

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**RENDIMIENTO EN ASERRÍO PARA
TROZAS PROVENIENTES DEL RALEO DE
UNA PLANTACIÓN DE *PINUS PATULA*
DE 22 AÑOS EN CAJAMARCA**

Presentado por:

Rolando Antonio Montenegro Muro

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2015

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **ROLANDO ANTONIO MONTENEGRO MURO**, intitulado “**RENDIMIENTO EN ASERRÍO PARA TROZAS PROVENIENTES DEL RALEO DE UNA PLANTACIÓN DE PINUS PATULA DE 22 AÑOS EN CAJAMARCA**”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 1 de Junio de 2015

.....
Mg. Sc. Carlos Edmundo Chuquicaja
Segura
Presidente

.....
Mg. Sc. Jose Carlos Cano Delgado
Miembro

.....
Ing. Neptalí Rodolfo Bustamante
Guillén
Miembro

.....
Mg. Sc. Miguel Ángel Meléndez Cárdenas
Asesor

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres.

A Jota y Lupe.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a ADEFOR por permitir elaborar este trabajo. Además, a Milo Bozovich y Leonidas Miguel por enviarme a dicha institución y a Miguel Meléndez por su asesoramiento.

Finalmente quiero agradecer a todas aquellas personas cuyos ánimos fueron tan importantes en la construcción de esta tesis como su mismo contenido.

RESUMEN

El presente estudio busca analizar el rendimiento en aserrío de las trozas provenientes del raleo de una plantación de *Pinus patula* de 22 años establecida en Porcón-Cajamarca. Para ello se determinó un Coeficiente de Conversión de 0,43 con un Coeficiente de Variación igual a 12,9% y una varianza de 0,06, partir del cual se evaluó el rendimiento en aserrío. También se observó que en el aserradero procesan trozas con un diámetro promedio de 25,1cm y una longitud promedio de 2,43m. Mediante el estudio del Coeficiente de Conversión, el cual corresponde a un rendimiento de 43,2%, se elaboró una Tabla de Rendimiento como herramienta útil para la cuantificación y control de la materia prima y como indicador de fallas o defectos en la producción. Esta tabla permite predecir volúmenes de madera aserrada considerando el rendimiento, el cual a su vez es estimado por una regresión lineal. Dicha regresión lineal se realizó a partir del método de los mínimos cuadrados y se utilizó como variables de predicción al Diámetro promedio y la Longitud. Cabe señalar que la Tabla de rendimiento para el aserradero se propone a partir de la regresión lineal múltiple por su Coeficiente de determinación de 14,9%, que supera al 4,3% de la regresión simple estimada a partir del diámetro. Finalmente, se comparó la Tabla de Rendimiento del presente estudio con una elaborada para trozas de la misma procedencia y condiciones pero de 11 años de edad. Para ello se determinó los interceptos y pendientes de las ecuaciones de regresión de estimación del Coeficiente de conversión y como resultado se comprobó la diferencia altamente significativa entre ambas tablas.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
1. Generalidades de la especie <i>Pinus patula</i>	3
1.1. Descripción de la especie.....	3
1.2. Usos.....	4
2. Aserrío	4
3. Trozado	6
4. Rendimiento y Coeficiente de Conversión	6
4.1. Factores que influyen en el coeficiente de conversión en aserrío	8
4.2. Mejoramiento de eficiencia en aserrío	10
4.3. Coeficientes de conversión y rendimientos determinados en el país.....	10
4.4. Coeficientes de conversión y rendimientos determinados en otras partes del mundo.	11
5. Reglas y Tablas de Cubicación de Trozas	12
5.1. Construcción de tablas de cubicación.....	13
5.2. Tablas de rendimiento	14
5.3. Legislación sobre cubicación de trozas.....	16
6. Metodología de Comparación por Variables binarias	17
III. Materiales y Métodos	19
1. Lugar de ejecución	19
2. Materiales y Equipos	19
2.1. Materiales.....	19
2.2. Equipos.....	19
3. Metodología	19
3.1. Caracterización de la planta de aserrío.....	19
3.2. Toma de datos para el presente estudio	21
3.2.1. Caracterización de Trozas.....	21
3.2.2. Determinación de tamaño de muestra.....	21
3.2.3. Secuencia de toma de datos	22
3.3. Procesamiento de datos	23
3.3.1. Cubicación de trozas.....	23
3.3.2. Caracterización de los defectos de las trozas evaluadas.....	23
3.3.3. Cubicación de madera aserrada.....	27
3.3.4. Determinación del Rendimiento.....	28
3.4. Estudio estadístico.....	28
3.4.1. Medidas de tendencia central y Dispersión.....	28
3.4.2. Análisis de Correlación entre Volumen Rollizo y Volumen Aserrado.....	28
3.4.3. Análisis de correlación entre diámetro promedio y longitud vs coeficiente de conversión.	29
3.4.4. Análisis de Regresión simple	29
3.4.5. Gráfico de Dispersión.....	30
3.4.6. Análisis de Regresión múltiple.....	30
3.5. Elaboración de la Tabla de Rendimiento	30
3.6. Comparación de tablas de rendimiento.....	31
IV. Resultados y discusión	33
1. Pre-muestreo	33

2.	Caracterización de la Madera Rolliza	33
2.1.	Agrupamiento diamétrico.....	33
2.2.	Agrupamiento de longitudes.....	34
2.3.	Defectos de las trozas.....	37
3.	Caracterización de la Madera aserrada.	38
3.1.	Frecuencia de espesores, anchos y longitudes de las piezas aserradas.....	38
3.2.	Clasificación de las piezas aserradas en base a sus dimensiones.....	39
4.	Estudio estadístico de las Variables evaluadas.....	41
4.1.	Medidas de tendencia central y dispersión.....	41
4.2.	Análisis de Correlación: Volumen rollizo vs Volumen aserrado.....	43
4.3.	Análisis de regresión simple.....	43
4.3.1.	Análisis de Correlación entre diámetro promedio y longitud vs Coeficiente de Conversión. 43	
4.3.2.	Regresión lineal simple: Diámetro promedio (cm) vs Coeficiente de conversión.....	45
4.3.3.	Diagrama de dispersión: Diámetro promedio vs Coeficiente de Conversión.....	46
4.3.4.	Análisis de varianza: Diámetro promedio vs Coeficiente de Conversión.....	46
4.4.	Análisis de Regresión Múltiple.....	48
5.	Elaboración de Tabla de Rendimiento	50
5.1.	Usando diámetro promedio	50
5.2.	Usando diámetro promedio y longitud de troza	51
6.	COMPARACIÓN DE TABLAS.....	52
6.1.	Regresión lineal con interacciones	53
V.	Conclusiones.....	55
VI.	Recomendaciones	57
VII.	Referencias bibliográficas.....	59
VIII.	Anexos.....	63

Índice de tablas

	Página
Tabla 1:	Tabla de Rendimiento de <i>Pinus patula</i> de 11 años, obtenido de raleo..... 14
Tabla 2:	Tabla de Rendimiento de <i>Eucalyptus globulus</i> 15
Tabla 3:	Áreas de planta del Aserradero de ADEFOR. 20
Tabla 4:	Características de las máquinas del aserradero. 26
Tabla 5:	Calidad de Trozas de acuerdo a Defectos Observados. 27
Tabla 6:	Clasificación de piezas aserradas según sus dimensiones. 28
Tabla 7:	Medidas de dispersión para trozas de pre-muestreo. 33
Tabla 8:	Distribución de frecuencias para el Diámetro promedio de troza (cm)..... 34
Tabla 9:	Distribución de frecuencias para la Longitud de troza (metros)..... 34
Tabla 10:	Calidad de trozas según sus defectos..... 37
Tabla 11:	Frecuencia de Espesores de las Piezas aserradas..... 39
Tabla 12:	Frecuencia de Anchos de las Piezas aserradas. 39
Tabla 13:	Frecuencia de Longitudes de las Piezas aserradas..... 40
Tabla 14:	Distribución de piezas aserradas según su clasificación por dimensiones. 40
Tabla 15:	Medidas de tendencia central y dispersión 42
Tabla 16:	Análisis de Correlación entre Volumen rollizo y Volumen aserrado 43
Tabla 17:	Análisis de Correlación entre Coeficiente de Conversión vs. Diámetro promedio. 44
Tabla 18:	Análisis de Correlación entre Coeficiente de Conversión vs. Longitud de troza 44
Tabla 19:	Coefficientes de la Regresión lineal simple: Diámetro promedio vs Coeficiente de conversión 45
Tabla 20:	Análisis de Varianza de la Regresión lineal simples: Diámetro promedio vs Coeficiente de Conversión 46
Tabla 21:	Coefficiente de correlación y determinación de la Regresión lineal múltiple..... 48
Tabla 22:	Análisis de Varianza de la Regresión lineal múltiple: Diámetro promedio, Longitud de troza vs Coeficiente de Conversión 48
Tabla 23:	Coefficientes de regresión 50
Tabla 24:	Tabla de Rendimiento de Madera Aserrada en pies tablares para Trozas de Raleo de <i>Pinus patula</i> realizada a partir del Diámetro Promedio..... 50

Tabla 25:	Tabla de Rendimiento de Madera Aserrada en pies tablares para Trozas de Raleo de <i>Pinus patula</i> realizada a partir del Diámetro Promedio y la Longitud de Troza.....	51
Tabla 26:	Comparación de Tablas de Rendimiento.....	52
Tabla 27:	ANOVA para Variables Según el Orden de Introducción.....	53

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Distribución de áreas en el aserradero ADEFOR.....	25
Figura 2: Frecuencia de Diámetro de trozas	35
Figura 3: Frecuencia de longitudes de troza.	36
Figura 4: Diagrama de dispersión entre Diámetro promedio y Coeficiente de conversión	47
Figura 5: Regresión lineal Diámetro Promedio vs. Coeficiente de Conversión (Rend) para el estudio Actual (actual) y de F. del Pozo (Del Pozo).....	54
Figura 6: Residuos estudentizados de la regresión lineal Diámetro Promedio vs. Coeficiente de Conversión (Rend) para el estudio Actual (actual) y de F. del Pozo (Del Pozo).....	54

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Datos de Premuestreo.....	63
Anexo 2 Información de las Trozas	64
Anexo 3 Información de las Piezas Aserradas.....	68
Anexo 4 Estudio de Supuestos del Modelo de Regresión Simple.....	83
Anexo 5 Estudio de Supuestos del Modelo de Regresión Múltiple.....	86
Anexo 6 Fotografías	89

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el principal abastecimiento de madera proviene de los bosques naturales y algunas plantaciones instaladas para este fin; entre ellas, las más antiguas se encuentran ubicadas a lo largo de la sierra del país y en los últimos años se pueden ver con más frecuencia en la selva. En la sierra norte, en el departamento de Cajamarca se encuentra la plantación de pino más grande del país con alrededor de nueve mil hectáreas. De esta plantación se obtiene principalmente madera aserrada por ser la opción de uso más beneficiosa, económicamente hablando, tras haber dejado atrás la idea original de ser utilizada como fuente de materia prima en la industria de pulpa para papel.

En la industria de aserrío de nuestro país el suministro de materia prima es insuficiente, sin embargo, se sigue trabajando sin considerarlo como un problema. Ello se refleja en la escasez o falta de estudios sobre rendimiento de madera rolliza a madera aserrada, productividad, entre otros; lo cual no es ajeno a los aserraderos de Cajamarca.

En cuanto al estudio de rendimiento, la ciencia ha desarrollado una serie de herramientas y procedimientos entre las que destaca la Tabla de Rendimiento, la cual permite estimar el volumen del producto final a partir de la materia prima. Con ello se facilita la cuantificación y control de la materia prima requerida, además de proporcionar un indicador que alerte de fallas o defectos en la producción que deben ser corregidos.

El presente estudio tiene como objetivo analizar el rendimiento en aserrío de las trozas provenientes del raleo de una plantación de *Pinus patula* de 22 años en Porcón, y elaborar una tabla de rendimiento. Además se determinó el factor de conversión y se comparó la tabla de Rendimiento para trozas de 22 años con la tabla de rendimiento realizada previamente, cuando las trozas tenían sólo 11 años.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. GENERALIDADES DE LA ESPECIE *PINUS PATULA*

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El pino pátula es una especie nativa de América Central y tiene como sinónimos pino china u ocote y en inglés: patula pine, spreading-leaved pine o Mexican pine (Gillespie, 1992). Del Pozo (1996), citando a Patiño señala que el tallo de los árboles es generalmente recto y limpio pudiendo alcanzar entre 10 y 20 metros de longitud. Este rango difiere con el establecido por Martínez (1948), quien afirma que el pino pátula puede alcanzar de 10 a 25 metros; y también con el establecido por Gillespie (1992), de 20 a 30 metros. El diámetro varía en función a la densidad y edad y puede medir entre 25 a 50cm pero puede alcanzar diámetros a la altura de pecho de hasta 1 metro (Del Pozo, 1996; Gillespie, 1992). En cuanto a la corteza, Gillespie (1992) la describe como papirácea, escamosa y de color rojizo en la parte superior del tallo y en las ramas. Del Pozo (1996) agrega presenta fisuras que lo dividen en placas. El mismo autor señala que en árboles adultos, a 1,3m de altura, la corteza alcanza de 1 a 5cm de espesor, dependiendo de la edad del árbol. En cuanto al crecimiento radicular, afirma que este es vigoroso y vertical, con poca extensión lateral y mayor abundancia de radículas en los primeros 30cm. A pesar de que su distribución natural es muy restringida, el pino pátula ha tenido éxito en plantaciones industriales en zonas tropicales y sub tropicales, destacándose por su buena forma, crecimiento acelerado y gran tamaño (Gillespie, 1992).

1.2. USOS

Del Pozo (1996) citando a Patiño, señala que la madera es suave, de color claro, ligeramente amarillenta y con vetas morenas pálidas. Es fácil de trabajar y poco resinosa. Presenta un peso específico de 0,46 a 0,49g/cm³ y buen comportamiento al secado. Agrega que esta especie es empleada en estructuras livianas, chapas, triplay, cajas de empaque, puntales para minería, durmientes, etc. Un uso importante de la especie es la obtención de celulosa.

El pino pátula se planta generalmente con fines industriales debido a su rápido crecimiento y alto rendimiento. Puede ser usado como madera para construcción así como para hacer cajas, contenedores, enchapes e incluso es buena para pulpa y tableros de partículas (Gillespie, 1992).

2. ASERRÍO

García *et al.* (2001) define el aserrío como el proceso mediante el cual se convierte la madera rolliza en tablas, tablones, vigas y durmientes, utilizando maquinaria, equipo, recursos humanos, fuentes de energía y dinero. Durante un tiempo y derivado de avances tecnológicos, estos procesos han sido eficientes con el propósito de lograr una mayor producción, con una buena calidad de productos terminados y menores costos de producción.

Para Bustamante (2010) el objetivo principal del proceso de aserrío es el aprovechamiento máximo de las trozas en forma cuantitativa y cualitativa. Agrega, además, que la transformación de trozas depende exclusivamente de la experiencia del aserrador.

Almeida *et al.* (2014) citando a Rocha, especifica que el sistema de aserrío convencional consiste en aserrar las trozas sin clasificarlas y sin una definición exacta de un modelo de corte para cada clase diamétrica. Tal condición induce, la mayoría de las veces, a un bajo rendimiento de la troza, propiciando una mayor generación de subproductos, muchas veces considerados residuos del proceso. Murara (2005) agrega, que en este sistema, la selección de los operadores para la sierra principal, reaserradoras, canteadoras y despuntadoras es de suma importancia, ya que dichos operadores están tomando, constantemente, decisiones que influirán en el buen funcionamiento de las máquinas, decisiones que a su vez se ven afectadas directamente al considerar la productividad, la calidad del producto y el elevado

índice de recuperación de materia prima. El mismo autor, citando a Leite, concluye que la decisión de un trabajador de cómo cortar una troza difícilmente será la óptima pues raramente conseguirá obtener la mejor visualización de todas las alternativas en el poco tiempo que tiene para tomar decisiones.

Almeida *et al.* (2014) indican que el sistema de aserrío optimizado consiste en utilizar un sistema de corte previamente estudiado con el objetivo de maximizar la utilización de la troza. Es decir, las trozas son clasificadas y aserradas dentro de un modelo de corte pre definido para cada clase diamétrica.

Chuquicaja (1987), Bazán (1986), Llavé (2008), Bustamante (2010) y Campos y Chuquicaja (1998), coinciden en que la industria nacional de aserrío cuenta con muchos problemas, entre ellos el poco desarrollo tecnológico, el insuficiente suministro de materia prima, la falta de planificación y la escasez de información básica en cuanto al rendimiento de materia prima tanto en especies nativas como en exóticas, entre otros.

De acuerdo con Murara (2005) en Brasil hay un gran número de aserraderos que emplean el sistema convencional de aserrío, sistema en el cual las trozas son aserradas de acuerdo a los criterios escogidos por el operador de la máquina principal, es decir, es él quien decidirá la mejor manera de aserrar la troza. Este sistema puede generar altas pérdidas de materia prima debido a la ausencia de tecnologías apropiadas para el aserrío de las trozas, encareciendo el proceso ya que se requerirá mayor cantidad de materia prima para producir una misma cantidad de producto aserrado.

En cuanto a los problemas que se pueden presentar en el aserrío, Esteves (2010) los define como las alteraciones en las dimensiones de las piezas de madera pudiendo no cumplir con lo estipulado por las normas de producción. Así mismo señala como principales defectos de un aserrío incorrecto: el sobredimensionado, la variabilidad en el espesor de las tablas y la presencia de corteza. El sobredimensionado es el exceso en espesor, ancho y/o largo, es por tanto la dimensión real menos la medida nominal. Aunque también puede ser referido a la tolerancia por defectos o irregularidades como la contracción. La variabilidad en el espesor de la tabla es referida a las desviaciones en el espesor o en el ancho de una misma pieza, ocasionada por el aserrío incorrecto. Murara (2005) agrega como errores más comunes en el aserrío convencional, para el caso de Brasil, los excesivos anchos de las costaneras, la

incorrecta selección de corte radial y el subdimensionamiento en el ancho y largo de las piezas.

3. TROZADO

El proceso de trozado consiste en obtener una o más trozas de la porción comercial del fuste por medio de la observación del cumplimiento de requisitos de longitud y de diámetros mínimo y máximo. Si este proceso no es realizado eficientemente se puede reducir el aprovechamiento total (Cancino, 1993)

Maturana (2010) agrega que el aprovisionamiento de trozas incluye trozas de diferentes tamaños, longitudes y calidades. El largo de la pieza y el patrón de corte de la troza determinan los productos que se generarán y el rendimiento, que es “la cantidad de producto terminado generado a partir del volumen de la troza”.

4. RENDIMIENTO Y COEFICIENTE DE CONVERSIÓN

El término “coeficiente de conversión”, utilizado en el presente estudio, es también conocido como factor de conversión, coeficiente de aserrío, coeficiente de transformación, rendimiento volumétrico o factor de rendimiento. Todas estas definiciones se expresan de manera decimal. Bustamante (2010) define el rendimiento en aserrío como la relación que expresa el volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Marchesan (2012) y Rodrigues (2013) agregan la necesidad de expresar dicha relación en forma porcentual.

Tuset y Durán (2007) define como coeficiente de aserrío a la relación del volumen de madera aserrada que se obtuvo y el volumen de las trozas que se usaron para producirla. Bustamante (2010) añade que los estudios del procesamiento de las trozas y su transformación en madera aserrada son importantes para determinar la rentabilidad de la operación.

Para Valério (2008) la posibilidad de cuantificar el rendimiento de la materia prima, con rapidez y confiabilidad, en el sector forestal, facilita la toma de decisiones sobre el desempeño industrial, el de su uso correcto del insumo; permite reducir costos y evita pérdidas en el proceso productivo. Con eso, estimar el rendimiento de la madera aserrada genera información importante para la composición de modelos de información sistémica para conocer la producción futura de una plantación en términos del volumen del producto

final. Permite, por lo tanto, establecer estrategias más osadas y seguras, con vista a los mercados de tales productos.

Según French (1977), el rendimiento en madera aserrada obtenida de las trozas es uno de los factores que influyen en la mejora o en la caída de los beneficios económicos de un aserradero.

Schrewe (1981) sostiene que la importancia del factor de conversión radica en que este permite fijar el número de árboles que una empresa deberá plantar de acuerdo al volumen de madera rolliza requerida. Agrega que este factor permite conocer las pérdidas de madera y por consiguiente de dinero en las que incurre un aserradero; por lo que se podría tomar medidas pertinentes para mejorar la producción.

Gray (1987) precisa que el concepto de factor de conversión en aserrío es muy utilizado en los países del África occidental, para calcular las cargas (cánones) sobre los productos forestales elaborados. Hasta antes de 1980, utilizaban un factor de 0,35. A partir de esa fecha, la mayoría de los países emplean el valor de 0,5. Resalta la importancia de contar con estimaciones confiables de los factores de conversión porque tiene una influencia notable sobre los valores calculados del derecho de monte.

Para Nájera (2012), citando a Rocha, el rendimiento es un parámetro que puede servir de base para que los manejadores de los aserraderos evalúen con relativa transparencia si las operaciones de producción están siendo ejecutadas correctamente en la empresa.

4.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COEFICIENTE DE CONVERSIÓN EN ASERRÍO

Almeida (2014), Nájera (2012), Esteves (2010) y Murara (2005) coinciden en que el rendimiento de madera aserrada está determinado por una confusa interacción de diversas variables, como el diámetro de las trozas, su longitud, curvaturas, conicidad, calidad interna de la madera, la toma de decisiones por parte del personal del aserradero, la condición y mantenimiento del equipo de aserrío, los métodos de aserrío, las dimensiones de las piezas aserradas y el tipo de especies procesadas (coníferas o latifoliadas). Esteves (2010) también considera como factores el nivel tecnológico de las máquinas utilizadas y el tipo de aserradero. Finalmente Murara (2005) agrega el tipo de producto (o productos) a obtener y el modo en que se trata a las trozas en el patio de trozas como factores determinantes del rendimiento.

Para Kazemi (2008) debido a que los árboles crecen bajo circunstancias naturales inciertas se observan características no homogéneas y aleatorias (en términos de diámetros, cantidad de nudos, defectos internos, etc.) en las distintas clases diamétricas. Consecuentemente, los rendimientos del proceso por cada tipo de corte son variables.

Según Murara (2005) el rendimiento es afectado por el sistema de aserrío empleado. En el sistema de aserrío convencional el rendimiento varía entre 35,2% y 43,3%, mientras que en el aserrío optimizado, va de 41,7% a 64,0%. Señala además que en el aserrío convencional no hay tendencia de aumento del rendimiento con el aumento del diámetro de las trozas mientras que en el aserrío optimizado el rendimiento fue mayor en todas las clases y se presentó una tendencia a aumentar cuando el diámetro aumentaba. El mismo autor, citando a Leite, señala que cuando se trabaja con madera de plantaciones, como el caso de los pinos, los diámetros de las trozas disminuyen y se homogenizan. Ello facilita la utilización de técnicas de optimización en el aserrío.

Bruce y Schumacher (1965) afirman 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 más grandes, mientras que Bazán (1986) señala que la longitud de troza no influye significativamente sobre el factor de conversión en aserríos.

Nájera (2012) agrega que dado a que no hay dos aserraderos iguales, las variables que influyen en el rendimiento rara vez son las mismas de un aserradero a otro. Por tal motivo es importante conocer cómo estos factores afectan el rendimiento de madera aserrada para

entender el grado de aprovechamiento que la materia prima puede alcanzar con la finalidad de establecer mecanismos que permitan incrementar el nivel de aprovechamiento.

Bustamante (2010) señala como factores que afectan al rendimiento:

- Las características y la capacidad de producción del equipo utilizado.
- El ancho de corte de la sierra.
- La habilidad y preparación de los operadores (especialmente del aserrador, canteador y afilador).
- Las condiciones de mantenimiento del equipo.
- Las características de las trozas (calidad y dimensiones).
- Los sistemas de corte utilizados para aserrar las trozas.
- Las características de la madera aserrada producida (dimensiones y variación del espesor de la madera).
- Las condiciones del mercado (demanda de piezas de mayores dimensiones)

Taranco (1973) considera a la troza como uno de los factores que incluyen en el coeficiente de aserrío por las siguientes características:

- El ahusamiento de la troza y otros factores inherentes a la forma del fuste de la especie maderable que se asierra.
- La presencia de defectos.
- La altura de corte de la sierra.
- Las condiciones sanitarias de la troza (ataque de hongos y/o insectos).
- Los factores económicos diversos que justifican un mayor esfuerzo y/o tiempo de trabajo para obtener un mayor coeficiente de conversión en madera de alto valor que en maderas de menor valor.

4.2. MEJORAMIENTO DE EFICIENCIA EN ASERRÍO

Para aumentar la eficiencia del aserrío Maturana (2010) propone mejorar la programación de la producción en los aserraderos, lo cual consiste en decidir qué trozas serán procesadas teniendo en cuenta el diámetro, la longitud y la calidad de cada pieza, por un lado, y los productos terminados que se necesitarán para cumplir con las órdenes, por el otro. Según el mismo autor, para maximizar el rendimiento, los encargados de producción del aserradero deben usar patrones de corte que optimicen el rendimiento para cada diámetro de troza. Estos patrones de corte se llaman “patrones de corte óptimos”. Estos patrones de corte se obtienen mediante estudios que determinen cuál de ellos da el mejor rendimiento para cada clase diamétrica. Cada patrón de corte generará una determinada serie y cantidad de productos. El mismo autor concluye diciendo que para programar la producción se debe empezar considerando los productos que se necesitan producir, con la finalidad de determinar las trozas a ser aserradas.

4.3. COEFICIENTES DE CONVERSIÓN Y RENDIMIENTOS DETERMINADOS EN EL PAÍS

La Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre establece un factor de conversión estándar de 0,52.

- Bazán y Churata (1978) estiman un rendimiento en aserrío de 42,0% para trozas de especies tropicales destinadas al aserrío, parquet y tableros compensados, mientras que para postes y pilotes un valor de 60,0%; para el carbón y la leña determinaron un factor equivalente a 12,5% (no especifican el número de muestras ni el tipo de sierra utilizado en la conversión primaria).
- Bazán (1986) determinó un factor de conversión de 0,43 para cedro y 0,44 para tornillo en una empresa representativa de la industria del aserrío en Pucallpa.
- Chuquicaja (1987) determinó un factor de conversión de 0,58 para el tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) y de 0,61 para la moena (*Aniba sp*, *Nectandra sp* y *Ocotea sp*), en la zona de Chanchamayo.
- Miguel (1989) determinó un coeficiente de conversión de 0,56 en aserrío para la especie *Eucalyptus globulus* Labill en el valle del Mantaro.

- Llavé (2008) determinó un factor de conversión de 0.48 para trozas de raleo provenientes de una plantación de *Tectona grandis*, sin considerar defectos ni el estado sanitario de las mismas.
- Del Pozo (1996) determinó un factor de conversión de 0,39 para trozas de pino pátula (*Pinus patula*) provenientes del raleo de una plantación en Cajamarca, con diámetro promedio de 17,4cm o 6'' (seis pulgadas). En el mismo estudio se señala que el diámetro de troza se relaciona en forma inversa con el factor de conversión y que ello se puede explicar por la baja calidad de las troza, las cuales tuvieron gran presencia de abultamientos y torceduras.

4.4. COEFICIENTES DE CONVERSIÓN Y RENDIMIENTOS DETERMINADOS EN OTRAS PARTES DEL MUNDO.

- Según Murara (2005), en Brasil, el rendimiento en aserrío convencional varía entre 35,2% y 43,2%, mientras que en aserrío optimizado varía de 41,7% a 64,0%. Los resultados del rendimiento promedio fueron de 44,2% para el sistema convencional y 53,6% para el sistema optimizado con patrones de corte.
- Valério (2008) encontró un rendimiento promedio de 49,2%, el cual variaba desde 45,5 hasta 57,4% para *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze en un aserradero pequeño (producción menor a 50,0m³) en Paraná Brasil.
- Dobner (2012) determinó un rendimiento promedio de 57,0% para trozas provenientes de una plantación de *Pinus taeda* de 30 años en el municipio de Campo Belu, Brasil, con diámetros entre 20,0 y 57,0cm. Sin embargo se debe resaltar que el rendimiento varía desde 37,0% a 78,0% con una marcada tendencia de aumento lineal cuando aumenta el diámetro de la troza.
- Herrera y Leal-Pulido (2012) determinaron, en Colombia, que mediante el uso de programación matemática se podía aumentar el rendimiento promedio de una troza de *Pinus caribea* de 45,0% a 55,0%.
- Marchesan (2012) determinó el rendimiento para 3 especies tropicales en Porto Velho, Brasil. Estos fueron: *Hymenea courbaril*, 26,4%; *Astronium lecointei*, 34,0%; *Brosiun rubescens*, 29,2%. La misma autora cita el trabajo de Iwakiri (1990) donde se trabajaron

20 especies amazónicas y el rendimiento promedio fue de 52,9% con un rango de variación que iba desde 41,9% hasta 61,8%.

- En México, Nájera (2012) determinó en dos aserraderos privados de El Salto, Durango un rendimiento promedio de 61,4% para *Pinus sp.*
- Rodrigues (2013) encontró un rendimiento promedio de 49,9% para madera de Ipe (*Handroantus sp*) en un aserradero del municipio de Uruará, al oeste del Estado de Pará, Brasil. Señala a la calidad de la troza como el principal factor que influye en el rendimiento de la madera.

5. REGLAS Y TABLAS DE CUBICACIÓN DE TROZAS.

Chuquicaja (1987) señala que debido a la escasez de información sobre factores de conversión de madera rolliza a madera aserrada para las condiciones reales en las que opera la industria de aserrío se recurre a estudios relacionados con el tema, los cuales han sido realizados en países de condiciones diferentes al nuestro. Estos estudios describen las tablas o reglas para cubicar troncos.

Bruce y Schumacher (1965) definen una regla de troncos como una tabla que expresa el rendimiento probable de madera aserrada en trozas de varios diámetros y longitudes.

A continuación se presentan tres métodos para preparar una regla de troncos:

- Método gráfico.- Este método consiste en realizar una gráfica en un plano cartesiano donde se toma el volumen en pies tablares (pt) como variable dependiente y el diámetro y longitud como variables independientes.
- Método de diagramas.- Consiste en dibujar a escala el extremo menor de la troza y luego sobre este y de izquierda a derecha se marcan las tablas que se obtendrán de la troza dejando entre tabla y tabla un espacio correspondiente al ancho de corte.
- Método matemático.- Se han preparado fórmulas matemáticas que proporcionan el rendimiento de una troza en función al diámetro y la longitud de las mismas. Tenemos por ejemplo:

a) Regla Internacional.- esta regla se basa en la siguiente fórmula:

$$V = 0,22D^2 - 0,71D$$

Esta fórmula está basada en trozas de 4 pies de longitud y en anchos de corte de 1/8 de pulgada. La ventaja de esta regla es que puede modificarse fácilmente para aplicarla a cualquier ancho de corte y proporciona una tolerancia para la conicidad de ½ pulgada.

b) Regla Doyle.- se basa en la siguiente fórmula:

$$V = \frac{(D - 4)^2}{16} \times L$$

Esta regla da valores insignificantes para las trozas pequeñas, dando como resultado subestimaciones excesivas; mientras que para trozas muy grandes da valores demasiado altos. No tiene tolerancia a la conicidad y es considerada una regla inexacta y obsoleta.

5.1. CONSTRUCCIÓN DE TABLAS DE CUBICACIÓN

Malleux y Montenegro (1971) señalan que siendo la tabla de volumen un documento de gran importancia en la cubicación de la madera en pie o aserrada y su uso es intenso, debe ser elaborada con especial cuidado tratando que sea lo suficientemente representativa para una cierta localidad, especie o grupo de especies, etc.; así mismo, indican que las condiciones o características de los árboles, incluso los de una misma especie, varían de zona a zona.

En cuanto al tamaño de la muestra Del Pozo (1996) señala que existen tablas de volúmenes que fueron elaboradas con diversos tamaños: 100, 800, 1000 y hasta 7000 árboles (tablas de Grudner y Schwappach en 1928).

5.2. TABLAS DE RENDIMIENTO

Es una tabla que expresa el rendimiento probable de madera en trozas de varios diámetros y longitudes (Bustamante, 2010). Las tablas de rendimiento deben responder a la variabilidad en las dimensiones de la trozas, de las especies que se procesan.

Varios investigadores han realizado tablas de rendimiento en el Perú. Entre ellos, por ejemplo, Bazán (1986) elaboró una tabla de rendimiento de madera aserrada para cedro y tornillo en la localidad de Pucallpa, basado en el factor de conversión de madera rolliza a madera aserrada. Utilizó datos de una muestra de 100 trozas por especie, y mediante un análisis de regresión lineal simple entre el diámetro promedio de la troza y el factor de conversión de la misma, obtiene una ecuación que nos permite calcular el factor de conversión de una troza cuyo diámetro promedio es conocido.

El presente estudio tiene su antecedente más importante en la tabla elaborada por del Pozo (1996) para el aserradero de ADEFOR-Cajamarca, con madera proveniente del raleo de una plantación de *Pinus patula* de 11 años, obtenida de raleo, la cual se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: **Tabla de Rendimiento de *Pinus patula* de 11 años, obtenido de raleo.**

DIÁMETRO DE LA TROZA		LONGITUD DE TROZAS EN PIES Y METROS							
Pulgadas	cm	5' (1,52m)	6' (1,83m)	7' (2,13m)	8' (2,44m)	9' (2,74m)	10' (3,05m)	11' (3,35m)	12' (3,66m)
5	12,7	5,7	6,8	7,9	9,1	10,2	11,3	12,4	13,6
6	15,2	8,2	9,7	11,4	13,0	14,6	16,3	17,9	19,5
7	17,8	11,2	13,2	15,5	17,7	19,9	22,2	24,3	26,6
8	20,3	14,6	17,3	20,2	23,1	26,0	28,9	31,8	34,7
9	22,9	18,5	21,8	25,5	29,3	32,9	36,6	40,2	43,9
10	25,4	22,8	26,9	31,5	36,1	40,5	45,1	49,6	54,1
11	27,9	27,6	32,6	38,1	43,7	49,0	54,6	59,9	65,5
12	30,5	32,8	38,7	45,3	51,9	58,3	64,9	71,3	77,9
13	33,0	38,4	45,4	53,2	60,9	68,4	76,1	83,6	91,3
14	35,6	44,5	52,6	61,6	70,6	79,2	88,2	96,9	105,9
15	38,1	51,1	60,4	70,7	81,0	90,9	101,2	111,2	121,4
16	40,6	58,0	68,6	80,2	91,9	103,2	114,9	126,2	137,9
17	43,2	65,5	77,5	90,7	103,9	116,6	129,8	142,6	155,8
18	45,7	73,4	86,8	101,6	116,4	130,7	145,5	159,8	174,5

FUENTE: Del Pozo, 1996.

De modo similar se observa en Tabla 2 la Tabla de Rendimiento elaborada por Arroyo (2010) para *Eucalyptus globulus* procedente de una plantación (agroforestal) en el valle del Mantaro.

Tabla 2: Tabla de Rendimiento de *Eucalyptus globulus*.

DIÁMETRO DE LA TROZA		LONGITUD DE TROZAS EN PIES Y METROS							
Pulgadas	cm	8' (2,44m)	9' (2,74m)	10' (3,05m)	11' (3,35m)	12' (3,66m)	13' (3,96m)	14' (4,27)	15' (4,57)
8	20,3	20,1	22,6	25,1	27,6	30,2	32,7	35,2	37,7
9	22,9	26,4	29,7	33,0	36,3	39,6	42,9	46,2	49,5
10	25,4	33,8	38,0	42,3	42,5	50,7	54,9	59,2	63,4
11	27,9	42,4	47,7	53,0	58,3	63,4	68,8	74,1	79,4
12	30,5	52,2	58,7	65,2	71,7	78,2	84,7	91,3	97,8
13	33,0	63,2	71,1	79,0	86,9	94,8	102,8	110,7	118,6
14	35,6	75,7	85,2	94,6	104,1	113,5	123,0	132,5	141,9
15	38,1	89,6	100,8	112,0	123,2	134,4	145,6	156,8	168,0
16	40,6	105,0	118,1	131,3	144,4	157,5	170,6	183,8	196,9
17	43,2	122,0	137,3	152,5	167,8	183,0	198,3	213,5	228,8
18	45,7	140,7	158,3	175,9	193,4	211,0	228,6	246,2	263,8
19	48,3	161,1	181,2	201,4	221,5	241,6	261,8	281,9	302,0
20	50,8	183,3	206,2	229,1	252,0	275,0	297,9	320,8	343,7

FUENTE: Arroyo, 2010

5.3. LEGISLACIÓN SOBRE CUBICACIÓN DE TROZAS

Credo y Bravo citados por Del Pozo (1996), indican que el ex servicio forestal de caza y tierras del Perú oficializó, en 1941, por Resolución Suprema N°158 del 17-04-41 el uso de la tabla Doyle para cubicar madera en troza, expresando el resultado como el volumen en pies tablares de madera aserrada. Aunque la tabla que en realidad se oficializó fue la tabla Doyle por un error que fue mantenido a lo largo de los años, se la denominó a esta en forma oficial como la tabla Scribner-Doyle, pensándose en algunos casos que era la combinación de estas dos tablas.

Bazán (1986) indica que el motivo por el cual se oficializó esta tabla fue debido a que durante esos años la mayoría de los aserraderos en la selva funcionaron con capital y maquinaria norteamericana, por lo que se introdujo y se generalizó en el país el uso de la tabla Doyle para la cubicación de madera rolliza, ya que esta tabla tenía un uso generalizado para la cubicación de maderas tropicales en el sur de los Estados Unidos.

Del Pozo (1996), citando a Credo y Bravo, menciona que en 1979 se aprobó la tabla oficial de cubicación de madera rolliza, por Resolución Ministerial N° 01048-79-AA-DGFF, derogándose así definitivamente el uso oficial de la tabla Doyle. Esta nueva tabla utiliza unidades del sistema métrico decimal y los volúmenes se indican directamente en metros cúbicos de madera rolliza. Con esta nueva tabla, se pretende cambiar el sistema de medición y cubicación de madera rolliza, dando volúmenes de madera en troza y no la estimación del rendimiento de la troza. Sin embargo esta tabla no ha podido ser aceptada aún por los comerciantes de madera rolliza que continúan utilizando la tabla Doyle en forma particular.

INRENA (2008), aprueba mediante resolución Jefatural N° 159-2008-INRENA la “Metodología para determinar el coeficiente de rendimiento de madera rolliza (troza) a madera aserrada”.

MINAGRI (2011) mediante la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763), encarga a la Autoridad Administrativa CITES realizar estudios técnicos para determinar los rendimientos de especies forestales maderables a fin de estimar los factores de conversión e informar las decisiones sobre los cupos de exportación de especies CITES.

6. METODOLOGÍA DE COMPARACIÓN POR VARIABLES BINARIAS

Uno de los mecanismos más útiles en el análisis de regresión es la variable binaria o dummy. La variable dummy toma el valor numérico uno (01) para algunas observaciones que indican la presencia de un efecto o pertenencia a un grupo y el valor de cero (00) para las demás observaciones. Las variables binarias constituyen un modo conveniente para hacer cambios discretos de una función a un modelo de regresión (Stock & Watson, 2011; Greene, 1951; Novales, 1993).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del aserradero de ADEFOR, ubicado en Tartar a 3km de la ciudad de Cajamarca, provincia y departamento del mismo nombre.

2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1. MATERIALES

- 85 trozas de *Pinus patula* provenientes de raleo.
- Formatos de registro
- 1 caja de tizas.
- 2 flexómetros de 5 metros.
- Material de escritorio.

2.2. EQUIPOS

- Cámara fotográfica digital.
- Computadora con programas estadísticos IBM SPSS Statistics 19 y Statgraphics Centurión XVII.

3. METODOLOGÍA

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PLANTA DE ASERRÍO.

El aserradero cuenta con una capacidad instalada de 5000 pt por turno de 8 horas. Realiza trabajos de aserrío tanto para ADEFOR como para personas particulares que solicitan el servicio. La especie que se asierra con mayor frecuencia es *Pinus patula*. Se trabaja en menor cantidad con *Pinus radiata* y ocasionalmente con *Eucalyptus sp.* El abastecimiento de trozas proviene de raleos del bosque de Porcón, el cual es manejado en la actualidad por ADEFOR. Las áreas del aserradero se aprecian en la Tabla 3 y la distribución en la Figura 1.

Tabla 3: Áreas de planta del Aserradero de ADEFOR.

<i>Área</i>	<i>m²</i>
Oficina	34,99
Almacén de equipos y materiales	79,97
Taller de Carpintería	321,90
Almacén de madera seca	324,90
Área de habilitado de madera	829,70
Área de aserrió	486,21
Horno de secado	60,00
Taller de afilado.	28,78
Servicios Higiénicos	18,37
Patio de trozas	1055,74
TOTAL	3240,56

FUENTE: Vargas (2012)¹

El Aserradero de ADEFOR cuenta con el siguiente personal:

Personal Administrativo

- 01 Ingeniero Forestal, Encargado de Aserradero.
- 01 administrador, Encargado de Ventas.

Personal Obrero:

- 12 operarios

Se debe señalar que el grado de entrenamiento de los operarios es variable. Se ha dado instrucción técnica especializada a los operadores de la sierra principal y de las máquinas de afilado. El personal en su totalidad recibe instrucción en seguridad. Los trabajos de limpieza, apilado y traslado son rotativos.

En la Tabla 4 se muestran las especificaciones técnicas de los equipos utilizados.

¹ Vargas, JC. 2013. Plano de Aserradero (Correo electrónico). Cajamarca, PE. ADEFOR (Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal).

3.2. TOMA DE DATOS PARA EL PRESENTE ESTUDIO

3.2.1. CARACTERIZACIÓN DE TROZAS

Las trozas que llegan al aserradero de ADEFOR son clasificadas previamente en campo, donde se eligen las trozas de mejores características para el aserrío. Se escogen las trozas más rectas y con un diámetro mínimo de 6 pulgadas en el extremo menor. Se evita enviar trozas que presenten defectos tales como curvaturas, sinuosidades y abultamientos.

Las trozas para el presente estudio se eligieron en el patio de trozas del aserradero de ADEFOR.

3.2.2. DETERMINACIÓN DE TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de muestra se determinó mediante un pre-muestreo de 30 trozas a las cuales se midieron los diámetros mayores y menores y las longitudes. En cada extremo de la troza se midieron los diámetros en cruz. El volumen de la troza se estimó mediante la Fórmula Smalian:

$$V = \pi \times \frac{(D^2 + d^2)}{8} \times L$$

Donde:

V: Volumen en m³.

D: Diámetro promedio mayor (m) sin corteza.

d: Diámetro promedio menor (m) sin corteza.

L: Longitud de la troza en metros.

El tamaño de la muestra se estimó a partir de la variabilidad del comportamiento del volumen. Para ello se determinó el coeficiente de variabilidad del volumen y a partir de este se obtuvo el tamaño de la muestra aplicando la siguiente expresión:

$$n = \frac{t^2 \times CV^2}{E^2}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra redondeado al inmediato superior a partir de 0,5.

t: valor de la tabla t-student para 95,0% de probabilidad (t=2).

CV: Coeficiente de Variabilidad en %.

E: Error de muestreo del 10,0% que refleja el grado de imprecisión al estimar el parámetro poblacional a partir de la muestra.

Una vez determinado el tamaño de la muestra se eligieron al azar las trozas requeridas para el estudio. Debido a la gran cantidad de trozas existentes en el patio de trozas, al momento del estudio, las trozas elegidas se encontraron muy dispersas. De haber esperado a que las trozas seleccionadas pasaran por el proceso de aserrado, el presente estudio, habría tomado semanas o meses en concretarse. Es por ello que se seleccionó la muestra del total de las trozas ubicadas en la pila a ser aserrada en los siguientes días.

3.2.3. SECUENCIA DE TOMA DE DATOS

Previo al ingreso de trozas a la sierra principal, se coordinó con el personal para realizar el siguiente trabajo:

- Selección y marcado de trozas a trabajar. Debido a que no se realiza ningún tipo de codificación sólo se consideró agregar, en ambos extremos de la troza, una numeración ordenada y consecutiva empezando desde el 1 y anteponiendo la letra P.
- Medición de la troza:
 - 1) Diámetro mayor: se realizó dos medidas perpendiculares, sin considerar la corteza, en centímetros
 - 2) Diámetro menor: se realizó dos medidas perpendiculares, sin considerar la corteza, en centímetros.
 - 3) Longitud total de la troza, en metros con 03 decimales.

El proceso productivo no sigue un orden determinado. En ocasiones, después de pasar por la sierra principal, las tablas son canteadas cuando se llega a la altura máxima de apilado. Una vez que no se puede apilar más tablas se procede al canteado. En otras ocasiones, el canteado se realiza inmediatamente después del corte principal. Solo son despuntadas las tablas que presentan defectos muy graves, como nudos muertos de gran tamaño o pudrición en un gran sector de la tabla. Sin embargo, el despuntado sólo se realiza el último día de la semana. Las tablas resultantes son medidas y apiladas de acuerdo a sus dimensiones

comerciales. Una vez que se ha trabajado una cantidad determinada de trozas, la madera apilada se lleva al patio de secado para su venta. En caso no ocurra, pasa a almacén.

Debido a las características del proceso, se realizó el marcado y la toma de los datos iniciales de las trozas antes de entrar a la sierra principal y luego se codificó cada una de las tablas resultantes para esperar a ser canteadas. A dichas tablas se le asignó el mismo código de la troza de procedencia. La medición de la madera aserrada se realizó con la ayuda de un trabajador en el momento previo al apilado final considerando las siguientes dimensiones:

- 1) Espesor: Dimensión menor de la escuadría de una pieza de madera aserrada.
- 2) Ancho: Dimensión mayor de la escuadría de una pieza de madera aserrada.
- 3) Largo: Distancia entre los dos extremos o cabezas de una pieza de madera aserrada.

3.3. PROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez recopilada la información necesaria para el presente estudio, se procedió al procesamiento de la misma, de acuerdo a la siguiente secuencia:

3.3.1. CUBICACIÓN DE TROZAS.

Se realizó empleando la fórmula de Smalian, que considera a la troza como un cilindro geométrico cuya base es el promedio de los diámetros extremos y la altura es la longitud de la troza.

3.3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS DEFECTOS DE LAS TROZAS EVALUADAS.

Los defectos de las trozas se tomaron en cuenta para su caracterización de acuerdo a la propuesta de INRENA-UNALM (2008) que se presenta en Tabla 5, la cual establece que una troza pertenece a una categoría establecida si cumple con al menos tres (03) variables. Esta metodología se complementó en el presente estudio cuantificando las variables de la siguiente manera:

- Forma de sección y rectitud: se calificaron con 3 para la primera categoría; 2, para la segunda; y 1 para la tercera.
- Conicidad y Manchas o pudrición: se calificaron con 2 para la primera categoría; 1, para la segunda; y 0 para la tercera.

Tabla 4: Características de las máquinas del aserradero.

Máquinas del Aserradero	Características
Sierra Principal de Cinta	<p>Marca: Turbina LTDA – Brasil Fabricación: Junio de 1993 Peso: 800kg Motor: Trifásico de 111kg de 20cv, marca WEG (Brasil) Volante: 81,20cm (32") Ancho de cinta: 8,89cm (3 ½") Dientes: Simples sin estilizado. Ancho de corte: 4mm Mantenimiento: semanal Aserrín: una fosa</p>
Carro portatroza	<p>Marca: Turbina LTDA – Brasil Fecha de fabricación: 07/93 Motor del winche: trifásico 5hp Cable de winche: 20,0m x ½" de diámetro. Funcionamiento: hidráulico, sistema de tres fases. Longitud de rieles: 13,0m; Distancia entre rieles: 1m Ancho del carro: 4,0m Número de ruedas: 8; Número de escuadras: 4 Graduación de corte: Manual de 0 a 3 pulgadas, hasta 2mm mínimo de graduación. Volteo de trozas: manual Mantenimiento: semanal</p>
Despuntadora:	<p>Tipo: péndulo de disco Marca: Turbina LTDA – Brasil Motor: Trifásico WEG, 5cv Número de sierras: 01 Diámetro de disco: máximo 50,8cm (20") Tipo de dientes: Reforzados Ancho de corte: 0,5cm Número de rodillos: 16 Longitud de mesa de apoyo: 7,0m Mantenimiento: semanal</p>
Sierra de disco – canteadora	<p>Marca: Diseñada en Cajamarca Motor: Trifásico, 12hp, DELCROSA SA – Perú, 1746r/m Transmisión: 2 fajas en V. Diámetro del disco: Máximo 25,4cm (10") Tipo de dientes del disco: Fijos Afilado del disco: cada dos días Número de guías: una con dos escuadras Capacidad máxima de corte: 27,9cm (11") Ancho de corte: 5mm Mantenimiento: semanal; Aserrín: Fosa</p>

FUENTE: Elaboración propia.

De esta manera, las trozas que obtengan una calificación mayor o igual a 9 pertenecerán a la primera categoría; una calificación de 8 a 7, a la segunda categoría y las que tengan menos de 7, a la tercera categoría. Esta calificación obedece a la prioridad de las variables Forma de sección y rectitud en la clasificación de trozas provenientes de plantaciones.

3.3.3. CUBICACIÓN DE MADERA ASERRADA.

El volumen de las piezas de madera aserrada es el resultado del producto del espesor por el ancho y largo de las tablas. La unidad de volumen es el metro cúbico (m³).

- 1) Espesor: medida comercial tomada en pulgadas y en milímetros.
- 2) Ancho: medida comercial tomada en pulgadas y en milímetros.
- 3) Largo: medida comercial tomada en pies y en metros.

Las tablas se agruparon de acuerdo a la denominación utilizada por Llavé (2008), la cual se puede apreciar en la Tabla 6.

Tabla 5: Calidad de Trozas de acuerdo a Defectos Observados.

VARIABLE	CALIDAD POR CATEGORÍAS		
	PRIMERA(I)	SEGUNDA (II)	TERCERA (III)
Forma de sección	Circular	Ovalada	Irregular
Conicidad	Cilíndrica: Cuando el coeficiente a ahusamiento es $\leq 2\text{cm/m}$	Semicilíndrica. Cuando el coeficiente de ahusamiento es: $>2\text{cm/m}$ y $\leq 5\text{cm/m}$	Ahusada: Cuando el coeficiente de ahusamiento es: $\geq 5\text{cm/m}$
Rectitud	Derecha	Semisinuosa	Sinuosa o torcida
Acañonado o Hueco	Ninguno	Hasta 25%	Más de 25%
Rajadura	No presenta	Solo una (01) ancho (abertura) $< 2,5\text{cm}$ profundidad $< 25\%$ del largo de la troza	Más de una (01). Ancho (abertura) $< 5,0\text{cm}$ profundidad $< 50\%$ del largo de la troza.
Grieta	Solo una (01) largo $\leq 5\%$ del largo de la troza. Profundidad $\leq 5\%$ del radio (r)	Hasta tres (03). Largo $> 5\%$ y $< 10\%$ del largo de la troza. Profundidad $> 5\%$ y $\leq 50\%$ del radio (r)	Más de cuatro (04). Largo $> 10\%$ del largo de la troza. Profundidad $> 50\%$ del radio (r)
Abultamiento	No presenta	Solo uno (01)	Más de uno (01)
Ataque de insectos	No presenta	Ligero	Sí presenta.

FUENTE: INRENA (2008)

Tabla 6: Clasificación de piezas aserradas según sus dimensiones.

<i>Denominación</i>	<i>Espesor</i>	<i>Ancho</i>	<i>Longitud</i>
Comercial	1" a 4"	desde 6"	6' a 16'
Larga angosta	1" a 4"	menor a 6"	6' a 16'
Corta	1" a 4"	desde 4"	menor a 6'
Especial	Desde 3/4"	menor a 4"	menor a 6'

FUENTE: INRENA (2008)

3.3.4. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO.

El Rendimiento de madera rolliza a madera aserrada se determinó mediante la siguiente relación:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{Volumen Aserrado}}{\text{Volumen Rollizo}} \times 100$$

3.4. ESTUDIO ESTADÍSTICO

El estudio estadístico se realizó utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics. Para la prueba de comparación de regresiones lineales se utilizó el programa Statgraphics Centurión.

3.4.1. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

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

- Diámetro promedio de la troza (X_1), variable independiente.
- Longitud de la troza (X_2), variable independiente.
- Coeficiente de Conversión (Y_1), variable dependiente.

3.4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VOLUMEN ROLLIZO Y VOLUMEN ASERRADO.

Con la finalidad de validar el Coeficiente de Conversión del Aserradero de ADEFOR se verificó la significancia al 5,0% de la correlación entre las variables “Volumen Rollizo” y “Volumen aserrado”, para lo cual, se realizó un análisis de correlación en base a las siguientes hipótesis:

$H_o: r = 0$ (no hay correlación significativa)

$H_A: r \neq 0$ (existe correlación significativa)

3.4.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE DIÁMETRO PROMEDIO Y LONGITUD VS COEFICIENTE DE CONVERSIÓN.

Se realizó el análisis de correlación entre las variables independientes (Diámetro promedio y Longitud de Troza) y la variable dependiente (Coeficiente de Conversión) con la finalidad de establecer su significancia al 5,0% para predecir el comportamiento del Coeficiente de Conversión y así dicha variable sea útil (por si sola) para elaborar una Tabla de Rendimiento. Para dichas pruebas se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_o: r = 0$ (no hay correlación significativa)

$H_A: r \neq 0$ (existe correlación significativa)

3.4.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN SIMPLE

Se realizó el análisis de regresión simple entre las variables independientes que presentaron una correlación significativa en el punto anterior y el Coeficiente de conversión. A partir de este análisis se determinó una ecuación de regresión para la especie. Esta ecuación se puede expresar del siguiente modo:

$$Y_1 = \beta_o + \beta_1 * X_i$$

Donde:

Y_1 : Coeficiente de Conversión.

X_1 : Diámetro promedio de la troza.

β_o : valor constante.

β_i : Coeficiente de regresión.

Se realizó un Análisis de varianza para corroborar la significancia de la ecuación, la cual presenta las siguientes hipótesis:

$H_o: \beta_1 = 0$ (La pendiente de la ecuación es igual a cero)

$H_a: \beta_1 \neq 0$ (La pendiente de la ecuación es distinta de cero)

3.4.5. GRÁFICO DE DISPERSIÓN

Se elaboró los gráficos de dispersión entre el coeficiente de conversión y las variables independientes que cumplan con presentar una ecuación significativa:

- Diámetro promedio (cm) vs Coeficiente de Conversión

3.4.6. ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Se determinó una ecuación de regresión múltiple tomando como variables independientes a la Longitud de troza (m) y el Diámetro promedio de troza (cm). La significancia de la ecuación elegida se demostró mediante las siguientes hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = 0 \text{ (La pendiente de la ecuación es igual a cero)}$$

$$H_a: \beta_1 \neq 0 \text{ (La pendiente de la ecuación es distinta de cero)}$$

3.5. ELABORACIÓN DE LA TABLA DE RENDIMIENTO

La tabla de rendimiento se elaboró utilizando un Coeficiente de conversión estimado mediante una ecuación que explique su comportamiento a partir del Diámetro promedio (cm) y Longitud de Troza (m) como variables independientes. Se siguió el siguiente procedimiento:

- 1) Considerando la frecuencia de longitud de trozas y la amplitud de la variable diámetro promedio de troza se calculó el volumen rollizo en m³ para cada una de las posibles combinaciones pre-determinadas (diámetro promedio – longitud de troza).
- 2) Utilizando las ecuaciones de regresión determinadas se estimó el Coeficiente de conversión para cada uno de los diámetros promedios de trozas pre-determinadas, en el caso de regresión simple y a partir de los diámetros promedio y longitudes de troza para el caso de regresión múltiple.
- 3) Se estimó el volumen en m³ de madera aserrada a obtenerse de cada una de las posibles combinaciones multiplicando el volumen rollizo por su respectivo Coeficiente de conversión.
- 4) Teniendo en cuenta que 1m³ de madera aserrada es igual a 424pt, se convirtió el volumen de madera aserrada (estimado en el paso anterior) de metros cúbicos a pies tablares.
- 5) Los volúmenes obtenidos fueron ordenados en una tabla de doble entrada. En la parte superior de ésta se indica la longitud de las trozas en pies y en metros, y en el

lado izquierdo, en sentido vertical se indican los diámetros promedios de las trozas en pulgadas y centímetros, sin corteza.

3.6. COMPARACIÓN DE TABLAS DE RENDIMIENTO.

Se comparó las ecuaciones de regresión que estiman el Coeficiente de regresión, debido a que estas son el único factor que diferencia las Tablas de Rendimiento. En el caso del presente estudio se realizó la comparación de ecuaciones de regresión simple con factor independiente Diámetro promedio (cm).

Se comparó las ecuaciones que generaron dichas tablas empleando el procedimiento de variable binaria o “dummy” para determinar si las relaciones son estadísticamente diferentes. Se comparó el Coeficiente de Conversión de madera rolliza de las dos muestras: La ecuación (1) presenta el modelo de regresión aplicado a ambas muestras:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X .. (1)$$

$$\text{Coeficiente de Conversión} = \beta_0 + \beta_1 * \text{Diam.prom. (cm)} .. (1)$$

Para demostrar que efectivamente existe una diferencia se utilizó el modelo con la siguiente especificación:

Coeficiente de Conversión

$$= \beta_0 + \beta_1 * \text{Diam.prom. (cm)} + \beta_2 * D + \beta_3 * D * \text{Diam.prom. (2)}$$

Donde la variable “D” es una variable dicotómica que indica 1 si la observación de la troza corresponde a la muestra del presente estudio y 0 si corresponde a la muestra de Del Pozo (1996). El coeficiente β_3 , asociado a una interacción entre la variable “D” y el diámetro promedio en centímetros, indica el coeficiente de conversión adicional de las trozas del presente estudio en comparación con las trozas analizadas en el estudio de Del Pozo (1996). Para entender la nueva especificación fue necesario revisar cual sería el efecto esperado en caso se active la variable “D”, es decir, la observación corresponda a la muestra de este estudio o no. De este modo, el Coeficiente de Conversión esperado cuando la variable D toma el valor de cero es:

$$E[\text{Coeficiente de Conversión.} / D = 0] = \beta_0 + \beta_1 * \text{Diam.prom. (cm)} .. (3)$$

La ecuación 3 presenta el efecto esperado en el Coeficiente de Conversión cuando la observación de la troza corresponde a la muestra de Del Pozo (1996). Como puede observarse solo queda una constante y la pendiente asociada al diámetro promedio.

En cambio, la ecuación 4 muestra el efecto esperado en el coeficiente conversión correspondiente a la muestra del presente estudio cuando la variable D toma el valor de uno (01):

$$E[\text{Coeficiente de conversión}/ D = 1] \\ = \beta_0 + \beta_2 + \text{Diam.prom.}(cm) * (\beta_1 + \beta_3) ..(4)$$

Para verificar que el coeficiente de conversión en ambas muestras es estadísticamente diferente, se puede realizar la diferencia de acuerdo a la ecuación (5):

$$E[\text{Coeficiente de conversión}/ D = 1]- E[\text{Coeficiente de conversión}/ D = 0] \\ = \beta_2 + \beta_3 * \text{Diam.prom...}(5)$$

Cuando los coeficientes β_2 y β_3 son estadísticamente iguales a cero; se acepta que los coeficientes de conversión obtenidos en el estudio actual y el obtenido por Del Pozo (1996) son iguales. Por otro lado, si sólo β_3 fuese estadísticamente igual a cero se admite que el aumento en el coeficiente de conversión de la troza ante un incremento de un centímetro en el diámetro promedio es igual en ambas muestras. Sin embargo, el coeficiente de conversión promedio de la troza es distinto en cada muestra ya que el coeficiente β_2 es diferente de cero. Particularmente, el coeficiente de conversión promedio de la relación hallada por Del Pozo (1996) corresponde a β_0 mientras que el de la muestra actual es $\beta_0 + \beta_2$.

Cuando sólo β_2 es estadísticamente igual a cero ocurre el caso inverso en que el coeficiente de conversión de ambas muestras coincide; pero el incremento en el coeficiente de conversión de la troza por cada centímetro en el diámetro promedio es distinto. En particular, el aumento en el coeficiente de conversión de la muestra de Del Pozo (1996) corresponde a β_1 ; mientras que el de la muestra actual es $\beta_1 + \beta_3$. Cuando ambos coeficientes son estadísticamente significativos ambos coeficiente de conversión son diferentes tanto en media como en pendiente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. PRE-MUESTREO

El coeficiente de variabilidad del volumen determinado para la muestra de 30 trozas fue de 45,5%, tal como se puede observar en la Tabla 7. Considerando un error de 10,0% se determinó que la muestra para el presente estudio es de 83 trozas, cantidad que se redondeó a 85 trozas. Los datos utilizados se presentan en el Anexo 1.

Tabla 7: Medidas de dispersión para trozas de pre-muestreo.

<i>Variable en estudio</i>	<i>Media aritmética (m³)</i>	<i>Desviación Estándar (m³)</i>	<i>Coefficiente de Variabilidad (%)</i>
Volumen de la troza	0,131	0,060	45,5

FUENTE: *Elaboración propia*

2. CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA ROLLIZA

La información de las 85 trozas que comprendió el estudio de rendimiento se presenta en el Anexo 2.

2.1. AGRUPAMIENTO DIAMÉTRICO

La metodología propuesta por INRENA-UNALM (2008) sugiere emplear un ancho de clase de 10,0cm, sin embargo, de haber seguido esta metodología sólo habría 3 clases diamétricas, ya que el rango es menor a 30,0cm, lo cual no permite observar bien el comportamiento del diámetro. Por ello utilizando la Regla de Sturges se determinó 8 clases. La distribución de frecuencias para Diámetro promedio se presenta en la Tabla 8. Los datos de origen se encuentran en el Anexo 2.

Tabla 8: Distribución de frecuencias para el Diámetro promedio de troza (cm)

<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje (%)</i>	<i>Porcentaje acumulado (%)</i>
15,1 - 18,0	4	4,7	4,7
18,1 - 21,0	15	17,6	22,4
21,1 - 24,0	21	24,7	47,1
24,1 - 27,0	18	21,2	68,2
27,1 - 30,0	14	16,5	84,7
30,1 - 33,0	7	8,2	92,9
33,1 - 36,0	5	5,9	98,8
36,1 a más	1	1,2	100
Total	85	100	

FUENTE: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 8 el mayor número de observaciones se encuentra en la clase diamétrica de 21,1cm a 24,0cm. El valor máximo del diámetro es 40,7cm y el mínimo es 15,8cm. El comportamiento del diámetro promedio se aproxima a la distribución normal que en el histograma de la Figura 2 se aprecia de forma acampanada, como se espera observar en una muestra aleatoria.

2.2. AGRUPAMIENTO DE LONGITUDES.

En este caso no se utilizó la regla de Sturges. El mínimo valor encontrado fue de 1,4m y el mayor de 2,55m. Para determinar el ancho de clase se tomó en cuenta la presentación del mercado en el cual la longitud de las piezas se hace en pies y se tomó el valor inicial en base al valor mínimo encontrado, el cual es de 1,20m (4 pies). El tamaño de clase se aproximó a 1 pie equivalente a 0,30m. La distribución de frecuencias para Longitud de troza se presenta en la Tabla 9. Los datos de origen se encuentran en el Anexo 2.

Tabla 9: Distribución de frecuencias para la Longitud de troza (metros)

<i>Clase Longitudinal</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje (%)</i>	<i>Porcentaje acumulado (%)</i>
1,21 - 1,50	4	4,7	4,7
1,51 - 1,80	2	2,4	7,1
1,81 - 2,10	2	2,4	9,4
2,11 - 2,40	0	0	9,4
2,41 - 2,70	77	90,6	100,0
Total	85	100,0	

FUENTE: Elaboración propia

El 90,6% de observaciones se encuentra en la clase longitudinal de 2,41m a 2,70m. Esto se debe a que en el bosque se busca dar a la troza una longitud de aproximadamente 2,50m (8 pies) ya que es la medida máxima que combina un mayor valor económico y un mejor manipuleo para las condiciones del aserradero. En la Figura 3 se observa que el histograma no denota una forma acampanada.

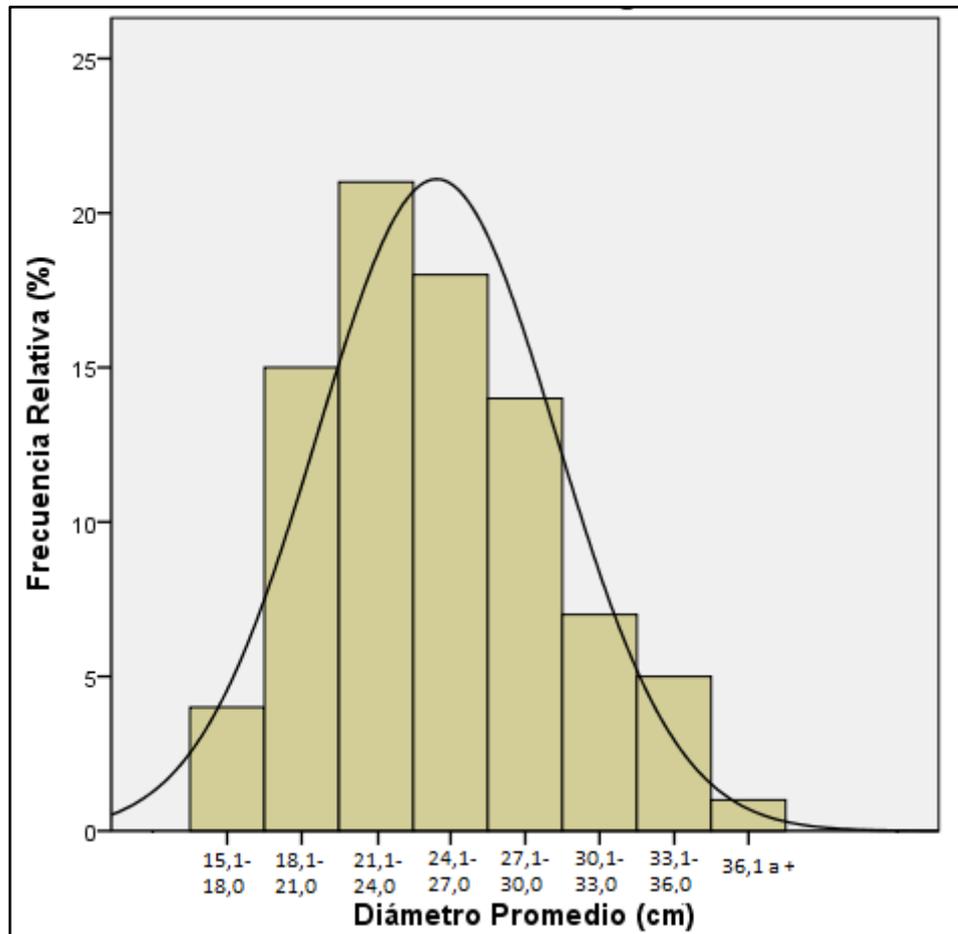


Figura 2: Frecuencia de Diámetro de trozas

FUENTE: Elaboración propia.

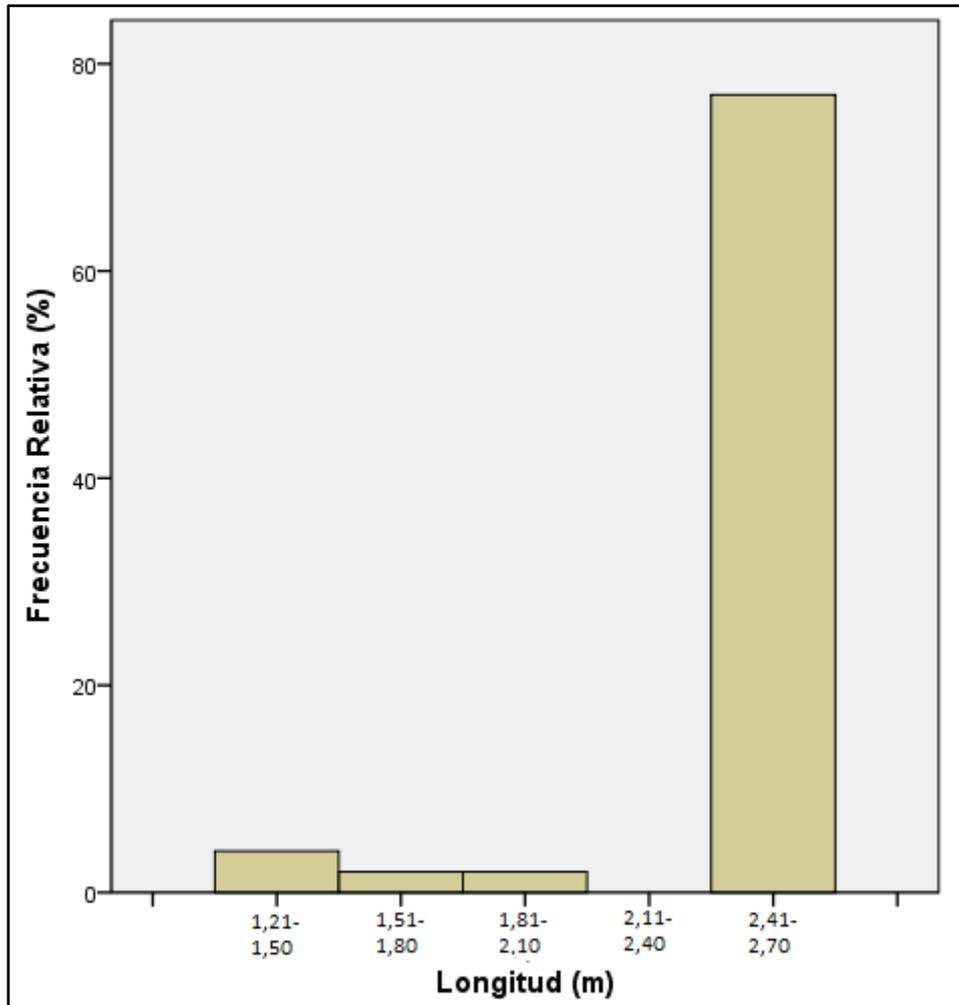


Figura 3: Frecuencia de longitudes de troza.

FUENTE: Elaboración propia.

2.3. DEFECTOS DE LAS TROZAS.

Debido a que las trozas fueron seleccionadas y preparadas en campo para ser llevadas al aserradero estas no presentaron defectos como huecos, rajaduras, grietas ni ataques de insectos. En algunos casos se observaron nudos prominentes o ramas mal cortadas. Uno de los problemas más frecuentes fue la presencia de hongos: 16 trozas con presencia de hongo cromógeno color negro. Los defectos de las trozas se clasificaron en la Tabla 10 de acuerdo a los criterios de calidad de INRENA-UNALM (2008). La calidad de las trozas se clasificó de acuerdo a la calificación propuesta. Como se observa, 81,1% de las trozas (69) son de calidad Primera, mientras que tan solo 4,7% son de tercera. Se debe señalar que defectos como rectitud o presencia ramas mal cortadas no se midieron de manera cuantitativa debido a la exigencia de rapidez en el trabajo. Esta clasificación muestra una gran mejoría en la calidad de las trozas con respecto a lo hallado por Del Pozo (1996) quien señala que las trozas con las que elaboró su estudio eran torcidas y presentaban, en su gran mayoría, nudos resaltantes (69,0%).

Tabla 10: Calidad de trozas según sus defectos.

CRITERIO	CATEGORÍAS		
	Primera	Segunda	Tercera
Forma de sección	60	11	4
Conicidad	70	15	0
Rectitud	61	10	4
Manchas u hongos	69	16	0
CALIDAD	69	12	4

FUENTE: Elaboración propia.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA ASERRADA.

La información de las 577 piezas obtenidas del aserrío de las 85 trozas se detalla en el Anexo 3.

3.1. FRECUENCIA DE ESPESORES, ANCHOS Y LONGITUDES DE LAS PIEZAS ASERRADAS.

El aserrío de las 85 trozas generó 577 piezas de distintas dimensiones. Es decir, en promedio se espera obtener 6,8 tablas por troza con una desviación estándar de 2,3 tablas por troza. El espesor, ancho y largo de las piezas aserradas dependió básicamente de la calidad y dimensiones de las trozas. En las Tablas 11, 12 y 13 se presentan las frecuencias de los espesores, anchos y largos de las piezas aserradas obtenidas.

En la Tabla 11 se puede observar que el espesor más frecuente es $\frac{3}{4}$ " con 59,5%. Porcentaje mayor al de las tablas de espesor 1" (28,8%). La alta incidencia de tablas de $\frac{3}{4}$ " se debe a problemas en el corte, probablemente ocasionados por falta de tensión en la cinta, cuando se trataba de obtener un espesor de 1"; lo cual generó un gran volumen de tablas descalibradas con espesores variables de más de 1" a menos de 1" hasta en 4mm. Se entiende mejor lo anterior si se observan los valores en el sistema métrico, ya que el 72,3% de tablas de la categoría $\frac{3}{4}$ " presentaron espesores de 22mm a 25mm, cercanos a 1".

En cuanto al ancho de tabla, como se puede observar en la Tabla 12, la dimensión más frecuente es 6" (22,4%) seguida por 5" (19,4%). Finalmente, en la Tabla 13, se aprecia que la longitud más recurrente es 8 pies con un total de 77,1% considerando que es la longitud solicitada por ADEFOR. En general, la variabilidad de la longitud está determinada por la longitud de la troza a excepción de algunos casos donde se descontó 1 pie por excesiva presencia de corteza en la tabla.

3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS ASERRADAS EN BASE A SUS DIMENSIONES

Debido a la variabilidad en dimensiones, las piezas se clasificaron de acuerdo a la clasificación utilizada por INRENA (2008). En la Tabla 14 se puede observar que el mayor número de piezas se encuentra en la denominación Especial (54,3%), seguido por la denominación Comercial (29,3%). Se debe resaltar que la principal característica que ubica a la denominación Especial en primer lugar es el Espesor de las tablas descalibradas, pues el 98,1% de las piezas (367 tablas) de dicha denominación, tienen un Espesor de $\frac{3}{4}$ ". Incluso en esta categoría se encuentra que el 82,1% (307 tablas) posee una longitud mayor o igual a 6'.

Tabla 11: Frecuencia de Espesores de las Piezas aserradas.

Esesor de Tabla	N° de Piezas aserradas	Porcentaje (%)
1/2"	24	4,2
3/4"	343	59,4
1"	166	28,8
1 1/2"	23	4
2"	21	3,6

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 12: Frecuencia de Anchos de las Piezas aserradas.

Ancho de tabla	N° de piezas aserradas	Porcentaje (%)
2"	7	1,2
3"	20	3,5
4"	58	10
5"	112	19,4
6"	129	22,4
7"	93	16,1
8"	70	12,1
9"	68	11,8
10"	18	3,1
11"	2	0,4

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 13: Frecuencia de Longitudes de las Piezas aserradas.

<i>Longitud de tabla</i>	<i>N° de piezas aserradas</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
2'	18	3,1
3'	32	5,6
4'	36	6,2
5'	16	2,8
6'	7	1,2
7'	23	4,0
8'	445	77,1

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 14: Distribución de piezas aserradas según su clasificación por dimensiones.

<i>Denominación</i>	<i>N° de Piezas</i>	<i>Volumen (pt)</i>	<i>Volumen (%)</i>
Comercial	103	566 ⁸	29,3
Larga angosta	49	158	8,2
Corta	51	158 ¹⁰	8,2
Madera Especial	374	1051	54,3
TOTAL	577	1934⁶	0

FUENTE: Elaboración propia.

4. ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES EVALUADAS

4.1. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

En la Tabla 15 se presentan los valores de diámetro promedio de troza, longitud de troza y Coeficiente de conversión de madera rolliza a madera aserrada para la especie *Pinus patula* obtenidos en el para edades de 22 años y 11 años, es decir en el estudio presente y en el de Del Pozo (1996), respectivamente.

Se debe señalar, que al igual que las trozas tomadas en el anterior estudio, estas provienen del primer raleo realizado en la plantación, con la diferencia que las trozas empleadas en el presente estudio provienen de un bosque de 22 años de edad mientras las trozas empleadas en el anterior estudio, tenían 11 años.

En esta Tabla puede apreciarse que el diámetro promedio de la muestra es 25,1cm; superior en 7,8cm al diámetro promedio obtenido por Del Pozo (1996). Esto se puede explicar por la mayor edad de las trozas con las que se trabajó en el presente estudio.

El coeficiente de variación del diámetro es mayor para las trozas del estudio actual en 5,7%. Se esperaba tener un coeficiente de variación similar pues la muestra proviene de una plantación. Esta variabilidad se puede explicar por la falta de tratamientos silviculturales como podas y realeos; y por las características genéticas propias de la especie.

La longitud promedio de las trozas de 2,4m se debe a que en el bosque se busca que las trozas tengan 8 pies de longitud. Sin embargo, en algunas ocasiones, tras obtener la mayor cantidad de trozas de 8 pies de largo se lleva también al aserradero el resto del tronco que mide menos de 8 pies, lo que genera un bajo coeficiente de variación de la longitud.

El presente estudio permite determinar un coeficiente de conversión en aserrío de 0,432, el cual significa un rendimiento comercial de 43,2%. Este rendimiento se encuentra dentro del rango de 35,2% a 43,3%, establecido por Murara (2005) para aserrío convencional. Sin embargo, es bajo si se compara con otros valores hallados para el mismo género en Brasil (Valério, 2008; Dobner, 2012; Murara, 2005), Colombia (Herrera y Leal-Pulido, 2012) y México (Nájera, 2012). En el medio nacional, el Coeficiente de Conversión es bajo si se compara con los calculados para madera obtenida de plantaciones, como por ejemplo el de teca, la cual también es madera de raleo, en el Valle de Chanchamayo, igual a 0,48 (Llavé,

2008); y el determinado en el valle del Mantaro para el eucaplito, igual a 0,56 (Miguel, 1989).

Cabe destacar que cuando se consideran las dimensiones reales de la madera aserrada en el sistema métrico, en lugar de las dimensiones comerciales, el rendimiento aumenta a 55,8% debido a que en la cubicación de las tablas, en este caso descalibradas, se utiliza el sistema inglés.

El Coeficiente de conversión del presente estudio aumentó en 0,04 con respecto al realizado por Del Pozo (1996). Este resultado coincide con lo afirmado por Bruce y Schumacher (1965) quienes afirman que hay una relación directa entre el diámetro y el coeficiente de conversión y contradice lo afirmado por Murara (2005) quien afirma que en el aserrío convencional no hay mejora en el rendimiento cuando aumenta el diámetro. Si se considera que el aserradero mantiene las mismas máquinas e instalaciones con las que se elaboró el estudio de Del Pozo (1996) y que hubo una pérdida de madera por mal corte se podría afirmar que el aumento en el coeficiente de conversión pudo haber sido mayor. Por otro lado, el aumento en la calidad de la madera puede también explicar el aumento en el coeficiente de conversión; sin embargo este factor no es comparable pues Del Pozo (1996) no establece criterios de calidad cuantificables. La disminución de 13,3% en el Coeficiente de Variación del Coeficiente de Conversión se puede explicar por la calidad más homogénea de las trozas debido a la selección previa realizada en campo de acuerdo a los criterios de rectitud y diámetro mínimo de trozas, así como presencia de abultamientos; a diferencia de la muestra tomada por Del Pozo (1996) que incluyó el 69,0% de trozas con gran presencia de abultamientos y torceduras.

Tabla 15: Medidas de tendencia central y dispersión

<i>Medida de Dispersión</i>	<i>Diámetro Promedio (cm)</i>		<i>Longitud de Troza (m)</i>		<i>Coefficiente de Conversión</i>	
	<i>Estudio Actual</i>	<i>Estudio Del Pozo (1996)</i>	<i>Estudio Actual</i>	<i>Estudio Del Pozo (1996)</i>	<i>Estudio Actual</i>	<i>Estudio Del Pozo (1996)</i>
Media Aritmética	25,139	17,373	2,427	2,020	0,432	0,391
Varianza	23,932	5,702	0,079	0,190	0,003	0,008
Desviación Estándar	4,892	2,388	0,281	0,440	0,055	0,090
Coeficiente de Variación	19,460	13,745	11,578	21,782	12,731	23,018

FUENTE: Elaboración propia.

4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN: VOLUMEN ROLLIZO VS VOLUMEN ASERRADO.

En la Tabla 16 se puede observar que el Coeficiente de Correlación (R) entre Volumen rollizo y Volumen aserrado es igual a 0,95 lo cual se traduce en una correlación altamente significativa y directamente proporcional, es decir que el volumen aserrado aumenta con el volumen rollizo.

Tabla 16: Análisis de Correlación entre Volumen rollizo y Volumen aserrado

Correlaciones		Volúmen rollizo (pt)	Volúmen aserrado (pt)
Volúmen rollizo (pt)	Correlación de Pearson	1	0,949**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	85	85

FUENTE: Elaboración propia.

4.3. ANÁLISIS DE REGRESIÓN SIMPLE

4.3.1. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE DIÁMETRO PROMEDIO Y LONGITUD VS COEFICIENTE DE CONVERSIÓN.

En la Tabla 17 se observa que el Coeficiente de correlación es igual a 0,22, es decir, la correlación es débil y directamente proporcional. El coeficiente de determinación (R^2) es 4,8%, lo que significa que este porcentaje de la variabilidad del Coeficiente de Conversión está explicado por la variación del diámetro promedio (cm) de las trozas. Este valor es bajo, sin embargo, estadísticamente significativo. Ello garantiza la existencia de una relación lineal entre dichas variables, lo cual permitirá continuar el procedimiento de construcción de la Tabla de rendimiento a partir del Diámetro promedio.

En la correlación entre Coeficiente de conversión y Longitud de troza (m), la Tabla 18 nos revela que no existe correlación significativa para un $\alpha = 0,05$. Es decir que no existe una relación lineal entre las variables, por lo que no se puede continuar el procedimiento de construcción de la Tabla de rendimiento a partir, únicamente, de la Longitud de Troza. Este resultado coincide por lo afirmado por Bazán (1986).

Tabla 17: Análisis de Correlación entre Coeficiente de Conversión vs. Diámetro promedio.

Correlaciones		Coeficiente de conversión	Diámetro Promedio (cm)
Coeficiente de Conversión	Correlación de Pearson	1	0,22
	Sig. (bilateral)		0,043
	N	85	85

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 18: Análisis de Correlación entre Coeficiente de Conversión vs. Longitud de troza

Correlaciones		Coeficiente de conversión	Longitud (m)
Coeficiente de Conversión	Correlación de Pearson	1	0,157
	Sig. (bilateral)		0,151
	N	85	85

FUENTE: Elaboración propia.

4.3.2. REGRESIