

Actualización de los factores de conversión de pino caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret y Golfari), en el oriente de Venezuela

*Bring up to date conversion factors for caribbean pine trees (*Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret and Golfari), in the east of Venezuela*

LUÍS GONZÁLEZ¹,
IVETH CABELLO¹,
ODALIS FLORES²,
ANA R. TRÍAS²
y CARLOS GÓMEZ³

1 CVG-Proforca, Gerencia de Manejo y Protección Forestal, Puerto Ordaz, Bolívar, Venezuela, E-mails: luis.gonzalez@cvgproforca.com, ivecabello@gmail.com

2 Universidad Nacional Experimental de Guayana, Upata, Bolívar, Venezuela, E-mail: odaflores3483@hotmail.com

3 Universidad Nacional Experimental de Guayana, CEBIOTEG, Upata, Bolívar, Venezuela, E-mail: cagomez@uneg.edu.ve

Recibido: 10-08-09 / Aceptado: 18-12-09

Resumen

Con el propósito de actualizar los factores de conversión de metros estéreos con y sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza de las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, ubicadas al sur de los estados Monagas y Anzoátegui, administradas por CVG-Proforca, se procedió a realizar un muestreo, el cual, estuvo conformado por 49 rumas de camiones y 51 rumas en formaletas de los principales clientes. Para determinar la relación entre el volumen sólido de las rolas y el volumen estéreo ocupado por las mismas (rumas), se utilizó el método analítico, empleando la fórmula de Smalian para la estimación del volumen sólido de las trozas y el ancho, largo nominal y el promedio de las alturas de las rumas para el volumen estéreo. Esta relación se obtuvo para cada tipo de producto, clasificado como: aserrío, astilla o madera combinada, dependiendo de su categoría diamétrica. Los factores de conversión obtenidos de metro estéreo con corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza, fueron 0,60; 0,43 y 0,50 para aserrío, astillas y combinada, respectivamente, y de metro estéreo sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza 0,72; 0,50 y 0,60.

Palabras clave: pino caribe, factor de conversión, volumen sólido, volumen estéreo.

Abstract

With the aim of updating the conversion factors from stereo meters with and without bark to solid cubic meters without bark of plantation *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, located at the South of Monagas and Anzoátegui states, administered by CVG-Proforca, a sampling was carried out, which consisted of 49 rumas in trucks and 51 rumas in steel framework of major customers. To determine ratio between solid volume of logs and stereo volume occupied by them (rumas), the analytical method was used, using Smalian formula to estimate the solid volume of logs and the width, nominal length and the average heights of rumas for the stereo volume. This ratio was obtained for each product type, classified as sawmilling, wood chips or combined logs, depending on their diameter class. Conversion factors derived from stereo meters with bark to solid cubic meters without bark, were 0.60, 0.43 and 0.50 for sawmilling, woodchips and combined logs, respectively, and from stereo meters without bark to solid cubic meters without bark 0.72, 0.50 and 0.60.

Key words: caribbean pine, conversion factor, solid volume, stereo volumen.

1. Introducción

La dinámica de comercialización de madera rolliza de CVG Productos Forestales de Oriente (CVG-Proforca) ha motivado la revisión de los factores de conversión que se vienen utilizando, para convertir volumen estéreo en volumen sólido con y sin corteza, ya que la materia prima, madera rolliza de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, extraída de los bosques es comercializada a importantes empre-

sas del sector forestal de todo el país utilizando como unidad de medida para la venta la cubicación del estéreo sobre camión. Para tener un aproximado de los metros sólidos presentes en cada estéreo, se vienen utilizando factores de conversión que convierten los metros estéreos en metros sólidos, los cuales deben ser renovados periódicamente, a consecuencia de la cosecha de rodales de edad y de sitios diferentes, que pueden influir en los factores existentes.

Hay varios métodos para determinar la cantidad de madera sólida que contiene un metro estéreo o metro ruma, lo cual es necesario para obtener el factor de conversión, entre los que se tiene el de desplazamiento de agua, el analítico, el de imágenes y el de arrumado en marco. En el método analítico se requiere determinar el volumen de cada una de las trozas que forman parte de la ruma o del estéreo, ya sea a través de la fórmula de Smalian, Newton o Huber (Emanuelli *et al.*, 1997; Paccot *et al.*, 2007). El primer autor y colaboradores antes citados, también señalan que otra alternativa para estimar el factor de conversión es mediante funciones, a partir del diámetro medio y número de trozas por metro ruma, y aunque las funciones son confiables estadísticamente, no son operacionales ya que se hace necesario obtener el diámetro medio de todos los trozos de la pila, en cuyo caso es preferible determinar el factor de conversión mediante la sumatoria del volumen de cada trozo por ser más preciso.

