



Rendimiento en aserrío con motosierra, aplicando el sistema de corte “Flitchs”, para dos especies forestales de la amazonia: Gabu (*Virola flexuosa*) y Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) en las comunidades Nuevo Porvenir y Villa Esperanza del municipio de Palos Blancos

Performance in aserrío with chain saw, applying the cutting system " Flitchs ", for two forest species of the amazon: Gabu (*virola flexuosa*) and Huasicucho (*centrolobium ochroxylum*) in the communities Nuevo Porvenir and Villa Esperanza of the municipality of Palos Blancos

Walter Bladimir Quispe Mamani

RESUMEN:

El objetivo del estudio fue “Determinar el rendimiento porcentual, en aserrío con motosierra aplicando el sistema de corte “Flitchs”, para las especies Gabu (*Virola flexuosa*) Y Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) en las Comunidades Nuevo Porvenir y Villa Esperanza del Municipio de Palos Blancos. Las tareas para lograr lo propuesto es aplicando el sistema de corte Flitchs que consiste en la utilización de la motosierra en las dos especies, iniciando el apeo de las especies se seleccionaron las trozas al azar para el levantamiento de la información de interés, en 20 trozas por especie haciendo un total de 40 muestras, para aplicar el sistema de corte y equipo a ensayar, seguidamente se realizó la medición de los factores dasométricos (diámetros mayor y menor y su longitud), para su posterior cubicación y agrupación en clases diamétricas a partir del diámetro mínimo de corta (DMC). Los resultados de la información fueron: Gabu 68,29% y Huasicucho 47,07%, los que demostraron ser estadísticamente diferentes y mayores en referencia al valor estipulado por la ABT de 40%, por lo que se acepta parcialmente la hipótesis planteada, habiendo demostrado la factibilidad técnica para el uso y aplicación de la metodología y equipo. Al realizar el corte Flitchs (escuadrado), de las trozas con motosierra en el lugar de apeo, se facilita el transporte de especies duras de alta densidad, hacia los lugares de procesamiento, además se evita transportar madera no aprovechable con defectos, albura, podredumbre, etc. lo que reduce los costos de transporte, dejando estos restos en el bosque lo que favorece el reciclaje de nutrientes al suelo y al ecosistema.

PALABRAS CLAVE:

Aserrío, rendimiento, especies forestales, corte flitchs.

ABSTRACT:

The objective of the study was "To determine the percentage yield, in sawing with chainsaw applying the" Flitchs "cutting system, for the species Gabu (*Virola flexuosa*) and Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) in the Communities Nuevo Porvenir and Villa Esperanza of the Municipality of Palos Blancos. The tasks to achieve the proposed is to apply the Flitchs cutting system consisting of the use of the chainsaw in the two species, starting the felling of the species were selected logs at random for the collection of information of interest, in 20 logs by species making a total of 40 samples, to apply the cutting system and equipment to be tested, then the measurement of the dasometric factors (larger and smaller diameters and their length) was made, for its subsequent cubing and grouping in diameter classes starting of the minimum cutting diameter (DMC). The results of the information were: Gabu 68.29% and Huasicucho 47.07%, which proved to be statistically different and higher in reference to the value stipulated by the ABT of 40%, for which the hypothesis proposed is partially accepted, demonstrated the technical feasibility for the use and application of the methodology and equipment. When making the cut Flitchs (squared), of the logs with chainsaw in the place of felling, it facilitates the transport of hard species of high density, towards the places of processing, besides it avoids transporting unusable wood with defects, sapwood, rot , etc. which reduces transportation costs, leaving these remains in the forest, which favors the recycling of nutrients to the soil and the ecosystem.

KEYWORDS:

Sawmill, yield, forest species, cut flitchs.

AUTOR:

Walter Bladimir Quispe Mamani: Programa de Ingeniería en Agronomía Tropical. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. walmartrea@gmail.com

Presentado: 10/05/19. Aprobado: 20/07/19.



DOI: <https://doi.org/10.53287/dvnn2184rn19o>

INTRODUCCION

En el proceso de aprovechamiento y transformación primaria, la técnica de aserrado ensayada (Flitchs), permite obtener un buen producto en cantidad y calidad de madera proveniente de una troza, dependiendo de las características anatómicas y físicas de las especies, que cumpla con las exigencias del mercado en cuanto a la calidad del producto (madera aserrada).

