

FACTOR DE CONVERSION EN ASERRIO PARA *Cedrelinga catenaeformis* Y *Aniba* sp. EN CHANCHAMAYO

René Campos R¹
Carlos Chuquicaja S²

RESUMEN

El presente estudio analiza el rendimiento en aserrío de dos de las principales especies comerciales de la zona de Chanchamayo, el tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y moena (*Aniba* sp.), teniendo en cuenta las características promedio de las trozas y de un aserradero tipo de la zona.

Para el tornillo se encontró un factor de conversión promedio de 0.58 y de 0.61 para moena; con base en estos resultados se elaboró una tabla de rendimiento de madera aserrada para cada especie. Los valores de las tablas elaboradas estadísticamente no difieren en forma significativa del rendimiento real.

SUMMARY

This paper presents the results of lumber recovery for two commercial forestry species from Chanchamayo: moena (*Aniba* sp.) and tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). Average characteristics of logs and sawmills are used as determination factors.

The average conversion factors as were 0.58 and 0.61 for tornillo and moena, respectively. Recovery tables were worked out for each species. They show that prediction values are not significantly different from real ones.

INTRODUCCION

Las industrias forestales en el Perú se encuentran poco desarrolladas y no guardan relación con la magnitud del recurso que el país posee. Esta situación se pone de manifiesto en la escasa participación en el producto bruto interno y en la limitada generación de puestos de trabajo. La industria de aserrío, no obstante ser la más importante, se desenvuelve bajo un marco de poca eficiencia técnica, tanto en lo referente a la planificación, programación y control de la producción, como a técnicas de trabajo, capacitación de personal y otros.

Este estudio se realizó con el propósito de recabar información que contribuya a una mejor conducción de la industria de aserrío en la zona de Chanchamayo. Las especies evaluadas fueron: tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) y moena (*Aniba* sp.). Los objetivos fueron: 1) determinar los factores de conversión en aserrío para tornillo y moena, y con base en ellos, 2) elaborar una tabla de rendimiento de madera aserrada para cada especie.

¹ Profesor principal, Facultad de Ciencias Forestales, UNALM

² Docente contratado, Facultad de Ciencias Forestales, UNALM

REVISION DE LITERATURA

En nuestro medio existe poca información sobre factores de conversión en aserrío para las condiciones reales en las que opera dicha industria. Sin embargo hay varios estudios afines, realizados en otros países, que describen las tablas o reglas de cubicar troncos.

Una regla o tabla de cubicar troncos expresa el rendimiento probable de madera aserrada, en trozas de diferentes diámetros y longitudes (Bruce y Schumacher, 1965). El rendimiento de una troza de un determinado diámetro y longitud, si es sana y recta, depende del grosor de sierra, espesor y ancho de las tablas a aserrarse y método de aserrío. De ahí que la principal variable que influye en el factor de conversión en aserríos sea el desperdicio por aserrín. Todas las tablas de cubicar troncos utilizan el diámetro menor de la troza, existiendo mucha subestimación debido a la conicidad del tronco (Chapman y Demeritt, 1936).

Al comparar el rendimiento de madera rolliza en aserrío con sierra de cinta con un ancho de corte de 1/8" y circular con dientes postizos, con 11/32" de ancho de corte, se determinó que el uso de sierras de cinta reduce el volumen de aserrín en un 64%; además se obtuvo una tabla adicional con un grosor de una pulgada por cada cinco cortes (Schrewe, 1981).

El factor de conversión en aserrío varía de acuerdo con los tamaños de trozas, por lo que es interesante estudiar la sería posible de sus valores y el efecto que tienen en ellos los cambios de diámetro. Cabe señalar que hay una rápida elevación en el factor de conversión a medida que aumenta el diámetro cuando todavía es pequeño, y un aumento más lento a medida que se llega a los diámetros grandes (Bruce y Schumacher, 1965). La longitud de troza no influye en forma significativa sobre el factor de conversión en aserríos (Bazán, 1986).

En la zona de estudio se utiliza para la cubicación de trozas una tabla conocida como "Tabla Oxapampina". Según los comerciantes de madera rolliza y personas allegadas a esta actividad, dicha tabla fue elaborada por los primeros colonos que llegaron a esa zona, y es utilizado considerando el diámetro menor de la troza sin corteza, haciendo los descuentos por defectos aparentes en el diámetro.

Actualmente la Dirección General de Forestal y Fauna (DGFF) usa un factor de conversión de 0.52 (220 pt. por m³ de madera rolliza) que representa el valor promedio a nivel mundial para cualquier tipo de sierra, y suele emplearse con fines, estadísticos (Schrewe, 1981). Asimismo, en un estudio detallado sobre factores de conversión en aserrío, utilizando un aserradero de cinta en la zona de Pucallpa, se determinó para el tornillo un factor de conversión promedio de 0.44 y para el cedro un factor de 0.43 (Bazán, 1986)

METODOLOGIA

El estudio se realizó en el distrito forestal de San Ramón, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 10° 45' y 11° 15' S y entre los meridianos 74° 40' y 75° 30' W.

Toma de datos

La toma de datos se llevó a cabo en la localidad de Pichanaki, en un aserradero de cinta representativo de la industria del aserrío en la zona. Para la selección se tomó en cuenta la

distribución de planta, tipo de sierras, personal y otras características que son comunes en la zona. Este aserradero posee una línea de aserrío constituida por:

- Una sierra principal de cinta marca Schiffer de 1.50 m x 7" de volante, con un motor de 100 HP para la volante, 15 HP para el carro y 7.5 HP para el volteador de troncos.
- Un winche marca Schiffer con una capacidad de arrastre de 8 Tn accionado por un motor eléctrico de 7.5 HP.
- Una canteadora de disco con carro, con un motor de 12 HP para el disco; el carro es accionado en forma manual.
- Una canteadora circular de mesa con un motor de 6.6 HP.
- Una despuntadora pendular con un motor de 6.6 HP
- Una recortadora de madera corte con un motor de 6.6 HP.

En el patio de trozas del aserradero se escogieron al azar 100 trozas de tornillo y 100 de moena. Las trozas se eligieron sin considerar procedencia, dimensiones, calidades u otras características; de tal forma que los resultados expresan lo más fielmente posible el rendimiento promedio en aserrío de cada especie. Para cada troza se efectuaron las siguientes anotaciones y mediciones:

- Especie (nombre común)
- Número clave de cada troza
- Dimensiones: longitud de troza en pies y diámetro de cada extremo de la troza sin corteza, en centímetros y sin descontar los defectos aparentes.
- Anotaciones sobre defectos aparentes de las trozas, como huecos o rajaduras en los extremos de la troza.

Las piezas de madera aserrada (larga y corta) se midieron conforme salían de la despuntadora, anotándose la especie, número clave de troza y dimensiones de las tablas. En la zona se considera como madera larga aquellas piezas cuya longitud es igual o mayor a 2.44 m (8 pies) y como madera corta a las de longitud igual o menor a 2.15 m (7 pies).

Cálculos básicos

a) Determinación del volumen de madera rolliza de cada troza en metros cúbicos, para ello se consideró a la troza como una figura geométrica cilíndrica cuyo diámetro de la base es el promedio de los diámetros de la troza y su altura es la longitud de la troza.

$$V = AB \overline{(D)} \times L$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos de madera rolliza
 AB (D) = área basal del diámetro promedio de la troza en m²
 L = Longitud de la troza en metros

b) Cubicación de la madera aserrada en pies tablares por cada troza; teniendo en cuenta que 424 pt es igual a 1 m³ de madera aserrada se hizo la conversión de pt a metros cúbicos.

c) Determinación del factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada.

$$F.C. = V(s) / V(r)$$

Donde:

F.C.= Factor de conversión en aserrío

V(s) = Volumen de madera aserrada en m³

V(r) = Volumen de madera rolliza en m³

Análisis estadístico

Se determinaron las medidas de tendencia central y de dispersión considerando las siguientes variables Independientes:

- Diámetro promedio de troza (X1)
- Longitud de troza (X2); y como variable dependiente
- Factor de conversión en aserrío (Y).

Con la finalidad de determinar el grado de asociación lineal entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes, se calculó el coeficiente de correlación simple (r). Los resultados se compararon con los valores de la tabla de significación del coeficiente de correlación a un nivel de 0.05.

Asimismo se hizo un análisis de regresión simple según el método de mínimos cuadrados, determinándose para cada especie una ecuación de regresión del factor de conversión en aserrío en función del diámetro promedio de la troza.

Con el fin de determinar la posibilidad de agrupar las 200 trozas de tornillo y moena en una sola ecuación de regresión se realizaron las siguientes pruebas estadísticas (Freese, 1967).

- Prueba de significación entre los coeficientes de regresión encontrados para tornillo y moena (Prueba de pendientes).
- Prueba de significación entre los promedios ajustados de los factores de conversión de ambas muestras (Prueba de niveles).

Tabla de rendimiento de madera aserrada con base en el factor de conversión en aserrío

Para cada especie se elaboró una tabla de rendimiento de madera aserrada, siguiendo los pasos que a continuación se describen:

- a. Cálculo del volumen rollizo en m³ de cada una de las probables combinaciones predeterminadas (diámetro promedio - longitud)

- b. Predicción del factor de conversión en aserrío para cada diámetro, con la ecuación de regresión obtenida.
- c. Cálculo del rendimiento probable de madera aserrada en m³ de cada troza determinada y su conversión a pies tablares.
- d. Elaboración de una tabla de doble entrada: en la horizontal se Indica la longitud de las trozas en metros cuadrados y en pies, y en la vertical los diámetros promedios de las trozas en centímetros y en pulgadas

Pruebas de eficiencia de las tablas elaboradas

Se tomaron al azar 15 trozas de tornillo y 15 de moena y se cubicaron con las tablas internacional, Oxapampina y las elaboradas en el presente estudio. Las trozas fueron cubicadas en dos maneras, descontando y sin descontar los defectos aparentes en el diámetro de la troza.

Las comparaciones se hicieron utilizando el método estadístico de datos pareados entre el volumen real de madera aserrada por troza y el volumen predicho por cada una de las tablas. Asimismo, se compararon los volúmenes totales estimados por cada tabla con el volumen real de madera aserrada obtenido por especie.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los estadísticos factor de conversión, diámetro promedio y longitud de trozas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estadísticos relacionados con el factor de conversión, diámetro y longitud de troza.		
Variables	Tornillo	Moena
Diámetro promedio de troza		
X (cm)	70.50	52.57
S (cm)	23.25	19.92
CV (%)	33	38
Longitud de troza		
X (cm)	3.12	3.05
S (cm)	0.444	0.176
CV (%)	14.24	13.80
Factor de conversión	0.5836	0.6109
S	0.127	0.1200
cv (%)	21.8	19.7
X = media aritmética		
S = desviación estándar		
CV = coeficiente de variación		

Se demostró que existe una relación directamente proporcional y significativa entre el factor de conversión y el diámetro promedio de troza de tornillo y moena (0.39 y 0.38 respectivamente). Por

el contrario, la asociación lineal entre la longitud de troza y el factor de conversión para un nivel de significación de 0.05 no es significativa (0.10 y 0.06 respectivamente).

La relación directamente proporcional entre el factor de conversión y el diámetro promedio de troza se debe, según Bruce y Schumacher (1965), a que la proporción de pie cuadrado de tabla a pie cúbico en troza no es constante en todos los tamaños de troza, hay una elevación en los valores a medida que aumenta el diámetro.

Cabe señalar que el coeficiente de correlación entre el factor de conversión y el diámetro promedio de troza, aunque llega a ser significativo, no posee un valor muy elevado en ninguno de los dos casos, debido a la gran heterogeneidad de la madera tropical.

Análisis de regresión

Las ecuaciones de regresión determinadas para cada especie son:

- Tornillo: $Y = 0.43216 + 0.00215 X$
- Moena $Y = 0.48870 + 0.00230 X$

Donde:

Y = Factor de conversión en aserrío

X =Diámetro promedio de troza (cm)

El Cuadro 2 muestra el análisis de las pruebas para regresiones comunes, observándose para el caso de las pruebas de pendientes que no existe diferencia significativa entre ellas. Si esta prueba hubiese resultado significativa, sería suficiente para afirmar que las ecuaciones de regresión son diferentes; pero como no resultó así, se procedió a la prueba de niveles de ambas ecuaciones, la que sí mostró diferencias significativas. Por lo tanto, se puede concluir que ambas especies comerciales tienen diferentes ecuaciones de regresión para el factor de conversión en aserrío.

Es decir que, a igual diámetro, las trozas de moena tienen un mayor rendimiento que las de tornillo.

Cuadro 2. Análisis de las pruebas para regresiones comunes										
	GL	Sy2	Sxy	Sx2	Residual			Fc	F0.05	Sig.
					GL	SC	CM			
TORNILLO	99	1.61	115.04	53540.25	96	1.364				
MOENA	99	1.44	91.308	39281.83	98	1.229				
			Residuales	agrupados	196	2.593	0.013			
Diferencia para probar pendientes comunes					1	0.001	0.001	0.053	3.89	NS
Pendiente común	198	3.05	206.34	92822.07	197	2.594	0.013			
Diferencia para probar niveles					1	0.19	0.19	14.59	3.89	*
Regresión común	199	3.089	181.909	108896.32						
Sy2 = Suma corregida de cuadrados del factor de conversión.					Sig. = Significancia					
Sx2 = Suma corregida de cuadrados del diámetro de troza					NS = No Significativo					
Sxy = Suma corregida de los productos XY					* = Significativo					

En el Cuadro 3 se presentan los análisis de variancia de las regresiones para tornillo y moena. En ambos casos se acepta como altamente significativa la regresión, lo cual nos indica que la influencia del diámetro sobre la variabilidad del factor de conversión no se debe al azar. Se deduce entonces que la regresión lineal describe adecuadamente el comportamiento del factor de conversión al variarse los diámetros.

El factor de conversión presenta una alta variabilidad debido el rendimiento poco homogéneo de los árboles de bosques tropicales. Trozas aparentemente de primera calidad y con diámetros relativamente pequeños, presentaron, el momento de aserrarse, defectos internos que afectaron en forma negativa el rendimiento. Asimismo, el uso de trozas de diferentes calidades también influyó en la variabilidad del factor de conversión.

Cuadro 3. Análisis de variancia de la regresión lineal para tornillo (T) y moena (M)

Fuente de variación		GL	SC	CM	Fc	F 0.01	Sig.
Regresión	T	1	0,25	0,245	17,7	6,9	*
	M	1	0,21	0,21	16,92	6,9	*
Error	T	98	1,36	0,01			
	M	98	1,23	0,01			
Total	T	99	1,61				
	M	99	1,44				

** Muy significativo

Tablas de rendimiento de madera aserrada

Para cada especie se elaboró una tabla de rendimiento de madera aserrada con base en el factor de conversión en aserrío, las cuales se presentan en los Cuadros 4 y 5.

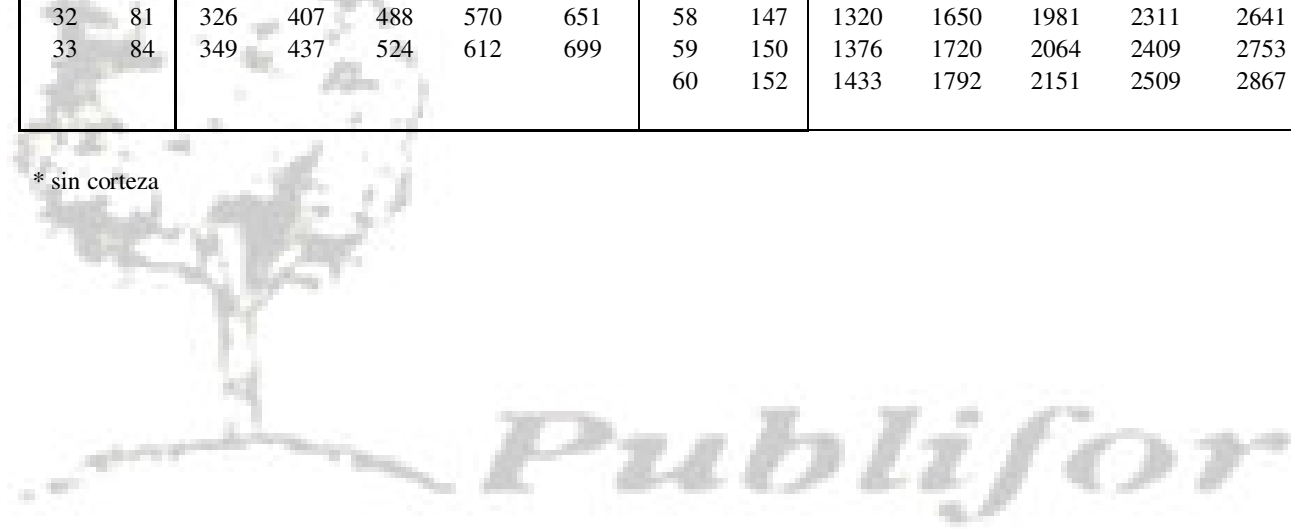
Las pruebas de eficiencia de las tablas elaboradas se presentan en los Cuadros 6 y 7. El Cuadro 6 muestra los resultados de la comparación entre los volúmenes totales estimados por la tabla Oxapampina, tabla Internacional y las elaboradas en este trabajo, y los volúmenes totales reales obtenidos el aserrarse 15 trozas de cada especie. En el Cuadro 7 se presentan los resultados de la prueba de T para datos pareados entre -los volúmenes estimados por las tablas en mención y el volumen real de cada especie.

En la zona de Chanchamayo se utiliza la tabla Oxapampina con descuentos por defectos aparentes en el diámetro de la troza. Bajo estas condiciones de uso, como se demuestra en los Cuadros 6 y 7 la tabla es ineficiente en la cubicación de trozas de tornillo y moena; y cada vez que se utiliza se subestima el rendimiento real de estas especies, hasta en un 26%, favoreciendo así al comprador y perjudicando al extractor. La tabla Internacional tiene un comportamiento similar al de la tabla Oxapampina.

Cuadro 4. Tabla de rendimiento de madera aserrada para tornillo en pies tableros

Diámetro promedio *		Longitud de trozo					Diámetro promedio *		Longitud de trozo				
		2.40	3.00	3.60	4.30	4.9 m			2.40	3.00	3.60	4.30	4.9 m
Pulg	cm	8	10	12	14	16 p	Pulg	Cm	8	10	12	14	16 p
8	20	15	20	24	28	32	34	86	374	468	561	655	749
9	23	20	25	31	36	41	35	89	400	500	600	700	800
10	25	25	32	38	44	51	36	91	427	534	640	747	854
11	28	31	39	47	54	62	37	94	452	569	682	796	910
12	30	37	47	56	66	75	38	97	484	605	726	847	968
13	33	44	55	67	78	89	39	99	514	643	771	900	1029
14	35	52	65	78	91	104	40	102	545	682	818	955	1091
15	38	61	76	91	106	121	41	104	578	722	867	1011	1156
16	41	70	87	104	122	139	42	107	612	764	917	1070	1223
17	43	79	99	119	139	159	43	109	646	808	969	1131	1293
18	46	90	112	135	157	180	44	112	682	853	1023	1194	1365
19	48	101	127	152	177	203	45	114	719	899	1079	1259	1439
20	51	113	142	170	198	227	46	117	758	947	1137	1326	1516
21	53	126	158	189	221	253	47	119	797	997	1196	1396	1595
22	56	140	175	210	245	280	48	122	838	1048	1257	1467	1677
23	58	154	193	232	270	309	49	124	880	101	1321	1541	1761
24	61	170	212	255	297	340	50	127	924	1155	1386	1617	1848
25	64	186	233	279	326	372	51	130	969	1211	1453	1695	1937
26	66	203	254	305	356	406	52	132	1015	1269	1525	1776	2030
27	68	221	277	332	387	443	53	135	1062	1328	1593	1859	2125
28	71	240	300	360	421	481	54	137	1111	1389	1667	1944	2222
29	74	260	325	390	455	520	55	140	1161	1452	1742	2032	2323
30	76	281	351	422	492	562	56	142	1213	1516	1819	2123	2426
31	79	303	378	454	530	606	57	145	1266	1582	1899	2215	2532
32	81	326	407	488	570	651	58	147	1320	1650	1981	2311	2641
33	84	349	437	524	612	699	59	150	1376	1720	2064	2409	2753
							60	152	1433	1792	2151	2509	2867

* sin corteza



Cuadro 5. Tabla de rendimiento de madera aserrado para moena en pies tableros

Diámetro promedio *		Longitud de trozo					Diámetro promedio *		Longitud de trozo				
		2.40	3.00	3.60	4.30	4.9 m			2.40	3.00	3.60	4.30	4.9 m
Pulg	cm	8	10	12	14	16 p	Pulg	cm	8	10	12	14	16 p
8	20	18	22	27	31	36	34	86	416	520	624	729	833
9	23	23	29	34	40	46	35	89	445	556	667	779	890
10	25	29	36	43	50	57	36	91	475	593	712	831	494
11	28	35	44	52	61	70	37	94	506	632	758	885	1011
12	30	42	52	63	74	84	38	97	538	672	807	941	1075
13	33	50	62	75	87	100	39	99	571	714	857	999	1142
14	36	58	73	88	102	117	40	102	606	757	908	1060	1211
15	38	68	85	102	119	136	41	104	641	802	962	1123	1283
16	41	78	97	117	136	156	42	107	678	848	1018	1187	1357
17	43	89	111	133	156	178	43	109	717	896	1075	1255	1434
18	46	101	126	151	176	201	44	112	757	946	1135	1324	1513
19	48	113	142	170	198	227	45	114	797	997	1196	1396	1595
20	51	127	158	190	222	254	46	117	842	1050	1260	1470	1680
21	53	141	176	212	247	282	47	119	883	1104	1325	1546	1767
22	56	156	195	235	274	313	48	122	929	1161	1393	1625	1858
23	58	172	216	259	302	345	49	124	975	1,219	1462	1707	1950
24	61	190	237	285	332	379	50	127	1023	1279	1535	1790	2046
25	64	208	260	312	364	416	51	130	1072	1340	1608	1877	2145
26	66	226	283	340	396	453	52	132	1123	1404	1685	1965	2246
27	68	247	308	370	432	494	53	135	1175	1469	1763	2057	2351
28	71	268	335	402	469	536	54	137	1229	1536	1843	2151	2458
29	74	290	362	435	507	580	55	140	1284	1605	1926	2248	2569
30	76	313	391	470	548	626	56	142	1341	1676	2011	2346	2682
31	79	337	421	506	590	675	57	145	1399	1749	2099	2448	2798
32	81	362	453	544	634	725	58	147	1459	1824	2189	2553	2918
33	84	389	486	583	680	778	59	150	1520	1900	2281	2661	3041
							60	152	1583	1979	2375	2771	3167

* con corteza

Las tablas elaboradas en este estudio para cada especie estiman con bastante aproximación el rendimiento real de las trozas de tornillo y moena. Como se observa en el Cuadro 7 los valores calculados no difieren en forma significativa del rendimiento real de dichas especies.

El uso de la tabla Oxapampina, sin hacer descuentos por defectos aparentes de las trozas, sería una alternativa que permitiría predecir con mayor aproximación el rendimiento real de las troza de tornillo y moena, y por consiguiente una mejor conducción de la industria del aserrío en la zona

Cuadro 6. Comportamiento de las tablas Oxapampina, Internacional y la de este estudio, con base en el rendimiento real en aserrio de 15 trozas de tornillo y 15 de moena, en pies tablares

	Volumen total real	Tabla Oxapampina		Tabla Internacional		Este estudio
		sin dscto	con dscto	sin dscto	con dscto	
T	4609	4521	3324	5040	3645	4671
O						
R						
N						
I	Diferencia (pt)	-88	-1825	0:00:00	-964	62,00
L						
L						
O	Diferencia (%)	-1,9	-27,8	8:24:00	-20,91	1,34
		4726	3866	4320	3730	4660
M						
O						
E	Diferencia (pt)	-860	-1375	-406	-996	-66
N						
A	Diferencia (%)	-18,19	-29	-8,6	-21	-1,39

Cuadro 7. Valores estadísticos de la prueba de T en las comparaciones de las tablas de rendimiento con el volumen real de madera aserrada de tornillo y moena

	Volumen total real	Tabla Oxapampina		Tabla Internacional		Este estudio
		sin dscto	con dscto	sin dscto	con dscto	
T						
O						
R	T calculado	0.5555	4.2127	2.5000	3.3333	0.3513
N						
I	T 0.05	2.145	2.145	2.145	2.145	2.145
L						
L	Significación	N.S.	*	*	*	*
O						
M	T calculado	1.792	2.666	1.2800	2.724	0.4446
O						
E	T 0.05	2.145	2.145	2.145	2.145	2.145
N						
A	Significación	N.S.	*	NS.	*	*
	* = Significativo			NS. = No Significativo		

CONCLUSIONES

1. Independientemente del diámetro, las trozas de tornillo y moena tienen factores de conversión promedio similares. (0.58 y 0.61 respectivamente), mayores que el factor utilizado por la DGFF (0.52).
2. La longitud de troza no influye en forma significativa sobre el factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada.
3. El diámetro de troza está relacionado en forma directamente proporcional con el factor de conversión. Asimismo, a igual diámetro promedio sin corteza, las trozas de moena tienen un mayor rendimiento en aserrío que las de tornillo.
4. Las trozas de tornillo y moena presentan defectos aparentes e internos que afectan negativamente el rendimiento en aserrío. Las trozas de tornillo presentan defectos con mayor intensidad y frecuencia.
5. Tanto tornillo como moena presentan promedios similares en el incremento del factor de conversión, debido a los aumentos unitarios (en cm) del diámetro.
6. Las tablas de rendimiento para tornillo y moena, basadas en el factor de conversión, tienen bastante exactitud comparándolas con los rendimientos reales de las respectivas especies.
7. El uso de la tabla Oxapampina, descontando los defectos aparentes en el diámetro de la troza, arroja valores que difieren significativamente del rendimiento real de tornillo y moena; mientras que cuando no se hacen descuentos por defectos sucede lo contrario.

BIBLIOGRAFIA

- BAZAN, C. 1986. Factor de conversión en aserrío para las especies cedro y tornillo en Pucallpa. Tesis para Ingeniero Forestal. Lima, UNA La Molina. 99 p.
- BRUCE, D.; SCHUMACHER, F. 1965. Medición forestal. Editorial México - Herrera S.A. 2da. Ed. 474 p.
- CHAPMAN, H.; DEMERITT, D. 1936. Elements of Forest Mensuration. New York, Lyon Company Publishers. 2da. Ed. 451 p.
- FREESE, F. 1967. Elementary Statistical Methods for Foresters. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook N° 317. 102p
- SCHREWE, H. 1981. La Industria del aserrío en el Perú. Lima, Proyecto PNUD/FAO/PER/-78/003. Documento de Trabajo N° 8. 60 p.