En el presente se comercializan dos tipos de productos de madera en rolas, aserrío para rolas con diámetros mayores a 16 cm y astillas para rolas menores a 16 cm, para los cuales se utiliza un factor de conversión único, por lo cual se hace necesario el reajuste de los factores que se vienen utilizando para madera de aserrío y astilla, que permita su adecuación a las políticas de comercialización de la empresa.

El estudio tiene como finalidad la actualización de los factores de conversión de metros estéreos, con y sin corteza, a metros cúbicos sólidos con y sin corteza para madera de aserrío, astillas y combinada de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aplicando el método analítico.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización del área de estudio

CVG-Proforca administra una superficie superior a 410.000 hectáreas de plantaciones forestales de la especie *P. caribaea*, ubicadas al sur de los estados Monagas y Anzoátegui, donde se han venido implementando programas de corta para árboles con edades mayores a 15 años, cuyos productos son destinados a las industrias de aserrío y pulpa (CVG-Proforca, 2003).

El área geográfica de las plantaciones se ubica entre las coordenadas 08° 20' y 09° 25' de latitud norte y 62° 32' y 63° 35' de longitud oeste, y se corresponde a la jurisdicción de los municipios Independencia, Simón Rodríguez, Guanipa, Freites y Miranda del estado Anzoátegui y municipios Sotillo y Maturín del estado Monagas (Figura 1).

El estudio se llevó a cabo en las áreas de aprovechamiento y sitios de recepción de materia prima de las empresas o clientes de CVG-Proforca, que movilizan mayor cantidad de madera.

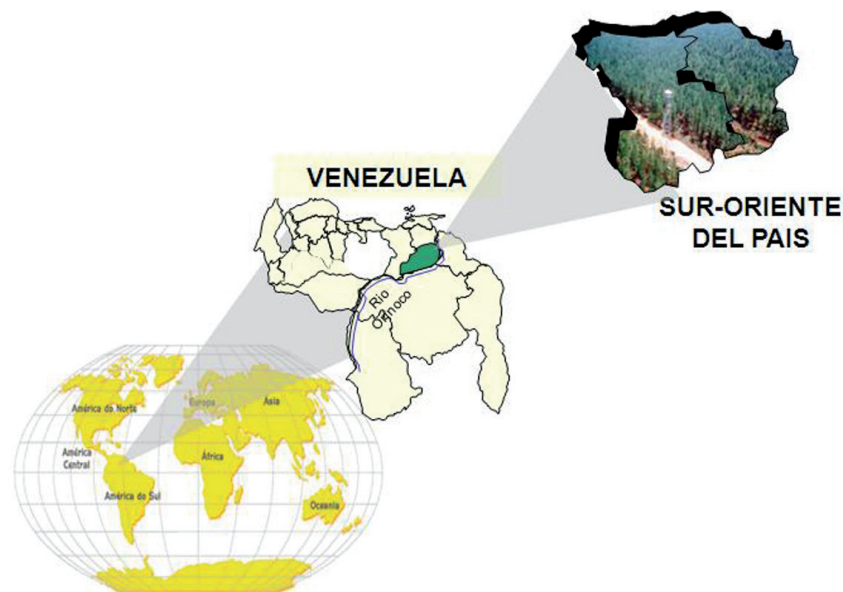


Figura 1. Ubicación relativa de la empresa CVG-Proforca.

2.2 Toma de datos

La recolección de datos para el estudio se realizó en dos modalidades: a) muestreo sobre camión en el sitio de planta o recepción de materia prima, lo cual comprendió la toma de datos de rumas de madera colocadas directamente sobre los camiones de carga; b) muestreo en formaleta en el sitio de aprovechamiento, donde los datos fueron tomados sobre madera apilada en formaletas de 1 m de ancho x 1 m de altura. La colocación de la madera se realizó en forma manual o mecánica (cargadores).

2.3 Tipos de productos

La empresa comercializa la madera en rolas atendiendo a la siguiente clasificación: a) aserrío: rolas con diámetros ≥ 16 cm; b) astillas: rolas con diámetros < 16 cm; c) combinada: mezcla de rolas de diferentes diámetros.

2.4 Sistema de muestreo

Se utilizó un sistema de muestreo aleatorio por tipo de producto, con un número de réplicas variable para cada fuente de variación. Trabajos preliminares desarrollados por Cañas (2006) y Pérez (2004), indican que un mínimo de 10 muestras, se obtiene un error de muestreo inferior al 10%, siendo este un porcentaje aceptable para análisis relacionados con el ámbito forestal (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de muestras por tipo de producto, forma de apilado y longitud nominal de las rolas.

Producto	Forma de apilado	Longitud nominal (m)					Total
		2,5	3,1	3,7	4,0	6,0	
Aserrío con corteza	Camión		11	20			31
Astillas con corteza	Camión				9		9
	Formaleta	16					16
Combinada con corteza	Camión				1	8	9
Aserrío sin corteza	Formaleta	7					7
Astillas sin corteza	Formaleta	15					15
Combinada sin corteza	Formaleta	13					13

2.5 Evaluación y cálculos

2.5.1 Metros estéreos

Es el volumen de madera con corteza, trozada y apilada. Este volumen se obtiene multiplicando la longitud nominal de las rolas, ancho y alto de la madera apilada. Cailliez (1980), afirma que por lo tanto, es un volumen que contiene aire y madera en proporciones variables de acuerdo a la forma de las piezas. El coeficiente de apilado es el volumen en m³ contenido en un estéreo.

2.5.2 Fórmula de Smalian

Es junto con Newton y Huber una de las fórmulas de cubicación más utilizada para estimar el volumen de un árbol o de una troza (Diéguez *et al.*, 2003; Cruz de León y Cruz de León, 2006). De acuerdo a Avery y Burkhart (2002), en cualquiera de estos métodos, el volumen es estimado como un promedio del área de los extremos de la rola multiplicado por su longitud. La expresión matemática de la fórmula de Smalian es la que se expone a continuación (Ecuación 1):

$$V = \frac{\pi}{8} \times (d_0^2 + d_1^2) \times l \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

V = volumen de la rola (m³)

d = diámetro en el extremo menor de la rola (m)

d = diámetro en el extremo mayor de la rola (m)

l = longitud de la troza (m) (Diéguez *et al.*, 2003)

2.6 Factores de conversión de madera apilada

Es el factor hallado de la relación del volumen sólido real entre el volumen apilado en estéreos, la cual se expone a continuación (Ecuación 2):

$$Fc = \frac{Vs}{Ve} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

Vs = volumen sólido real (m³)

Ve = volumen en metro estéreo (Daniel, 2007)

Emanuelli *et al.* (1997), expresan que el factor de conversión señala el volumen sólido existente entre una unidad de volumen estéreo o por metro ruma. Este valor es variable debido a las especies existentes entre los trozos apilados, lo que depen-

de de la distribución diamétrica, del espesor de la corteza y forma de los trozos, y de la calidad del apilado.

2.7 Procedimiento

2.7.1 Selección de la muestra

Para la cubicación sobre camión se tomaron al azar los camiones que ingresaban al patio de la empresa que cumplían con las especificaciones de carga, al cual se midió el volumen estéreo total del mismo; luego en forma aleatoria, se seleccionaba la ruma a ser evaluada, se medía el volumen estéreo del mismo y se descargaba para hacer las mediciones de rolas correspondientes.

Para la cubicación en formaleta en las empresas CVG-Proforca y PROPULSO, el llenado de la misma se realizó en forma manual seleccionando las rolas que estuvieran dentro de la categoría de astillas. Para la empresa SMURFIT Cartones de Venezuela, el llenado de la formaleta lo realizó la cañera previa selección de las rolas para la distinción de las astillas, aserrío y combinada sin corteza en el sitio de aprovechamiento (Coloradito y Las Piedritas).

El volumen estéreo sobre formaletas se realizó para madera de astillas, con y sin corteza, combinada y aserrío sin corteza y las diferentes clases de diámetro, utilizando una formaleta fabricada con vigas doble "T" de 1 m de alto por 1 m de ancho y de longitud variable, según el largo de la rola. Se usó el mismo procedimiento de la madera para aserrío en camión y para determinar la altura promedio, se utilizó una cinta métrica.

2.7.2 Obtención del metro estéreo

El metro estéreo sobre camión para los diferentes productos, se midieron con una vara en forma de *L* invertida, fabricada en madera de 3 m calibrada en centímetros. Se tomaron 4 medidas por cada ruma para obtener un promedio de las alturas, donde la longitud la determinó el largo comercial de la rola presente en la guía de circulación y el ancho se obtuvo midiendo entre las chacas del camión; cuando estas no presentaban uniformidad en el ancho se tomaron medidas en la parte inferior y superior de la ruma.

2.7.3 Cubicación de las rolas

Para la obtención de los metros cúbicos sólidos se descargó la ruma seleccionada (a la que previa-

mente se le determinó el metro estéreo) o la formaleta en un sitio apto del patio de apilado con la ayuda de un cargador frontal. Se cubió y registró en una planilla cada rola siguiendo la metodología que a continuación se describe: 1) se midieron los diámetros superiores e inferiores con corteza, dos mediciones por cada diámetro con precisión al milímetro; 2) se midieron los diámetros sin corteza de la misma manera; 3) se midió la longitud de cada rola con precisión al centímetro. El volumen sólido de la rola se obtuvo a través de la fórmula de Smalian. Este método se realizó para madera de astillas, aserrío y combinada, con y sin corteza.

2.7.4 Determinación de los factores de conversión

Para el análisis de los diferentes productos de madera y clase de diámetro, se calcularon los factores de conversión de volumen estéreo con corteza a volumen sólido con y sin corteza, debido a que son estos los ampliamente utilizados por CVG-Proforca para comercializar sus productos. Sin embargo, factores de conversión adicionales pueden ser calculados.

2.8 Registro y procesamiento de los datos

Los datos colectados en planillas de campo fueron registrados en bases de datos, utilizando la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2003; las bases de datos generadas fueron las siguientes: a) base de datos para madera con corteza por tipo de producto, cubicada sobre camión en las diferentes empresas y sitios de aprovechamiento; b) base de datos para madera sin corteza por tipo de producto, cubicada en el sitio de aprovechamiento de la empresa Smurfit; c) base de datos para madera con corteza por clase de diámetro, cubicada en el sitio de CVG-Proforca. Posteriormente, cada base de datos fue exportada a archivo compatible con el programa de análisis estadístico SPSS, en su versión 12.

3. Resultados y discusión

3.1 Factor de conversión de metros estéreos con corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza

En el cuadro 2 se presenta un resumen de los estadísticos descriptivos de los factores de

conversión de metro estéreo con corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza (FC MECC-m³SSC), para aquellas empresas que movilizan madera en rolas con corteza, tales como Propulso, Kondor, Orinoco Wood Chips y CVG-Proforca, indicando que los valores promedios obtenidos son ampliamente diferentes entre sí para cada tipo de producto y con diferencias con el factor aplicado por la empresa, cuyo valor es de 0,59.

Se puede observar que el error estándar, el cual permite tener una idea de la precisión de la estimación de la media, varía 1,3%; 2,1% y 5,4% con respecto a las medias de las muestras. La variación entre los productos aserrío y astillas se puede encontrar en la diferencia diamétrica de las rolas, ya que las longitudes son parecidas, no así en cuanto a combinada, ya que se tiene rolas de 4 m y 6 m de largo, lo cual es señalado como uno de los factores que inciden en el índice de conversión. El análisis de la varianza de la variable factor de conversión por tipo de producto se solicitó al SPSS y arrojó el resultado expuesto (Cuadro 3).

El cuadro 3 expone como el *p*-valor asociado al estadístico *F* (<<Sig. = 0,000>>) es menor que 0,05; en consecuencia al nivel de significación 0,05; se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. El resultado de la prueba de Levene, para contrastar la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas, arrojó que el *p*-valor asociado al estadístico

de contraste (<<Sig. = 0,112>>) es mayor que 0,05; a dicho nivel de significación, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas (Ferrán, 2001).

A su vez, se solicitó la prueba de contraste de Komolgorov-Smirnov sobre bondad de ajuste para saber si la variable estudiada sigue una distribución normal, y arrojó un nivel crítico (<<Sig. Asintótico bilateral = 0,533>>) y ya que el valor es mayor que el habitual $\alpha = 0,05$, se puede aceptar que la variable es normal con lo cual se satisface las hipótesis del modelo (Fernández, 2004).

Como se rechazó la hipótesis nula de igualdad de varianzas, se sabe que por lo menos existe una diferencia significativa entre algún par de medias, pero no entre que par, o pares, se encuentran dichas diferencias. Es por ello que se pidió una prueba de comparaciones múltiples al SPSS, usando el método de Scheffé (Cuadro 4), ya que con el mismo no es necesario que los tamaños muestrales sean iguales (Ferrán, 2001).

Como se puede observar, todas las diferencias van acompañadas de un asterisco, lo que implica que existen diferencias significativas entre todos los posibles pares de medias. En consecuencia, el factor de conversión, de metro estéreo con corteza a metros sólidos sin corteza, es distinto para todos y cada uno de los productos. En la figura 2, el coeficiente de determinación $R^2 = 0,737$; indica que el 73,7% de la variación en el índice de conversión

Cuadro 2. Estadística descriptiva de la variable factor de conversión de metro estéreo con corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza.

Producto	n	Media	Mediana	Desv. Típica	Error Típico	Mínimo	Máximo	Rango	Amplitud Intercuartil
Aserrío	31	0,60	0,61	0,046	0,008	0,49	0,68	0,19	0,06
Astillas	25	0,43	0,44	0,046	0,009	0,31	0,48	0,17	0,04
Combinada	9	0,50	0,53	0,080	0,027	0,35	0,59	0,24	0,11

Cuadro 3. Análisis de la varianza (ANOVA) de la variable factor de conversión, de metro estéreo con corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza, por tipo de producto.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Factor de Conversión MECC a m ³ SSC	Inter-grupos	0,431	2	0,215	81,474	0,000
	Intra-grupos	0,164	62	0,003		
	Total	0,594	64			

Cuadro 4. Método Scheffé, de comparaciones múltiples, de la variable factor de conversión, de metro estéreo con corteza a metros sólidos sin corteza, por tipo de producto.

Variable dependiente	Producto (I)	Producto (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Factor de Conversión MECC a m ³ SSC	Aserrío	Astillas	0,17572(*)	0,01382	0,000	0,1411	0,2104
		Combinada	0,09898(*)	0,01946	0,000	0,0502	0,1478
	Astillas	Aserrío	-0,17572(*)	0,01382	0,000	-0,2104	-0,1411
		Combinada	-0,07673(*)	0,01998	0,001	-0,1268	-0,0266
	Combinada	Aserrío	-0,09898(*)	0,01946	0,000	-0,1478	-0,0502
		Astillas	0,07673(*)	0,01998	0,001	0,0266	0,1268

* La diferencia entre las medias es significativa al nivel 0,05.

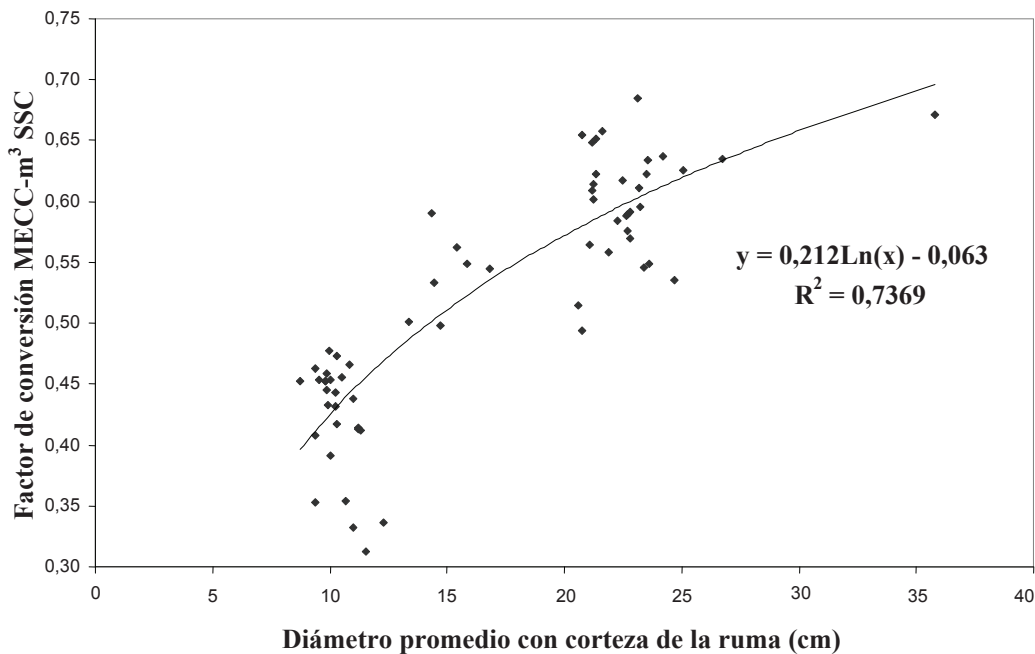


Figura 2. Relación entre el factor de conversión, de metro estéreo con corteza a metro cúbico sólido sin corteza, y el diámetro promedio con corteza, en el extremo menor, de las rolas de las rumas muestreadas.

es explicado por la variabilidad del diámetro promedio obtenido de los extremos menores de las rolas que conformaban la ruma.

En la figura 3, se puede apreciar como se distribuyó el volumen en rolas, en porcentaje, por tipo de producto. En las rolas destinadas para aserrío, la suma de las proporciones de las categorías 16-24 y 24-30 cm representaron un 84,7%; las de astillas, las dos primeras categorías arrojan un 91,1% y finalmente las de combinada,

el 86,3% de dicho volumen se ubican desde 12 o menos a 16-24 cm de diámetro, sin corteza.

3.2 Factor de conversión de metros estéreos sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza

El cuadro 5 muestra los estadísticos del factor de conversión de metro estéreo sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza (FC MESC-m³SSC),

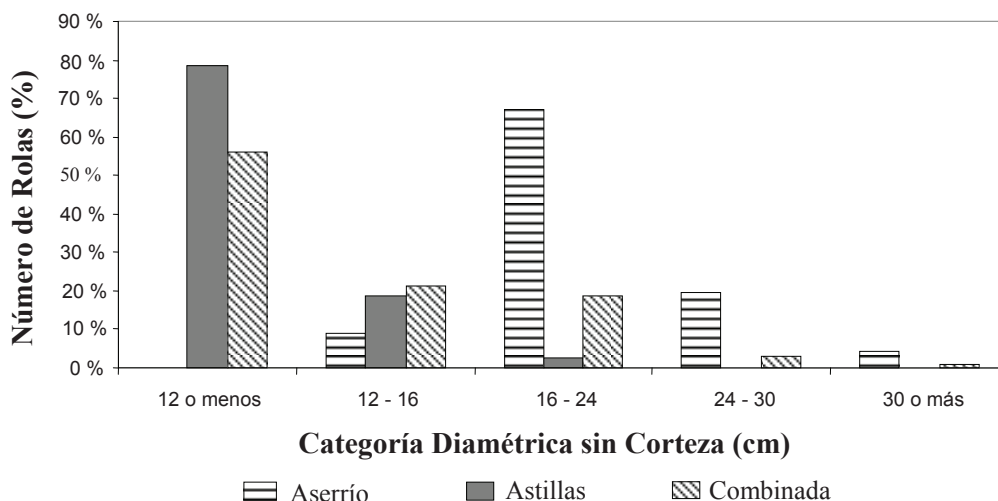


Figura 3. Distribución del porcentaje de volumen en rolas, sin corteza, por tipo de producto.

Cuadro 5. Estadística descriptiva de la variable factor de conversión de metro estéreo sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza.

Producto	n	Media	Mediana	Desv. Típica	Error Típico	Mínimo	Máximo	Rango	Amplitud Intercuartil
Aserrío SC	7	0,72	0,70	0,047	0,018	0,66	0,77	0,12	0,09
Astillas SC	15	0,50	0,51	0,035	0,009	0,43	0,56	0,13	0,06
Combinada SC	13	0,60	0,60	0,060	0,017	0,52	0,73	0,21	0,09

para aquellas empresas que movilizan madera en rolas sin corteza, como es el caso de la empresa SMURFIT Cartones de Venezuela, indicando que los valores promedios obtenidos son ampliamente diferentes entre sí para cada tipo de producto y con amplias diferencias con el factor aplicado por CVG-Proforca, cuyo valor es 0,74.

Si se relaciona el error típico con respecto a la media (Cuadro 5), se puede apreciar que dicho porcentaje se ubicó en 2,5; 1,8 y 2,8%, respectivamente. O sea, la estimación de dicho factor de conversión fue más precisa para las rolas destinadas a astillas y menos precisa para combinada. El error estándar de las rolas de aserrío se vio afectado por el tamaño de la muestra. Para determinar si existe una diferencia significativa entre la media de los productos, estadísticamente, se solicitó al SPSS el análisis de varianza con su respectivo prueba de homogeneidad de varianzas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de la varianza de la variable factor de conversión, de metro estéreo sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza, por tipo de producto. FC Metros Estéreos sin corteza a m³SSC.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,222	2	0,111	48,481	0,000
Intra-grupos	0,073	32	0,002		
Total	0,296	34			

Ya se sabe que al menos un par de medias es diferente y que las varianzas son homogéneas, ya que la prueba de Levene dio como resultado (<<Sig.= 0,087>>), y la variable FC MESC-m³SSC se distribuye normalmente (<<Sig. Asintótico bilateral =0,533>>).

Como se puede apreciar, el factor de conversión de metros estéreos sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza, es diferente para todos y cada uno de los productos (Cuadro 7). En la figura 4, se observa que el 89,4% de la variación del factor de conversión es explicada por la variación en el diámetro promedio sin corteza, en los extremos menores, de las rolas que conformaban la ruma.

En la figura 5, se aprecia que el 87,4% de la proporción del volumen en rolas para aserrío se alojó en las categorías diamétricas 16-24 y 24-30 cm; en las rolas destinadas a ser astilladas, el 77,2 % de las mismas se ubicó en la primera categoría y las de combinada tuvieron 65% de rolas de aserrío (≥ 16 cm) y 35% de rolas para astillas (0-16cm).

Cuadro 7. Método Scheffé, de comparaciones múltiples, de la variable factor de conversión, de metro estéreo sin corteza a metros sólidos sin corteza, por tipo de producto.

Variable dependiente	Producto (I)	Producto (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Factor de Conversión MESC a m ³ SSC	Aserrío SC	Combinada SC	0,11362(*)	0,02245	0,000	0,0560	0,1713
		Astillas SC	0,21204(*)	0,02192	0,000	0,1558	0,2683
	Astillas SC	Aserrío SC	-0,21204(*)	0,02192	0,000	-0,2683	-0,1558
		Combinada SC	-0,09843(*)	0,01815	0,000	-0,1450	-0,0518
	Combinada SC	Aserrío SC	-0,11362(*)	0,02245	0,000	-0,1713	-0,0560
		Astillas SC	0,09843(*)	0,01815	0,000	0,0518	0,1450

* La diferencia entre las medias es significativa al nivel 0,05.

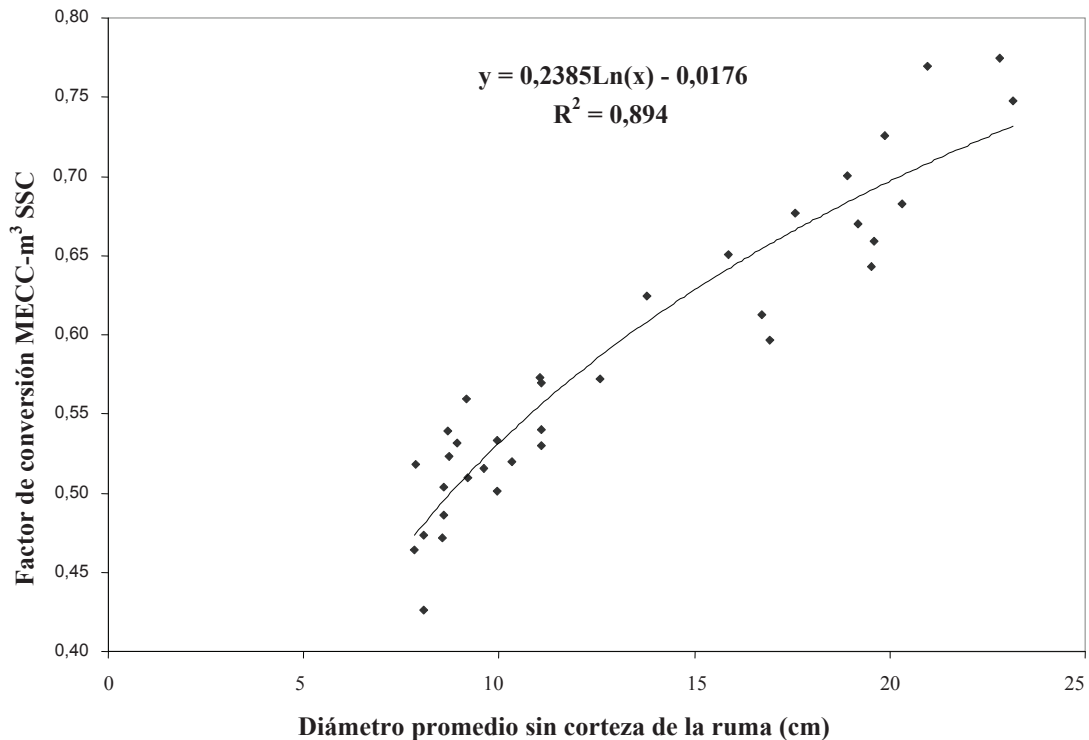


Figura 4. Relación entre el factor de conversión, de metro estéreo sin corteza a metro cúbico sólido sin corteza, y el diámetro promedio con corteza, en el extremo menor, de las rolas de las rumas muestreadas.

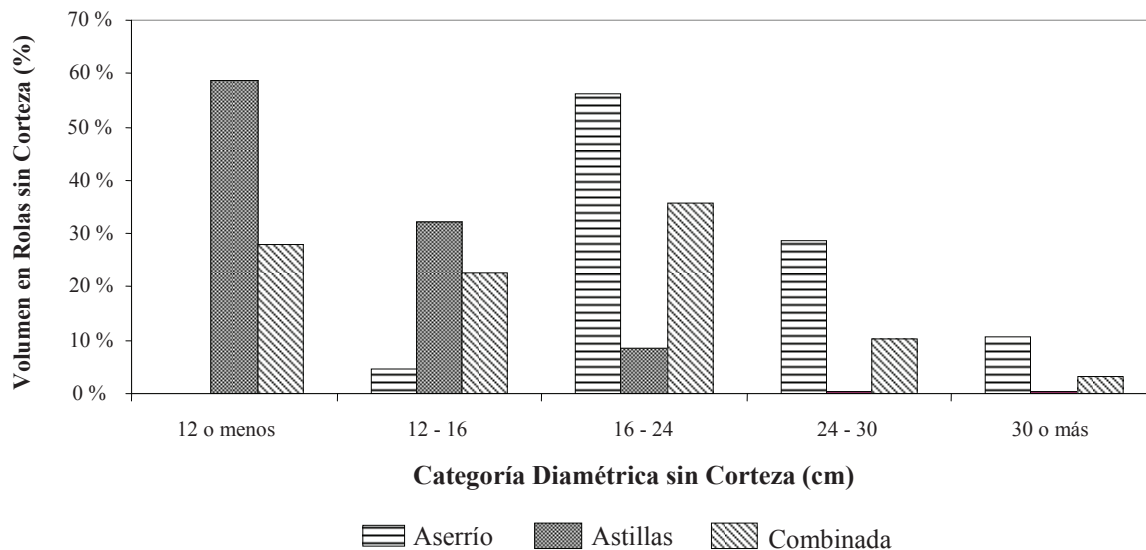


Figura 5. Distribución del porcentaje de volumen en rolas, sin corteza, por tipo de producto.

4. Conclusiones y recomendaciones

Los factores de conversión de metro estéreo, con y sin corteza, a metros cúbicos sólidos sin corteza, deber ser únicos para cada tipo de producto. En el primer caso, dichos factores corresponden para rolas de aserrío (0,60), astillas (0,43) y combinada (0,50), respectivamente. En el segundo, de metro estéreo sin corteza a metros cúbicos sólidos sin corteza, esos índices se incrementan para aserrío (0,72), astillas (0,50) y combinada (0,60), correspondientemente.

Existe una alta correlación positiva entre los factores de conversión y el diámetro promedio, de los extremos menores, de las rolas que conforman la ruma. El coeficiente de determinación, correspondiente al factor de metro estéreo sin corteza es superior al de metro estéreo con corteza, lo cual se puede explicar por el mejor acomodo de las rolas en las rumas, al estar estas descortezadas.

Es recomendable que para próximos trabajos de este tipo el tamaño de la muestra sea uniforme, lo cual no se pudo llevar a cabo por problemas logísticos con las diferentes empresas involucradas.

5. Agradecimientos

A los trabajadores del Departamento de Manejo y Protección Forestal de CVG-Proforca y a todas las empresas involucradas en el desarrollo del presente trabajo, ya que sin su ayuda y colaboración hubiese sido imposible la realización del mismo.

6. Referencias bibliográficas

- EVERY, T. y H. BURKHART. 2002. *Forest measurements*. Mc Graw-Hill, New York. 345 p.
- CAILLIEZ, F. 1980. *Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento*. Vol. 22/1: Estimación del Volumen. Estudio FAO: Montes. Roma, Italia. 91 p.
- CAÑAS, J. 2006. *Factores de conversión y volúmenes de rechazo de madera aserrable para la empresa Terranova de Venezuela en el oriente del país*. Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 51 p.
- CRUZ DE LEÓN, G. y J. CRUZ DE LEÓN. 2006. The segmental conic model for forest measurement. *Madera y Bosques* 12(2): 91-96.
- CVG-PROFORCA. 2003. *Plan de Manejo Forestal*. Corporación Venezolana de Guayana-Productos Forestales de Oriente. Tomo II. Caracas, Venezuela. 276 p.

- DANIEL, O. 2007. Silvicultura. Universidade Federal Da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados, Mato Grosso Do Sul, Brasil. En línea: <http://d.scribd.com/docs/1v67wlahsdxqpt2xqzw.pdf> [Consultado: 24/01/2009].
- DIÉGUEZ, U., M. BARRIO, F. CASTEDO, A. RUÍZ, M. ÁLVAREZ, J. ÁLVAREZ y A. ROJO. 2003. *Dendrometría*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España. 327 p.
- EMANUELLI, P., J. CANCINO y F. MILLÁN. 1997. Tres métodos para la determinación de factores de conversión en madera apilada. *Agro-Ciencia* 13(2): 217-223.
- FERNÁNDEZ, J. 2004. Manual de SPSS 11.5 para Windows (aplicado a las ciencias de la documentación). Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Universidad de Murcia - Facultad de Matemáticas. 85p. En línea: <http://www.um.es/docencia/jmarinfe/manuales/2004-SPSS-11-5-10pt.pdf> [Consultado: 21/02/2009].
- FERRÁN, M. 2001. *SPSS para Windows. Análisis estadístico*. Osborne McGraw Hill. Madrid, España. 421 p.
- PACCOT, C., F. COX, R. PETERS y A. TORREALBA. 2007. Cuantificación de la madera recibida: ¿un problema resuelto? Evaluación de los diferentes métodos de medición de madera usados actualmente. IV Congreso Forestal Latinoamericano, 2 al 5 de abril de 2007, Mérida, Venezuela.
- PÉREZ, Y. 2004. Estimación de factores de conversión para pino caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) CVG-Proforca. Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 36 p.