma o coeficiente de forma, el cual es definido como un factor de reducción porque corresponde a la relación entre el volumen del árbol y el volumen de un sólido geométrico de referencia, como un cono, un neiloide o un cilindro, según sea la forma del fuste del árbol, permitiendo así un cálculo de mayor precisión del volumen del fuste. Es así como este factor en un parámetro importante a la hora de cuantificar el rendimiento y producción de una plantación o bosque. (Loetsch *et al.*, 1973; Barrena, 1998; Chaidez y Chaidez, 2008). En igual sentido, Riaño y Lizarazo (2017) mencionan que las especies forestales se comportan de manera distinta en cuanto a su forma geométrica, y por consiguiente no se puede tratar a todas las especies de la misma forma a la hora de estimar el volumen en pie de cada una de ellas; además, la epidometría forestal sugiere que para mejorar en los estudios del comportamiento de los ecosistemas boscosos, es necesario tomar a cada especie por separado, en vista de que cada una adopta un comportamiento geométrico distinto; en otras palabras, la forma del fuste varía de acuerdo a su ahusamiento, teniendo en cuenta que cambia según la especie, el tamaño de los árboles, la edad y a factores que se encuentran asociados al manejo del rodal y a las condiciones del sitio (Cancino, 2012; Jara y Fernández, 2019).

Teniendo en cuenta el alto costo operativo y ecológico que conlleva realizar inventarios forestales y sus correspondientes tablas

de volumen, es importante mencionar la existencia de equipos y herramientas con alto nivel tecnológico que facilitan esta labor sin necesidad de apearse los árboles, como es el caso del Field Map. Un equipo compuesto por la adición de GPS, Brújula electrónica, distanciómetro con prisma reflectante, relascópio, y un software dividido en el Data Colector y el Manager Proyect sobre el cual se pueden coleccionar datos y construir ecuaciones útiles para evaluaciones forestales. A través de las mediciones realizadas con el equipo se ha facilitado la determinación de parámetros que posteriormente son utilizados para cálculos de volumen de numerosas especies forestales (CORTOLIMA y Universidad del Tolima, 2007). De igual modo, el equipo, como herramienta, puede ser utilizado para parametrizar el modelo global del perfil del árbol, con sólo una poca cantidad de individuos como muestra, permitiendo así el cálculo de las secciones volumétricas para toda el área en estudio (Field-Map, 2010).

Conforme a lo mencionado anteriormente y con el ánimo de aportar información más precisa y de calidad, el objetivo de este estudio fue calcular el factor de forma para el Bosque Seco Tropical (bs-T) ubicado en el Departamento del Tolima, utilizando la tecnología no destructiva Field Map.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada en el municipio de Venadillo, Tolima, en la vereda los Limones, sobre la llanura del pie de monte de la cordillera central, en la margen derecha del río Venadillo, y sobre la margen izquierda del valle del Río Magdalena, y dentro de la macro región del centro oriente colombiano. Su macro unidad ambiental corresponde a la zona de Planicie aluvial; se sitúa en los $4,706856^\circ$ de latitud norte y $74,823847^\circ$ de longitud oeste, formando un cuadro con las coordenadas $4,633833^\circ$ norte y $74,807922^\circ$ de longitud oeste (Figura 1).

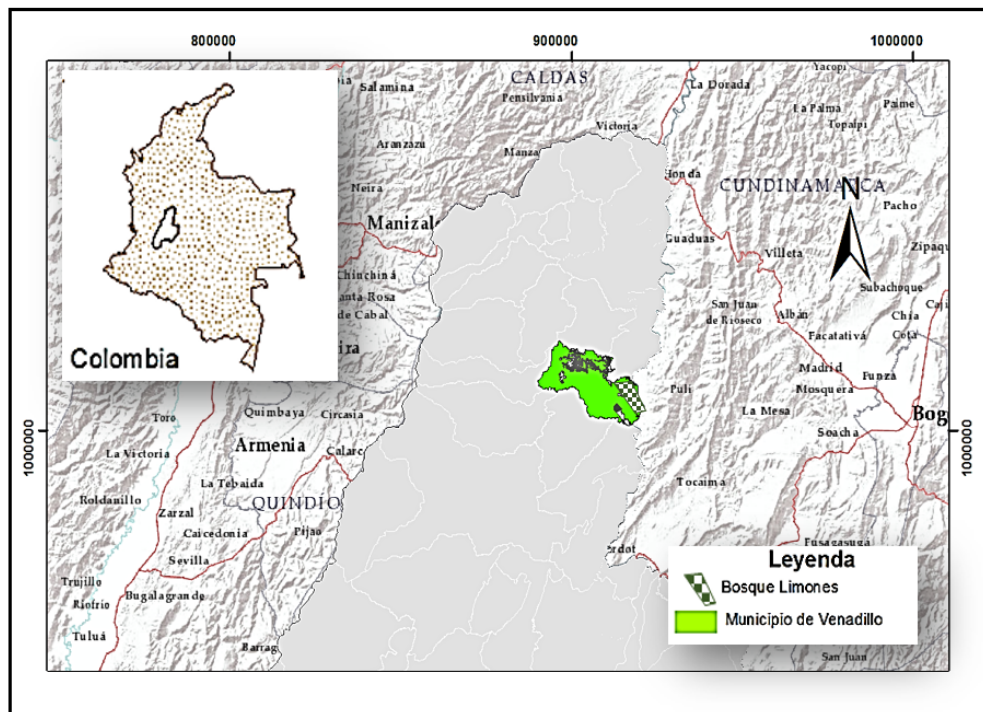


Figura 1. Ubicación geográfica de la vereda Los Limones, localizada en el municipio de Venadillo Departamento del Tolima. Colombia. Fuente: LabSIG. Universidad del Tolima. 2022.

El área aproximada del bosque es de 100 hectáreas, con un rango altitudinal que varía entre los 348 y 360 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 26°C, la precipitación es bimodal con dos periodos de lluvia para los meses abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre, y dos periodos secos en los meses enero, febrero, marzo, Julio, agosto y septiembre (Sierra, 2012). Los suelos son jóvenes y pertenece al graben del Magdalena. Su formación se efectúa en la época de gran actividad volcánica de la cordillera Central, los factores dinámicos de la formación del graben desde dicha época hasta la actual, ha sido el tetanismo y el vulcanismo. Esta parte del Valle, conocida como Valle del Tolima, se extiende desde el pie de monte de la cordillera Central hasta la orilla izquierda del río Magdalena. Son llanos que presenta pequeños Planos escalonados que se van abultando conforme se acercan a las montañas presentándose en forma de terrazas o abanicos (CMGRD de Venadillo, 2021).

METODOLOGÍA

En el área se desarrolló un inventario forestal correspondiente al Plan general de ordenación forestal para el Departamento del Tolima, realizado como parte del convenio entre la Universidad del Tolima y la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) (CORTOLIMA y Universidad del Tolima, 2007). Del inventario fueron seleccionados, de forma aleatoria, 36 árboles con DAP mayores a 10 cm. Esta selección al azar permitiría determinar las especies. Las mediciones dasométricas los DAP, alturas, volúmenes e inclinaciones. Así, a cada uno de los árboles se les registró, en pie y por método no destructivo utilizando el Field Map, el DAP, la altura comercial y otras alturas desde la base del fuste hasta la altura comercial del mismo. Con esta

herramienta Field Map no es necesario estandarizar alturas de medición, ya que el distanciómetro y el relascópio del equipo van proporcionando la relación entre diámetro y altura correspondiente. La información colectada corresponde a una descripción de variables, por lo que el tratamiento de los datos corresponde a un proceso de estadística descriptiva, siendo la base mínima de interpretación de variabilidad el rango de los datos referidos a la variable DAP, entre los valores mínimo y el máximo registrado. Los árboles fueron determinados en campo, con aproximación a la especie, con posterior verificación de muestra en el herbario de la Facultad de Ingeniería forestal de la Universidad del Tolima.