Ante la falta de alternativa viables para el aprovechamiento, de especies de alto valor económico, alta densidad cuyo transporte fluvial y terrestre es difícil en especial por la poca flotabilidad de las especies, inaccesibilidad por la falta de caminos a las zonas de aprovechamiento; la metodología ensayada constituye una opción real para sectores sociales que se dedican a este rubro, tal es el caso de los productores y pequeños empresarios que trabajan en los bosques primarios y secundarios de la zona de intervención, que les permita aprovechar de forma legal y adecuada estas especies que presentan características muy peculiares y un mercado potencial importante.

Lamentablemente hasta nuestros días este aprovechamiento se torna ilegal, ya que el aprovechamiento se centra en cuarterones, situación prohibida por la Autoridad de Fiscalización y Control de Bosques y Tierras (ABT), fue la ex Superintendencia Forestal, la cual ha dispuesto el Instructivo técnico ABT 006/2009 que define utilizar de forma transitoria el rendimiento industrial del 40% por parte de los aserraderos hasta que los administrados presenten sus respectivos estudios de rendimiento, los cuales deberán ser evaluados y validados mediante inspección por las oficinas correspondientes de la ABT y así tener un mejor margen de rendimiento para beneficio de los usuarios del recurso forestal.

Desde el punto de vista económico, este parámetro del 40 % que la ABT, dispuso según Instructivo arriba mencionado, afecta al sector,

ya que no es real para muchas especies forestales de la región. Por esta razón, los aserraderos han visto la necesidad de elaborar estudios de rendimiento de algunas especies locales, de tal manera que esto les permita optimizar el recurso forestal como es la madera, identificando sus falencias, puntos críticos en donde puedan mejorar su producción, por medio de un análisis de porcentajes de rendimiento de las especies que se aprovecha.

Por los argumentos anteriormente mencionados, el presente documento científico tiene por objeto demostrar que el rendimiento de estas dos especies en estudio, Gabú y Huasicucho tienen un rendimiento mayor al 40% que dispuso la ABT y así poder refutar con propiedad técnico – científico lo anteriormente mencionado.

Por eso se considera que la técnica de aserrado que estamos utilizando constituye una alternativa para motivar su aprovechamiento a través de una metodología sencilla, con la utilización de un equipo de costo accesible y acceder de manera legal a los mercados con precios que llenan las expectativas de los usuarios del bosque y buscando la sostenibilidad en el tiempo de estas especies en los ecosistemas boscosos locales, que deriva en el beneficio de la presente y futuras generaciones.

Objetivos

- Evaluar el rendimiento en la producción de madera aserrada con motosierra, aplicando el método de corte “Flitchs”, en las especies de Gabú (*Virola flexuosa*) y Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*).
- Evaluar el rendimiento por clase de calidad.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en las Comunidades de Inicua (Nuevo Amanecer y Villa Esperanza) del Municipio de Palos Blancos que está ubicado en la provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz. El Municipio de Palos

Blancos a partir de la línea del Ecuador y el meridiano de Greenwich geográficamente se localiza en la región sub andina, situándose en las siguientes coordenadas geográficas: 67° 00' 81" de latitud Sur y 83° 33' 109" de longitud Oeste.

Posee una superficie de 3,430.3 Km² (Fuente: INE-2001), ocupando el 40% del territorio de la provincia Sud Yungas, que posee una superficie de 8,489 km². Y una altura entre 350 y los 1450 m.s.n.m. Y limita al norte con la provincia de Franz Tamayo, al oeste con las provincias de Larecaja y Caranavi, al este con el departamento del Beni y al sur con el municipio de La Asunta. (PDM-Palos Blancos, 2014)

Material

Se lo realizó con 20 ejemplares de *Virola flexuosa* A. C. Smith (Gabu) y 20 ejemplares de *C. ochroxylum* Rose ex Rudd, J. Wash (Huasicucho). Por consiguiente, se utilizaron 40 trozas de ambas especies en estudio, los materiales de campo fueron motosierra, combustible, aceite de dos tiempos, aceite quemado, cinta métrica (wincha), aceite sucio, flexo metro, machetes, limatones, calibrador, aerosol, diafragma, piones, cadenas, bujías, gps, cámara digital, baterías o pilas, linterna, fichas para levantamiento de datos

Metodología

El presente trabajo tuvo lugar en las Comunidades Nuevo Porvenir y Villa Esperanza del Municipio de Palos Blancos las cuales cuentan con una diversidad de especies forestales (gabu, huasicucho, palo maría, quina quina trompillo, entre otros), de las cuales dos de estas especies corresponden a los estudios propuestos en el presente documento.

La identificación de la zona de intervención se basó en técnicas amparadas y aprobadas por la Autoridad de Bosques y Tierras, ya que el presente trabajo amerita de una secuencia de labores en campo para evitar errores futuros.

Estas secuencias se describen a continuación:

- La zona que fue identificada para poder intervenir, se caracteriza por su componente de especies, forestales, ya que las especies sujetas a investigación existen en un número significativo, además que los precios en el mercado por lo pronto son los convenientes para poder aprovechar.
- La cercanía a los centros de procesamiento hace que estas zonas sean las aptas para poder intervenir.
- La disponibilidad de los dueños de los lotes (en las cuales existen esta especie que en el presente documento son sujetos de estudio), son el de aceptar tal intervención.

En primera instancia se realizó la investigación en la Comunidad Nuevo Porvenir, una vez identificada la zona se procedió a realizar la identificación de las especies en edad de corta de *Virola flexuosa* (Gabu) y *C. ochroxylum* (Huasicucho), especies que se encuentran listas para su comercialización. Las especies seleccionadas para el estudio fueron Gabu (*Virola flexuosa*) y Huasicucho (*C. ochroxylum*) las cuales son las especies de importancia comercial para los comercializadores de madera y por la disponibilidad (población) del material para tomar la muestra.

Se aplicó el diseño de muestreo aleatorio, dando así la posibilidad de que todos los individuos de la población tengan la misma posibilidad de ser seleccionados en la muestra, además de contar con individuos de las diferentes clases diamétricas. La aleatorización se efectuó por un agente auxiliar de la ABT.

Para definir el tamaño de la muestra se siguió los criterios de la Directriz Técnica ABT 004/2012, la cual indica que para realizar estudios de rendimiento de aserrío, los centros de transformación deberán disponer de un mínimo de 100 trozas para las especies abundantes (≥ 1 individuos/ha) y 50 trozas para especies poco abundantes (< 1 individuos/ha) las cuales

constituyen el universo del cual se elegirá la muestra. El tamaño mínimo de la muestra para especies abundantes deberá ser de 50 trozas y para las especies poco abundantes de 30 trozas. En este caso, de acuerdo a estos criterios, el tamaño de la muestra fue de 20 trozas para cada especie estudiada.

Una vez seleccionadas las trozas se realizó la tumba de estas, posteriormente se procedió a la medición de la longitud, el diámetro de ambos extremos, mediante dos mediciones en forma de cruz, incluyendo la corteza.

$$\text{Volumen} = 0,7854 * \frac{dM^2 + dm^2}{2} * L$$

Durante el estudio se seleccionaron muchas de las trozas, para obtener trozas más rectas y para alcanzar el largo máximo de aprovechamiento. De Manera, que para obtener el volumen por muestra, se procedió a sumar el volumen obtenido de todas las trozas seleccionadas de la muestra, dicho volumen fue utilizado para realizar los cálculos de rendimiento. Luego se procedió a registrar la calidad de las trozas en función a los siguientes criterios:

- *Primera calidad:* es aquella que presenta: forma cilíndrica, recta, y sin ataque de ninguna clase de insecto y hongos, si los hubiese estos deben ser mínimos y no pasar del 5% del total de la troza.
- *Segunda calidad:* debe ser semi cilíndrica, semi sinuosa y con ataque mínimo o hasta un treinta por ciento de su longitud. Causado por insecto y hongos.
- *Tercera calidad:* Debe ser de forma irregular sinuosa o torcida con pudriciones mayores al treinta por ciento.

El proceso de aserrío se inició en el mismo lugar de la tumba de los árboles, para luego cortar con la motosierra (corte flitchs) convirtiéndose en madera aserrada. Se obtuvieron piezas de un espesor variado, por ancho variado y largo variado. López (1993),

indica que el desperdicio (aserrín) aumenta según la cantidad de cortes que se realicen, pero existe una compensación porque se observan mayor cantidad de tablas de las dimensiones requeridas.

La madera aserrada, se realizó el marcado en una de sus caras el código correspondiente a dicha troza, para obtener mejor información y evitar confusiones o mezcla de cuarterones.

El marcado de la madera fue para asegurar y llevar un buen control, ya que el aserraje consistió en aserrar una troza hasta obtener el último cuarterón resultante de dicha troza, para luego continuar con la siguiente.

A medida que las trozas fueron procesadas por la motosierra, fueron posteriormente canteadas y despuntadas con la misma motosierra para definir el ancho y largo de la pieza, para luego ser apiladas y clasificadas. Todos los cuarterones con defectos de medida o defectos visuales fueron nuevamente reprocesadas, en su ancho y largo eliminando todo defecto de la madera.

Una vez concluido todo el proceso del aserrío de la troza se procedió a cubicar la madera aserrada resultante de cada muestra.

Por los requerimientos de las barracas comercializadoras de especies forestales en la ciudad de La Paz, el largo de los cuarterones fue de 10 pies en su mayoría. La clasificación de las piezas obtenidas se realizó según el largo de las mismas según el largo de las mismas según Norma NHLA:

- *Madera Larga:* piezas con un largo mayor o igual a 7 pies.
- *Madera corta:* piezas con un largo menor a 7 pies.

Para determinar el volumen de los cuarterones obtenidos, en pies tablares se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Volumen} = \frac{L' * A'' * E''}{12}$$

Para determinar el rendimiento en aserrío se aplicó la siguiente relación:

$$R = \frac{\text{Volumen en tablas (m}^3\text{s)}}{\text{Volumen en troza (m}^3\text{s)}} * 100$$

Los cálculos de rendimiento en aserrío de madera se realizaron para cada una de las trozas, de tal manera que posteriormente se detuvo un promedio del rendimiento de aserrío, así como también su desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación.

Para la transformación de m³ a pies tablares se aplicó la siguiente relación: 1m³ = 423.84 pt.

Análisis estadístico

Los estadísticos que se presentan a continuación están referido exclusivamente a las muestras tomadas para el estudio realizado.

La media aritmética se define como la suma de los valores de “x” números divididos entre “n”.

La desviación estándar caracteriza la dispersión de los individuos con respecto a la media. Además es la raíz cuadrada de la varianza, esto con el fin de que la medida de dispersión (varianza) este expresado en las mismas unidades originales.

La varianza se define como la suma de los cuadrados de la desviación media de un conjunto de valores dividido entre el número de observaciones. El coeficiente de variación, es la relación existente entre la desviación estándar y la media aritmética.

El error estándar es el cociente de la desviación estándar entre la raíz cuadrada del número de observaciones

Variables de respuesta

Rendimiento del Volumen en Rolliza y Aserrado. Para el estudio de rendimiento, se contabilizaron los árboles en edad de corta y las especies seleccionadas para el estudio fueron

Gabú (Virola flexuosa) y Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), las cuales son las especies de importancia comercial y por la disponibilidad (población) del material para tomar la muestra.

La selección de cada árbol contando para el muestreo hacia abajo parámetros cualitativos, observando primeramente si estos se encontraban con la altura (> 8 m.) y diámetros ideales (>35 cm), así también empleando un método tradicional por los operadores de campo de la ABT, midiendo la altura comercial (HC) y el diámetro altura pecho (DAP).

Se aplicó el diseño de muestreo aleatorio, dando así la posibilidad de que todos los individuos de la población tengan la misma posibilidad de ser seleccionadas en la muestra, además de contar con individuos de las diferentes clases diamétricas.

Para definir el tamaño de la muestra se siguió los criterios de la Directriz Técnica ABT N° 004/2012, la cual indica que para realizar estudios de rendimiento de aserrío, los centros de transformación deberán disponer de un mínimo de 100 trozas para las especies abundantes (≥ 1 individuos/ha) y 50 trozas para especies poco abundantes (< 1 individuos/ha) las cuales constituyen el universo del cual se elegirá la muestra. El tamaño mínimo de la muestra para especies abundantes deberá ser de 50 trozas y para las especies poco abundantes de 30 trozas. En este caso, de acuerdo a estos criterios, el tamaño de la muestra fue de 20 trozas para cada especie estudiada.

Cabe destacar que la contabilización de todos los árboles en edad de corta y objeto de estudio se lo realizó en 1 día para cada especie.

Una vez seleccionada los árboles, se procedió al tumbado de estas con la motosierra para luego poder obtener trozas de forma cilíndrica. Seguidamente se toma los datos dasonometricos (diámetros de ambos extremos y la longitud) de las trozas tumbadas de cada una

de las especies para obtener el volumen en rolliza.

Finalmente se realizó corte en cuartones de las trozas bajo la técnica flitchs, se tomó las medidas del largo, ancho y espesor de cada cuartón para obtener el volumen en aserrado de las especies en estudio.

Rendimiento por clase de calidad de la troza. La segunda variable de respuesta, es el rendimiento en aserrado de acuerdo a la calidad que presenta cada troza, para esto se procedió a registrar los datos en cuanto a la forma que presenta la troza.

Esta variable se tomaba bajo parámetros cualitativos, esto se lo realizó in situ, clasificando las trozas en primera, segunda y tercera calidad, para eso se tuvo que realizar y verificar cada troza si presentaba una forma cilíndrica, semicilíndrica o irregular, si la troza tenía ataques de insectos, hongos o pudriciones y considerar el estado fitosanitario de las trozas, para cuantificar

la influencia que ejerce en el rendimiento del producto obtenido y en su calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Volumen de madera en rola de la especie Gabu (*Virola flexuosa*)

En la tabla 1 se presenta el resultado de la cubicación de las 20 trozas de *Virola flexuosa* empleadas en el estudio. Se puede apreciar que las longitudes de las trozas varían de 7,61 m hasta 11,26 m y los diámetros promedio varían de 0,36 m a 0,64 m, consecuentemente los volúmenes por troza varían de 0,87 m³ a 2,64 m³, con una media de 1,51 m³. La notoria diferencia en las dimensiones entre las trozas evaluadas influyo considerablemente en los rendimientos obtenidos.

En cuanto al coeficiente de variación del volumen de las trozas en rola representa el 38% de la media. Esto indica que existe un alto grado de variación de los volúmenes en rola entorno a su media.

Tabla 1. Estadística descriptiva para el volumen de las trozas de *Virola flexuosa*.

Estadístico	Diámetro (m)			Largo (m)	Volumen de la troza (m ³)	Volumen de la troza (P.T.)
	Menor	Mayor	Promedio			
No. de observaciones	20	20	20	20	20	20
Mínimo	0,31	0,41	0,36	7,61	0,87	147,08
Máximo	0,58	0,70	0,64	11,26	2,64	448,49
Media	0,36	0,52	0,44	9,57	1,51	255,87
Desviación típica (n-1)	0,08	0,09	0,08	1,55	0,58	98,69
Coeficiente de variación	21%	17%	17%	16%	38%	38%

En contraposición a los resultados obtenidos por la metodología de la ABT que nos arroja un volumen promedio de 0,98 m³ y 166,90 P. T. rendimiento muy inferior con relación a los alcanzados con este estudio, debido principalmente a que los agentes auxiliares de la

ABT toman datos superficiales de cada árbol, con rendimientos hipotéticos a futuro.

Volumen de madera aserrada de la especie Gabu

En la tabla 2, se muestran los volúmenes de madera aserrada con la técnica Flitchs de las 20 trozas con una media por troza de 0,96 m³

(max = 1,24 m³ y min = 0,65 m³). Se obtuvieron un total de 217 cuartones con una cantidad de 8125,51 P.T. con una media de 406, 28 P. T. por cuartón.

En cuanto al coeficiente de variación del volumen de las trozas en aserrío representa el 25% de la media. Esto indica que existe un alto grado de variación de los volúmenes de aserrado entorno a su media.

Tabla 2. Estadística descriptiva para el volumen de la madera aserrada con el corte Flitchs de *Virola flexuosa*.

Estadístico	Nº Flitchs	Volumen Flitchs (m ³)	Volumen Flitchs (P.T.)
No. de observaciones	20	20	20
Mínimo	8,00	0,65	277,50
Máximo	14,00	1,24	525,92
Media	10,85	0,96	406,28
Desviación típica (n-1)	5,08	0,06	10783,80
Coeficiente de variación	20%	25%	25%

Rendimiento en madera aserrada

En la tabla 3 se muestra el rendimiento promedio total en madera aserrada por troza bajo la técnica Flitchs de *Virola flexuosa* de 68,29% (max. = 86,48% y min. = 31,50%), considerando este resultado como “satisfactorio”, teniendo en cuenta que la producción de cuartones requiere de productos debidamente dimensionados; así mismo este

rendimiento también se ve influenciado por la calidad de la troza utilizada como materia prima.

En cuanto al coeficiente de variación del volumen de las trozas en aserrío representa el 23% de la media. Esto indica que existe un alto grado de variación de los rendimientos entorno a su media.

Tabla 3. Estadística descriptiva para el rendimiento total en madera aserrada por troza de *Virola flexuosa*.

Estadístico	Volumen de la troza (m ³)	Volumen Flitchs (m ³)	Rendimiento %
No. de observaciones	20	20	20
Mínimo	0,87	0,65	31,50
Máximo	2,64	1,24	86,48
Media	1,51	0,96	68,29
Desviación típica (n-1)	0,58	0,24	15,86
Coeficiente de variación	38%	25%	23%

Estos resultados son buenos comparados a los del Instructivo técnico ABT 006/2009 que define utilizar de forma transitoria el rendimiento

industrial del 40% por parte de los aserraderos y pequeños empresarios.

Es importante anotar que los rendimientos obtenidos tienen variaciones debido a la presencia o ausencia de defectos externos e internos acentuados de las trozas; una troza sin defectos externos como pudrición y grietas pueden presentar defectos internos como manchas naturales y/o pudrición interna lo cual influye en la merma del rendimiento de calidades superiores y el incremento en las calidades inferiores o también puede ser consecuencia de trozas que no presentan defectos externos ni internos acentuados por lo cual aumenta el rendimiento de calidades superiores y disminuye de las calidades inferiores.

Actualmente la zona carece de información técnica en cuanto a rendimiento de especies.

Volumen de madera en rola de la especie Huasicucho

En la tabla 4 se presenta el resultado de la cubicación de las 20 trozas de *Centrolobium ochroxylum* empleadas en el estudio. Se puede apreciar que las longitudes de las trozas varían de 7,92 m hasta 11,56 m y los diámetros promedio varían de 0,44 m a 0,57 m, consecuentemente los volúmenes por troza varían de 1,20 m³ a 2,90 m³. Con una media de 1,77 m³. La notoria diferencia en las dimensiones entre las trozas evaluadas influyo considerablemente en los rendimientos obtenidos.

En cuanto al coeficiente de variación del volumen de las trozas en rola representa el 31% de la media. Esto indica que existe un alto grado de variación de los volúmenes en rola entorno a su media.

Tabla 4. Estadística descriptiva para el volumen de las trozas de *Centrolobium ochroxylum*.

Estadístico	Diámetro (m)			Largo (m)	Volumen de la troza (m ³)	Volumen de la troza (P.T.)
	Menor	Mayor	Promedio			
No. de observaciones	20	20	20	20	20	20
Mínimo	0,35	0,53	0,44	7,92	1,20	204,24
Máximo	0,43	0,70	0,57	11,56	2,90	491,55
Media	0,39	0,60	0,49	9,00	1,77	299,60
Desviación típica (n-1)	0,03	0,06	0,04	1,29	0,56	94,83
Coeficiente de variación	8%	9%	9%	14%	31%	31%

En contraposición a los resultados obtenidos por la metodología de la ABT que nos arroja un volumen promedio de 1,16 m³ y 197,70 P.T. rendimiento poco inferior con relación a los alcanzados con este estudio, debido principalmente a que los agentes auxiliares de la ABT toman datos superficiales de cada árbol, con rendimientos hipotéticos a futuro.

Volumen de madera aserrada de la especie Huasicucho

En la tabla 5 se muestran los volúmenes de madera aserrada con la técnica flitchs de las 20 trozas con una media por troza de 0,81 m³ (max. = 1,23 m³; min. = 0,63 m³). Se obtuvieron un total de 259 cuartones con una cantidad de 6881,49 P.T. con un promedio de 344,07 P.T. por cuartón.

En cuanto al coeficiente de variación del volumen de las trozas en aserrío representa el 24% de la media. Esto indica que existe un alto grado de variación de los volúmenes de aserrado entorno a su media.

Tabla 5. Estadística descriptiva para el volumen de la madera aserrada con el corte Flitchs de *Centrolobium ochroxylum*.

Estadístico	Nº Flitchs	Volumen Flitchs (m ³)	Volumen Flitchs (P.T.)
No. de observaciones	20	20	20
Mínimo	10,00	0,63	268,00
Máximo	17,00	1,23	519,92
Media	12,95	0,81	344,08
Desviación típica (n-1)	6,05	0,04	6899,75
Coeficiente de variación	19%	24%	24%

Rendimiento en madera aserrada

En la tabla 6 se muestra el rendimiento promedio total en madera aserrada por troza bajo la técnica Flitchs de *Centrolobium ochroxylum* de 47,07% (max. = 56,69% y min. = 42,31%), considerando este resultado como “regular”, teniendo en cuenta que la producción de cuarterones requiere de productos debidamente dimensionados; así mismo este rendimiento

también se ve influenciado por la calidad de la troza.

El desvío estándar del volumen de las trozas en aserrío representa el 11% de la media. Esto indica que los rendimientos son relativamente homogéneos de la madera en aserrío.

Cuadro 6. Estadística descriptiva para el rendimiento total en madera aserrada por troza de *Centrolobium ochroxylum*.

Estadístico	Volumen de la troza (m ³)	Volumen Flitchs (m ³)	Rendimiento %
No. de observaciones	20	20	20
Mínimo	1,20	0,63	42,31
Máximo	2,90	1,23	56,69
Media	1,77	0,81	47,07
Desviación típica (n-1)	0,56	0,20	5,33
Coeficiente de variación	31%	24%	11%

Estos resultados son regulares comparados a los del Instructivo técnico ABT 006/2009 que define utilizar de forma transitoria el rendimiento industrial del 40% por parte de los aserraderos.

Es importante anotar que los rendimientos obtenidos tienen variaciones debido a la presencia o ausencia de defectos

externos e internos acentuados de las trozas; una troza sin defectos externos como pudrición y grietas pueden presentar defectos internos como manchas naturales y/o pudrición interna lo cual influye en la merma del rendimiento de calidades superiores y el incremento en las calidades inferiores o también puede ser consecuencia de trozas.

Ya que en esta especie (*Centrolobium ochroxylum*) se evidencio más del 50% con defectos mencionados anteriormente la cual influyo de gran manera en la merma del rendimiento. Y actualmente la zona carece de información técnica en cuanto a rendimiento de especies.

Rendimiento por calidad de trozas
Gabu

En la figura 1 se observa que la calidad 1 registra los más altos promedios de rendimiento con relación a la calidad 2 y calidad 3. Sin embargo, existe diferencia significativa entre la calidad 1, 2 y 3.

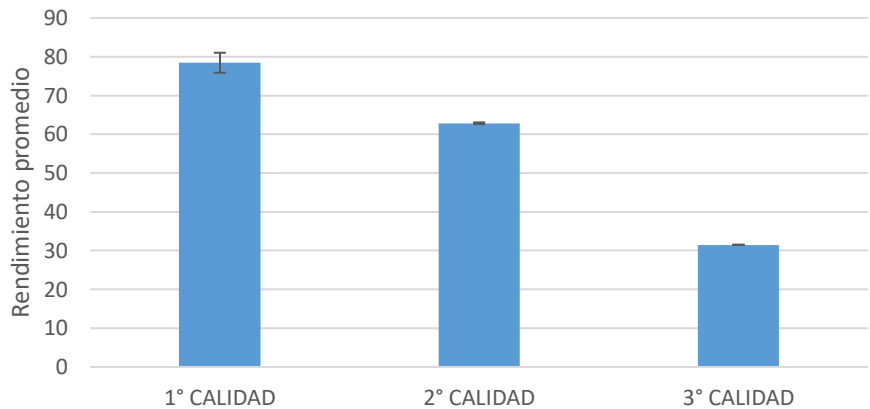


Figura 1. Rendimiento promedio por calidad de trozas de *Virola flexuosa*.

Huasicucho

En la figura 2 se observa que la calidad 1 registra altos promedios de rendimiento con

relación a la calidad 2 y calidad 3. Sin embargo existe diferencia significativa entre la calidad 1, 2 y 3.

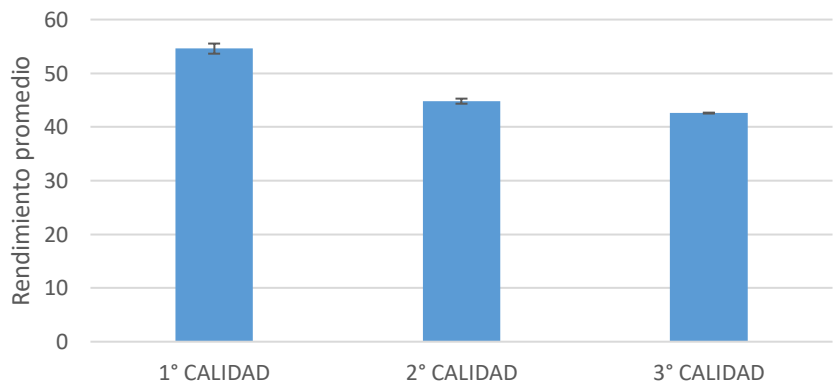


Figura 2. Rendimiento promedio por calidad de trozas de *Centrolobium ochroxylum*.

CONCLUSIONES

Se han cumplido los objetivos planteados, en razón a que ha sido posible determinar el rendimiento porcentual de las dos especies en estudio, aplicando el sistema de corte en Flitchs con motosierra. Así mismo es viable técnicamente la utilización de la motosierra, como también el sistema de corte ensayado.

El corte en Flitchs de las trozas con motosierra en el lugar de apeo, facilita el transporte de especies duras de alta densidad hacia los lugares de procesamiento, además se evita transportar madera no aprovechable con defectos, albura, podredumbre, etc. situación que puede reducir los costos de transporte, dejando

estos restos en el bosque lo que favorece el reciclaje de nutrientes al suelo.

Se acepta parcialmente la hipótesis planteada en sentido de que los valores de rendimiento obtenidos para las dos especies estudiadas existen diferencia al del instructivo técnico ABT 006/2009 que dispone utilizar de forma transitoria el rendimiento de 40% para especies tropicales, sin embargo, se ha visto que es técnicamente viable el uso y aplicación de la metodología y equipo ensayado.

De un lote de 20 árboles (217 trozas) de *Virola flexuosa*, se procesaron un total de 30,17 m³ de madera rolliza se obtuvieron 19,16 m³ de madera aserrada y de 20 árboles (259 trozas) de *Centrolobium ochroxylum*, se procesaron un total de 35,33 m³ de madera rolliza se obtuvieron 16,23 m³ de madera aserrada.

Del volumen total de madera aserrada de *Virola flexuosa*, 11,75 m³ fueron de trozas de primera calidad, 4,49 m³ fueron de trozas de segunda calidad y 2,93 m³ fueron de trozas de tercera calidad; y del volumen total de madera aserrada de *Centrolobium ochroxylum*, 8,02 m³ fueron de trozas de primera calidad, 5,49 m³ fueron de trozas de segunda calidad y 2,72 m³ fueron de trozas de tercera calidad.

Los rendimientos en madera aserrada de *Virola flexuosa* es de 68,29% y de *Centrolobium ochroxylum* es de 47,07%.

Que el uso de la motosierra, en especies duras y condiciones similares a las que se realizó la investigación es justificado, por lo que su uso debe ser autorizado.

Las características anatómicas de la especie Huasicucho, que presenta una proporción alta de albura en relación al duramen, influye de gran manera en el rendimiento de la especie en el aserrío, ocasionando un gran volumen de desperdicios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABT. (2012). Informe Anual de avances y resultados. Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra. Santa Cruz, Bolivia.
- Alcalá, V. (1997). Estudio de costos y rendimientos en las operaciones de transporte y aserrío en el aserradero comunal “La Esperanza” de C.C.O.L. Tesis de grado. Universidad Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- BOLFOR. (2003). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Autores: M. Joaquín J.; Marielos P. C.; Marisol T.; Claudia J.; Israel V.; Makarena G. & J. Carlos M. “Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia”. Volumen II. Bolivia–Santa Cruz. Ed. El País.
- Cámara Forestal de Bolivia. (2004). Guía de Industrias de la Madera y Productos forestales. Recuperado de: <http://www.cfb.org.bo/CFBInicio/>
- Cámara Forestal de Bolivia. (2011). Sector forestal. Recuperado de: <http://www.cfb.org.bo/CFBInicio/>
- Cámara Forestal de Bolivia. (2012). Exportación de productos forestales de Bolivia, Datos preliminares de INE/CFB. Enero-mayo de 2012. Recuperado de: <http://www.cfb.org.bo>
- Chávez, A., Guillen, A. (1997). Estudio de rendimiento, tiempos y movimiento en el aserrío. Manual práctico. BOLFOR II. Santa Cruz, Bolivia.
- Franco D. (1999). Estudio de rendimiento en aserrío aplicando el sistema de corte radial para tres especies forestales. Tesis de grado. Universidad Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- INE. (2010). Estadísticas e Indicadores Económicos y Socio-demográficos de Bolivia. Actualidad estadística. Instituto Nacional de Estadística. La Paz agosto de 2017.

- Limongi, R; Guiracocha, G. e Yepez, C. (2011). Amarillo de Guayaquil “*Centrolobium ochroxylum Rose ex Rudd*” una especie de uso múltiple del bosque seco del Ecuador. P. 33.
- López, J. S. (1993). Recursos Forestales de Bolivia y su Aprovechamiento. La Paz, Bolivia.
- Méndez. (2006). Evaluación del almacenamiento de trozas frente al almacenamiento de madera aserrada. Tesis de grado. Universidad Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. FAO. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma. ISSN 1020-4628. *Estudio FAO: Montes* – 163.
- PDM – Palos Blancos. (2014). Desarrollo Productivo. Palos Blancos – La Paz – Bolivia. pp. 246 – 251.
- PIAF – EL CEIBO. (2002). Guía de Especies Forestales del Alto Beni. Borrador final. Sapecho-La Paz-Bolivia.
- Simoni, L. (2003). Rendimiento del Curupaú a través del aserrío mejorado y utilizando modelos matemáticos. Tesis de grado.
- Yucra, V. (2005). Rendimiento de aserrío de tabla de las especies Tajibo (*Tajibo spp*) y Roble (*Amburana cearensis*), en el aserradero San Cristóbal, Gestión 2005. CIMAL- IMR-LTDA. Santa Cruz, Bolivia.