

Evaluación de las normas de clasificación de la madera en bolo en aserríos.

Evaluation of the classification standards of the wood bolus in sawmills.

Autores: Ing. Ibian Leyva-Miguel, Ing. Yemicer Segurado-Gil, Ing. Yanara Gómez-Matos, Yoilan La O-Mundis.

Organismo: Universidad Guantánamo, Facultad Agroforestal, El Salvador, Guantánamo, Cuba.

E-mail: ibian@cuq.co.cu

Resumen.

Este trabajo se realizó en los aserríos del Toa y Cayo Güin perteneciente a la Empresa Forestal Integral de Baracoa, desde abril a noviembre del 2014, con el objetivo de evaluar las normas de clasificación de la madera en bolo en las especies de coníferas y latifolias ya que las mismas no satisfacen las necesidades del cliente. Se observó que se hace referencia a la clasificación del producto, pero no se establecen categorías de calidad única. No se tienen en cuenta los defectos de la madera en bolo: tableadura, nudos, curvaturas del fuste, excentricidad del corazón y conicidad afectando la calidad y el rendimiento de la madera aserrada; se destaca este último por ser más significativo y se puede predecir según el siguiente modelo: $C = 2,06612 - 0,25037*d1 + 0,254342*d2 - 0,510242*I$. Además, las normas vigentes de clasificación de la madera en bolo no satisfacen las exigencias actuales.

Palabras clave: maderas; aserríos; madera aserrada.

Abstract.

This work was carried out in the sawmills of the Toa and Güin Key belonging to the Integral Forest Company of Baracoa, from April to November of 2014, with the objective of evaluating the norms of classification of the wood in skittle in the species of coniferous and latifolias due the same ones don't satisfy the client's necessities. It was observed that one makes reference to the classification of the product, but categories of unique quality don't settle down. One doesn't keep in mind the defects of the wood in skittle: table, knots, bends of the shaft, eccentricity of the heart and cone affecting the quality and the yield of the sawed wood; it's stands out this last one to be more significant and it can predict according to the following model: $C = 2,06612 - 0,25037*d1 + 0,254342*d2 - 0,510242*I$. Also, the effective norms of classification of the wood in skittle don't satisfy the current demands.

Keywords: wood; sawmills; sawed wood.

Introducción.

La madera siempre ocupó un lugar destacado dentro de los diversos materiales utilizados por el hombre debido a un amplio espectro de importantes características físicas y mecánicas (SEF, 2009). Su tecnología ha ido evolucionando y han surgido nuevos productos que han ampliado su campo de aplicación; por lo que en la actualidad se busca cada vez más conocer y mejorar los diversos procesos que se vinculan con la industrialización de la madera; con la finalidad de mejorar su utilización y aprovechamiento (Vignote y Jiménez, 1999).

A nivel mundial se han implementado diferentes tecnologías que permiten mejorar los indicadores de la eficiencia en la pericia y habilidad del personal técnico del aserradero y en las características de la materia prima, hasta las que parten de programas de optimización que son capaces los aserraderos, hasta las basadas en la aplicación de prácticas de aserrado, apoyándose fundamentalmente en el análisis de las diferentes variables y la toma de decisiones de aserrado en un corto intervalo de tiempo (Álvarez *et al.*, 2004).

La Industria forestal cubana en estos momentos desempeña un papel fundamental en torno a la solución de las necesidades de madera aserrada que exige el amplio plan constructivo que se desarrolla en el país (Rosete Sonia *et al.*, 2011).

Álvarez (2010) plantean que los principales elementos que inciden sobre la eficiencia del proceso de aserrado es la calidad de las trozas. Los defectos de la madera pueden ser debidos tanto a causas naturales durante el crecimiento del árbol, como a los tratamientos a los que se ven sometidos. La utilización inadecuada de los mismos influye negativamente en la eficiencia económica de la producción de la madera aserrada (Serrano y Bermúdez, 2006).

Las normas de clasificación de la madera en bolo no tiene en cuenta estos defectos por lo que en este trabajo se propone evaluar las normas de clasificación de la madera en bolo de las especies de coníferas y latifolias para su posterior reestructuración en los aserríos de Cayo Güin y el Toa perteneciente a la EFI Baracoa.

El objetivo de este trabajo es: evaluar las normas de clasificación de la madera en bolo de las especies de coníferas y latifolias a partir de sus defectos para su posterior reestructuración en los aserríos de Cayo Güin y el Toa perteneciente a la EFI Baracoa.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado entre los meses de abril a noviembre del 2014 en los aserríos de “Cayo Güin” y del Toa perteneciente a la Empresa Forestal Integral Baracoa de la provincia Guantánamo con una extensión superficial de 3 469 ha en la Unidad Silvícola de “Cayo Güin”, ubicada en el macizo montañoso Nipe -Sagua-Baracoa.

En el trabajo se llevó dos etapas una de campo y otra de gabinete; en la primera se procedió a la toma de datos determinando los defectos de la madera en bolo y en la segunda se evaluaron cada uno de estos resultado con las normas de clasificación de la madera en bolo existentes.

Defectos de las trozas en los aserraderos

Se determinó la conicidad, excentricidad del corazón, curvatura del fuste, y tableadura según metodología (Álvarez, 2010). Se utilizó el STAGRAPHICS Plus 5.1, para el análisis estadístico.

<p>Tableadura</p> $T = \frac{D - d}{d} * 100$	<p>Excentricidad</p> $E_x = \frac{[(2R - D) / 2D]}{100}$
<p>Conicidad</p> $C = \frac{(D_2 - d)}{L}$	<p>Curvatura del fuste</p> $C_f = \frac{f}{l}$

Donde: C, conicidad (cm/m); Cf, curvatura del fuste; T, tableadura; Ex, Excentricidad (%); D₂, diámetro mayor de la troza (cm), d, diámetro menor de la troza (cm) y L, longitud de la troza (m); R, radio máximo desde la médula (m); f, distancia que comprende el punto máximo de la concavidad.

Normas de clasificación de la madera en bolo

Se analizó las normas de clasificación NFDF 1980 – 006 y NBAG 304 – 013 – 1985.

Resultados y Discusión

Defectos de la madera en bolo Análisis de la conicidad

En la tabla 1 se observa las magnitudes de la conicidad, con valor máximo y mínimo para el *Calophyllum antillanum* Britt de 9,26 cm/m y 0,00 cm/m respectivamente. Los valores medios están por encima del 1,5%, el cual afecta el rendimiento, se demuestra la vigencia de lo planteado por Álvarez *et al.*, (2004) con respecto a la calidad de las trozas empleadas en los aserraderos ya que la muestra seleccionada presenta una marcada presencia de defectos con magnitudes que se van de lo permitido en las normas internacionales. Este defecto es el más importante que debe tenerse en cuenta a la hora de trabajar la madera ya que provoca pérdidas en los rendimientos de la misma en los procesos de aserrados, producto a que solo es aprovechable la sección correspondiente a la testa más pequeña del bolo.

Tabla 1. Resumen Estadístico de la conicidad (cm/m) en las diferentes especies forestales.

Especies	Media	Mín.	Máx.	Desv. Típica	Error Estándar
<i>Mimusops azulensis</i> Urb	2,45	0,45	6,25	1,94	0,47
<i>Buchenavia tetraphylla</i> Aubl	1,79	0,14	6,51	1,84	0,45
<i>Taliparitis elatum</i> Sw.	2,35	0,6	5,23	1,37	0,33
<i>Calophyllum antillanum</i> Britt	2,22	0,0	9,26	2,14	0,27
<i>Pinus cubensis</i> Griseb	2,23	0,24	4,98	1,32	0,32
<i>Tectona grandis</i> Lf.	1,66	0,05	4,06	1,19	0,29

En la tabla 2 se muestra el análisis de correlación para la conicidad por ser la variable que más afecta en el rendimiento, siendo el diámetro de la base (d2) variable de mayor significación para determinar la conicidad, la cual influye sobre la configuración del perfil longitudinal del fuste. Los resultados coinciden con los obtenidos por (Egas *et al.*, 2001 y Matos, 2004). Además Serrano y Bermúdez (2006) plantean que el rendimiento es menor en trozas con diámetros inferiores.

Tabla 2. Correlaciones de PEARSON de la conicidad en función de los diámetros y la longitud.

	L	d1	d2	Conicidad
L		0,209 0,011	0,231 0,005	-0,113 0,173
d1	0,209 0,011		0,856 0,000	0,039 0,632
d2	0,232 0,005	0,857 0,000		0,472 0,000
Conicidad	-0,113 0,173	0,040 0,632	0,472 0,000	

En la tabla 3 se observan cada uno de los modelos obtenidos para las diferentes especies, donde se puede predecir la conicidad en función de los diámetros y de la longitud.

Tabla 3. Modelos matemáticos para obtener la conicidad de diferentes especies.

Especies	Fórmula	R ² Ajust	E. E
<i>Mimusops azulensis</i> Urb	$C = 5,06256 - 0,327438*d1 + 0,282255*d2 - 1,05128*I$	84,75	0,47
<i>Pinus cubensis</i> Griseb	$C = 4,30594 - 0,333777*d1 + 0,33359*d2 - 1,41269*I$	99,54	0,08
<i>Calophyllum antillanum</i> Britt	$C = 1,85904 - 0,284737*d1 + 0,280215*d2 - 0,448246*I$	89,96	0,70
<i>Taliparitis elatum</i>	$C = 2,1407 - 0,344782*d1 + 0,367221*d2 - 0,996153*I$	96,42	0,27
<i>Buchenavia tetraphylla</i> Aubl	$C = 1,79919 - 0,333331*d1 + 0,317321*d2 - 0,435111*I$	99,06	0,18
Modelo general	$C = 2,06612 - 0,25037*d1 + 0,254342*d2 - 0,510242*I$	76,83	0,88

Excentricidad del Corazón

Los mayores valores de excentricidad del corazón está dado por el *Pinus cubensis* con 0,97%, y el mínimo valor con un 0,35% para el *Calophyllum antillanum*. Según los trabajos realizados por Matos (2004) obtuvo valores mínimo de 0% para cuatro especies de latifolias, no siendo así para las evaluados en entre trabajo, donde el 100% de las trozas evaluadas tenían excentricidad del corazón; pudo estar dado por la acción de las fuerzas del viento o de la gravedad y es muy común. El error estándar es aceptable menor que un 2% (tabla 4).

Tabla 4. Excentricidad del corazón (%) en trozas de diferentes especies.

Especies	Media	Mín.	Máx.	desv. Típica	Error Estándar
<i>Mimusops azulensis</i> Urb	0,58	0,39	0,71	0,11	0,03
<i>Buchenavia tetraphylla</i> Aubl	0,56	0,38	0,94	0,18	0,04
<i>Taliparitis elatus</i>	0,56	0,46	0,67	0,06	0,01
<i>Calophyllum antillanum</i> Britt	0,73	0,35	0,90	0,23	0,03
<i>Pinus cubensis</i> Griseb	0,57	0,37	0,97	0,14	0,03
<i>Tectona grandis</i> Lf.	0,60	0,39	0,82	0,14	0,03

Curvatura del fuste

La curvatura del fuste (tabla 5) es otro de los grandes defectos que influyen en el rendimiento y calidad de la madera, se observa en los valores máximos que se van por encima a 2,5%, lo establecido en las normas internacionales según Álvarez (2010) excepto en el *Pinus cubensis* Griseb que solo alcanza 1.85%. En estudios realizados por Matos (2004) se obtuvo valores máximos de curvatura para cuatro especies de latifolias diferentes están comprendidos entre un 10 y un 32%, muy por encima de los obtenidos en este trabajo, pudo esto pudo estar dado a las dimensiones de los bolos, o las condiciones intrínseca de cada especie y a los tratamiento a los que fueron sometidos.

Tabla 5. Resumen estadístico para curvatura del fuste para diferentes especies.

Especies	Media	Mín.	Máx.	desv. Típica	Error Estándar
<i>Mimusops azulensis</i>	2,17	0,94	4,39	1,01	0,24
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	1,97	0,83	3,2	0,65	0,15
<i>Taliparitis elatum</i>	2,31	1,07	4,0	0,91	0,22
<i>Calophyllum antillanum</i>	1,63	0,56	3,70	0,79	0,10
<i>Pinus cubensis</i> Griseb	1,17	0,0	1,85	0,48	0,12
<i>Tectona grandis.</i>	1,97	0,0	2,8	0,73	0,18

Tableadura

En la tabla 6 se observan los valores máximos de la tableadura, oscilando entre 19.35% y 40%, los cuales se van por encima de lo establecido en las normas internacionales y planteado por Álvarez (2010), que son hasta un 10%. El efecto principal de este tipo de defecto está relacionado con la pérdida de productividad en los procesos de transformación en los aserraderos, por las mismas razones que se mencionan cuando se hace referencia a la conicidad de las trozas.

Tabla 6. Resumen estadístico para tableadura.

Especies	Media	Mín.	Máx.	desv. Típica	Error Estándar
<i>Mimusops azulensis</i>	6,86	0,0	19,35	4,86	1,18
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	10,75	2,54	23,81	6,60	1,60
<i>Taliparitis elatum</i>	6,75	0,0	13,79	3,63	0,88

<i>Calophyllum antillanum</i>	11,05	0,0	30,0	7,29	0,93
<i>Pinus cubensis</i>	5,38	0,0	20,0	5,28	1,28
<i>Tectona grandis</i>	10,34	0,0	40,0	10,05	1,44

Análisis de la manipulación de la madera en bolo en los aserraderos

Los productos forestales obtenidos se caracterizan por una gran dispersión por concepto de calidad, ya que es normal encontrar en la madera la presencia de nudos, curvatura del fuste, tableadura, fendas, acebolladuras, conicidad; así como excentricidad, que decididamente afectan la calidad del producto y del proceso de transformación. En este aspecto se coincide con Egas *et al.* (2001), Álvarez *et al.* (2004) y Matos (2004); cuando plantean que la calidad de la madera en rollo es un parámetro muy importante a tener en cuenta durante el proceso de aserrado por lo que es muy importante analizar las normas vigentes relacionadas con la clasificación de la madera en bolo. El proceso de control de calidad bajo normas permite obtener madera con calidad y máximo rendimientos (Ese, 2006).

En la actualidad, los métodos de clasificación más extendidos son los visuales. Estos métodos se basan en la medición de los defectos que presentan las piezas en superficie. Hay que declarar que en el ámbito estatal, las normas de clasificación de la calidad, se encuentran poco implantadas. No obstante, la implantación de este tipo de normas debe ser una realidad a medio plazo, por lo que las calidades deben quedar bien definidas para aquellas especies de mayor interés comercial (Arrieta, 2012 y Doliveira y Silva, 2008).

En la Norma NFDF 1980 – 006 y NBAG 304 – 013 - 1985 de especificaciones de calidad de la madera en bolo; se hacen referencia a la clasificación del producto, pero no se establecen categorías de calidad ya que la misma posee calidad única, la que viene dada por la eficiencia con que se realice el proceso desde el corte hasta los depósitos que se establecen en cada unidad de producción y clasificación por surtidos.

Por todo ello, se plantea que se deben reestructurar las normas vigentes en relación para la madera en bolo, que tengan en cuenta los defectos que en ellos existen; determinando las dimensiones que cada grupo de categoría podría asimilar; con lo cual indiscutiblemente se crearán grupos de categoría; que facilitarán la correcta planificación del proceso de aserrado ya que es indiscutible que maderas con clasificaciones inferiores que son productos de diferentes anomalías sus resultados lógicamente tienen que ser menores que aquellas trozas que tengan un reducido grupo de defectos y que la magnitud de los mismos sea mínima.

Por otra parte, el factor monetario se debe tener en cuenta ya que cada grupo de categoría debe tener su precio que se corresponde con la calidad real del producto; aspecto este que indudablemente contribuirá a tener una real idea de la ficha de costo para la producción de los diferentes productos maderables; lo que posibilitará en su conjunto a optimizar el proceso de producción.

Conclusiones.

Al finalizar este trabajo se concluye que:

- Las normas de clasificación de la madera en bolo solo tiene en cuenta la dureza, las dimensiones y como defecto el estado de las trozas, rectitud, y rajaduras, no se tiene

en cuenta los demás defectos, incluyendo la conicidad como el que más influyen en el rendimiento.

- No se clasifica a la madera en bolo según las categorías en A, B o C, influyendo en la calidad de las trozas y los posibles surtidos a obtener.
- El modelo general para predecir la conicidad es $C = 2,06612 - 0,25037*d1 + 0,254342*d2 - 0,510242*I$, donde el diámetro en la base es la variable que mayor incidencia tiene.

Bibliografía.

- Álvarez, D. (2010). *Tecnología de la madera*. Departamento Forestal. Universidad de Pinar de Río, 188.
- Álvarez, L. D., et al. (2004). Eficiencia de los aserraderos. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos17/aserraderos/aserraderos.shtml>.
- Arrieta, J. (2012). *Hablemos de la calidad de la madera*. Euskadi-Forestal. Basogintza. Perú, 33-36.
- Doliveira S. L. D., Silvam A. Q. (2008). Identificação da gestão da qualidade no setor madeireiro. *Capital Científico do Setor de Ciências Sociais Aplicadas*, 6(1), 87-106.
- Egas, F. A, Alvarez, D Estevez, I, García, J. M. (2001). Factores fundamentales para aumentar el rendimiento volumétrico en los aserraderos de Cuba. Chapingo. México. *Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, VII(2), 163-168.
- Ese-Etame, R. (2006). Impact of Ellipticity on Lumber Grade and Volume Recovery For Red Oak Logs, 4-7.
- Matos, Griselda. (2004). Clasificación de la madera en rollo de latifolias y su importancia en el proceso de transformación mecánica. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias Forestales. Mención de Aprovechamiento Forestal. Universidad de Pinar del Río.
- Rosete B. Sonia, Pérez C. Jacqueline de los ángeles, Ricardo N. Nancy Esther, Sanchez R. O. (2011). *Bosques de Cuba*. Editorial Científico Técnico. La Habana, 192.
- SEF. (2009). Código de Aprovechamiento de Impacto Reducido para los Bosques de Cuba. Proyecto "Desarrollo Del Sector Forestal De Cuba". La Habana, 125.
- Serrano M. J. R., Bermúdez C. G. (2006). Costo de producción de madera aserrada de Pinus oocarpa.
- Vignote, S., Jiménez, P. F. J. (1999). *Tecnología de la madera*. Ed. MAPA- Mundi-Prensa. Madrid, 242.

Fecha de recibido: 5 jul. 2015
Fecha de aprobado: 15 sep. 2015