El manejo de los datos fue procesado con el software Manager Proyect Versión 5, del Field Map, teniendo como resultado una elaboración automática de la base de datos, la cual fue tomada en tiempo real con base a los lineamientos y necesidades que con anterioridad fueron configuradas por los autores de esta investigación, con base en los manuales de manejo del Field Map. Una vez registrada la información se procedió a calcular el área basal de cada árbol (Ecuación N°1), el volumen aparente (Ecuación N°2) y finalmente, se calculó el volumen en función del perfil fustal para cada árbol en pie y de esta manera estimar el factor de forma para el Bosque Seco Tropical (Ecuación N°3).

$$AB = \frac{\pi}{40000} * D^2 \quad \text{Ecuación N}^\circ 1$$

Donde:

$$AB = \text{Área basal}$$

$$D = \text{diámetro normal}$$

$$V.A = AB * HC \quad \text{Ecuación N}^\circ 2$$

Donde:

$V.A = \text{Volumen aparente}$
 $HC = \text{Altura comercial}$

$$Ff = \frac{\sum V.R.}{\sum V.A.} \quad \text{Ecuación N}^\circ 3$$

Donde:

$Ff = \text{Factor de forma}$
 $V.R = \text{Volumen real}$
 $V.A = \text{Volumen aparente}$

El volumen real es calculado por el Field Map de acuerdo con los diámetros y sus correspondientes alturas. El volumen aparente es calculado por el software del Field Map, de acuerdo con ajuste al mejor modelo de regresión del volumen. El Factor de forma es la relación entre los dos volúmenes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 36 árboles seleccionados al azar correspondieron a 13 especies, distribuidas en 13 familias, siendo la familia Annonaceae la más representativa con 10 individuos del género *Oxandra*. Los 36 árboles seleccionados presentaron una altura comercial promedio de 6,35 m, una máxima de 12,03 m y una mínima de 3,05 m; así mismo, el DAP promedio fue de 0,263 m, con un máximo de 0,643 m y un mínimo de 0,102 m. (Tabla 1). Tanto el DAP como la Altura se presentan como variables de alta heterogeneidad, dado sus coeficientes de variación de 41,48 y 62,97 %, respectivamente. Como variables de deducción, el promedio del área basal es de 0,0754 m², con mínimo de 0,0082 m² y un máximo de 0,3247 m²; el promedio del volumen real fue de 0,4684 m³, con mínimo 0,023 m³ y máximo 1,9305 m³. El promedio del volumen aparente fue de 0,5859, con mínimo de 0,034 m³ y máximo de 3,1773 m³. El Factor de forma que se fue de 0.8 (Tabla 2).

Una comparación gráfica entre el volumen real y el volumen aparente, muestra una tendencia similar en los árboles de diámetros pequeños; esto conlleva a suponer que en estas condiciones de bajos valores de DAP el factor de forma es cercano a la unidad, seguramente porque el ahusamiento del fuste de los árboles aún no es prevalente y su modelo geométrico de comparación es más cercano a un cilindro (López, *et al.* 2003). A cambio, en los diámetros mayores se observa una diferencia con la que se podría definir el factor de forma calculado (Figura 2). Si bien el software del Field Map no lo expone, estas diferencias se calculan mediante una regresión entre los valores de los volúmenes real y estimado, en el propósito de calcular las diferencias de volúmenes entre ellos. El resultado es que si existe modelo de regresión ($p \leq 0.05$) y para el coeficiente de regresión el valor $p = 0.6593$, por lo que las variables son estadísticamente similares (Tabla 3).

Los resultados obtenidos en este trabajo son concordantes con lo expresado por Gutiérrez *et al.* (2013), cuando sugiere que el factor de forma para un fuste con forma cilíndrica es $\geq 0,75$, considerando que para este estudio no se tomaron alturas totales con el fin de disminuir la conicidad. Así mismo Dauber (1997), en los bosques tropicales en las tierras bajas de Bolivia, midiendo árboles en pie de la especie *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd, obtuvo un factor de forma promedio de 0,82. Otro estudio realizado en la provincia de coronel Portillo en la Región Ucayali, distrito de Tahuania, Valderrama (2018), haciendo uso de la tecnología Field Map sobre 257 árboles de *Ormosia aff excelsa* Benth, calculó un factor de forma promedio de 0,70; caso similar a lo hallado por Figueroa (2018), el cual, realizó también un estudio en Tahuania en la región de Ucayali, donde haciendo uso de la tecnología Field Map hallando un factor de forma de 0,75 para la especie *Caryocar amygdaliforme* Ruiz Pav. ex G. Don.

Tabla 1. Valores dasométricos de 36 árboles del bosque seco tropical. Municipio de Venadillo. Departamento del Tolima. Colombia.

Núm. Árbol	Nombre científico	D.A.P. (m)	HC (m)	AB (m ²)	Volumen Real (m ³)	Volumen Aparente (m ³)
1	<i>Ampelocera</i> sp.	0,213	4,95	0,0356	0,0641	0,1764
2	<i>Ampelocera</i> sp.	0,188	7,59	0,0278	0,1475	0,2107
3	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	0,195	7,09	0,0299	0,1686	0,2117
4	<i>Bulnesia carrapo</i> Killip & Dugand	0,347	4,11	0,0946	0,3192	0,3887
5	<i>Bulnesia carrapo</i> Killip & Dugand	0,511	5,3	0,2051	1,0139	1,0869
6	<i>Bulnesia carrapo</i> Killip & Dugand	0,601	11,2	0,2837	1,9195	3,1773
7	<i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand	0,434	10,44	0,1479	1,5223	1,5444
8	<i>Ocotea amazonica</i> (Meisn.)Menz	0,161	3,05	0,0204	0,0574	0,0621
9	<i>Ocotea amazonica</i> (Meisn.)Menz	0,643	5,25	0,3247	1,2602	1,7048
10	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,102	4,38	0,0082	0,0240	0,0360
11	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,12	3,18	0,0113	0,0310	0,0360
12	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,102	6,2	0,0082	0,0350	0,0510
13	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,117	5,89	0,0108	0,0430	0,0630
14	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,158	4,83	0,0196	0,0560	0,0950
15	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,142	8,29	0,0158	0,0720	0,1310
16	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,143	7,72	0,0161	0,0810	0,1240
17	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,165	4,27	0,0214	0,0898	0,0913
18	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,197	4,81	0,0305	0,1386	0,1466
19	<i>Oxandra espintana</i> (Abeto ex Ment.) Baill	0,208	10,61	0,0340	0,2013	0,3605
20	<i>Phyllanthus</i> sp.	0,244	3,7	0,0468	0,1530	0,1730
21	<i>Phyllanthus</i> sp.	0,572	9,14	0,2570	1,7015	2,3487
22	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> Benth.	0,187	5,63	0,0275	0,1471	0,1546
23	<i>Pseudobombax</i> sp.	0,517	9,23	0,2099	1,1824	1,9376
24	<i>Senegalia affinis</i> Britton y Killip.	0,596	7,89	0,2790	1,8522	2,2012
25	<i>Symplocos flosfragrans</i> Chaparro	0,419	10,86	0,1379	1,5375	1,4974
26	<i>Symplocos flosfragrans</i> Chaparro	0,438	9,99	0,1507	1,9305	1,5052
27	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,117	3,28	0,0108	0,0230	0,0350
28	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,104	4,02	0,0085	0,0380	0,0340
29	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,214	5	0,0360	0,0580	0,1798
30	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,149	4,85	0,0174	0,0810	0,0840
31	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,179	3,71	0,0252	0,0830	0,0934
32	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,204	3,85	0,0327	0,1216	0,1258
33	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,233	6,72	0,0426	0,1712	0,2865
34	<i>Trichilia oligofoliolata</i> Morales-P.	0,217	6,33	0,0370	0,2346	0,2341
35	<i>Triplaris americana</i> L.	0,115	3,29	0,0104	0,0420	0,0340
36	<i>Triplaris americana</i> L.	0,223	12,03	0,0391	0,2610	0,4699

Tabla 2. Valores de la estadística descriptiva para las variables de cálculo del factor de forma en el bosque seco tropical. Municipio de Venadillo. Departamento del Tolima. Colombia.

	Variables				
	DAP	Altura comercial	Área Basal en m ²	Volumen real en m ³	Volumen aparente m ³
Media	0,2632	6,3522	0,0754	0,4684	0,5859
Error típico	0,0276	0,4391	0,0155	0,1092	0,1374
Desviación estándar	0,1657	2,6347	0,0929	0,6550	0,8246
Varianza de la muestra	0,0275	6,9419	0,0086	0,4290	0,6800
Rango	0,541	8,98	0,3166	1,9075	3,1433
Mínimo	0,102	3,05	0,0082	0,0230	0,0340
Máximo	0,643	12,03	0,3247	1,9305	3,1773

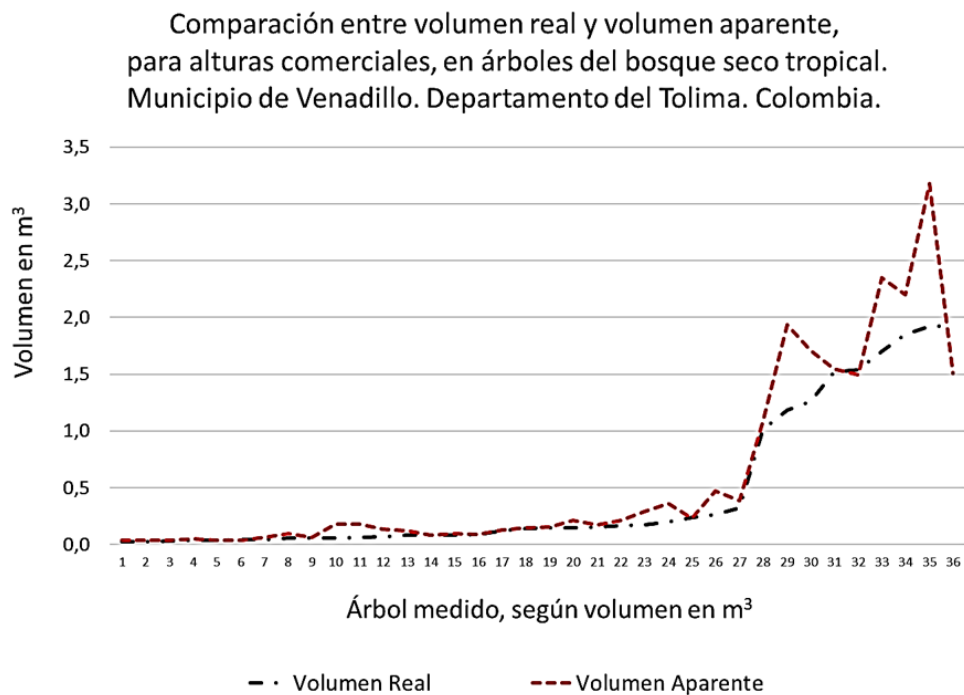


Figura 2. Comparación del Volumen Real y Volumen aparente para los 36 árboles del Bosque Seco Tropical. Municipio de Venadillo. Departamento del Tolima. Colombia.

Tabla 3. Valores de la regresión lineal entre el Volumen Real y el Volumen Aparente, calculados para el factor de forma en el bosque seco tropical. Municipio de Venadillo. Departamento del Tolima. Colombia.**Análisis de regresión lineal**

Variable	N	R ²	R ² Aj.	ECMP	AIC	BIC
Volumen Aparente (m ³)	36	0,91	0,91	0,08	5,81	10,56

Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef.	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p - valor	CpMallows	VIF
Const.	0,02	0,05	-0,08	0,13	0,44	0,6593		
Volumen Real (m ³)	1,2	0,06	1,07	0,33	18,76	< 0,0001	342,92	1

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	Sc	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,7	1	21,7	351,93	< ,0001
Volumen Real (m ³)	21,7	1	21,7	351,93	<0,0001
Error	2,1	34	0,06		
Total	23,8	35			

CONCLUSIONES

Por su valor técnico, el cálculo del factor de forma para la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) del Departamento del Tolima, son información inédita y de gran importancia para las ciencias forestales de Colombia.

En existen dificultades para conocer el volumen real maderable que tienen los diferentes bosques naturales de Colombia, por lo que aplicar un factor de forma estándar para todos puede generar sobre estimaciones o subestimaciones en el volumen y por tanto afectar de forma negativa la toma de decisiones.

Cuando de resolver sobre el volumen comercial en pie de un bosque se trata, el uso de la tecnología Field Map

resulta de mayor eficiencia frente a la elaboración y manejo de las tablas de volumen que generalmente requieren de métodos destructivos.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad del Tolima, a la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), como propietarios del Field Map, al talento humano del Proyecto "Plan General de Ordenación Forestal para el Departamento del Tolima", por el apoyo logístico y técnico que hicieron posible la realización de este trabajo. Y en especial, al Ingeniero Ángel María Rojas Gutiérrez por la revisión inicial de la información. A Julie Jisney Melo Cruz por la revisión final del documento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que es un trabajo original y no existió conflicto de intereses de ningún tipo en la elaboración y publicación del manuscrito.

REFERENCIAS

- Alcaldía de Venadillo. 2004.** ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. En: Microsoft Word - DIAGNOSTICO EOT VENADILLO.doc (esap.edu.co)
- Barrena, V. 1998.** Estimaciones del volumen de árboles de la Amazonia peruana a partir de ecuaciones de ahusamiento. Tesis de maestría en ciencias. Universidad Laval. Canadá.
- Cancino, J. 2012.** Dendrometría básica. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente, p 42-61
- Clutter, J., Fortson, J., Pienaar, L., Brister, G. y Bailey, R. 1983.** Timber management: a quantitative approach. John Wiley & Sons, Inc. New York, p 333.
- Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), Universidad del Tolima. 2007.** Proyecto Plan General de Ordenación Forestal para el Departamento del Tolima. Universidad del Tolima, Ibagué, p253.
- Crechi, E., Keller, A. y Fassola, H. 2009.** Desarrollo de una ecuación de forma para la estimación de diámetros- volúmenes a diferentes alturas en *Grevillea robusta* A. Cultivado en misiones, Argentina. XIII World Forestry Congress, Buenos Aires, Octubre de 2009, p18-23.
- Chaidez, J. 2008.** Allometric equations and expansion factors for tropical dry forest trees of eastern Sinaloa, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10(1): 45-52
- Dauber, E. 1997.** Propuesta para la elaboración de tablas volumétricas y/o factores de forma. https://rmportal.net/library/content/Forestry_Silviculture_CBNRM/documentos-bolfor/documentos-tecnicos/propuesta-para-la-elaboracion-de-tablas-volumetricas-y-o-factores-de-forma-mayo-1997/at_download/file
- Escobar, M. 2018.** Volumetría de árboles en pie de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el departamento de Madre de Dios, Perú. Tesis Maestría en Bosques y Gestión de Recursos Forestales. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima.
- Field-Map. 2010.** Tecnología diseñada para la colección y procesamiento de datos de campo. https://www.fieldmap.cz/download/FM_leaflet_2010_es.pdf
- Figuroa, A. 2018.** Factor de forma de *Caryocar amygdaliforme* Ruiz & Pav. ex G. Don (almendro) en bosques de terraza de la amazonia peruana. Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.
- Gutiérrez, E., Moreno, R. y Echeverry, N. 2013.** Guía de cubicación de madera. Corporación Autónoma Regional del Risaralda (CARDER), Pereira, p44.
- Jara, A. y Fernández, J. 2019.** Determinación del factor de forma de *Myroxylon balsamum* Harms, *Hymenaea oblongifolia* Huber y *Dipteryx odorata* Willd en el consolidado Otorongo - provincia de Tahuamanu. Tesis Ingeniero Forestal y Medio ambiente, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado.

- Loetsch, F., Zohrer, F. y Haller, K. 1973.** Forest Inventory. München, BLV Verlagsgesellschaft. Munich, p469.
- López Serrano, F.R., García Morote F.A. Y Del Cerro Barja, A. 2003.** Dasometría. Ciancia de la Medición Forestal. Albacete, España. Gráficas Antar, S.L. ISBN 84-932789-3-9
- Malleux, O. 1982.** Inventarios forestales en bosques tropicales. Universidad Nacional Agraria. Lima p414.
- Prodan, M., Peters, M., Cox, F. y Real, P. 1997.** Mensura forestal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) & Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Costa Rica, p 586.
- Reynaga, M. 2013.** Criterios en la medición del árbol en pie.
<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/Tallares/6-Criterios-medicion-arbol-en-Pie%20.pdf>
- Riaño, O. y Lizarazo, I. 2017.** Estimación del volumen de madera en árboles mediante polinomio único de ahusamiento. Revista Colombia Forestal 20(1):52-62.
- Schumacher, F. y Hall, F. 1933.** Logarithmic expression of timber-tree volume. Journal of Agricultural Research 47(9): 719-734.
- Sierra, J. 2012.** Plan de desarrollo municipal 2012-2015. Alcaldía municipal de Venadillo, Tolima, p 325.
- Valderrama, E. 2018.** Determinación de factor mórfico del fuste de *Ormosia aff excelsa* Benth (huayruro) por método no destructivo en bosques de terrazas, distrito de Tahuania, Provincia de Atalaya y distrito de Masisea, Provincia de coronel Portillo, Región Ucayali. Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa.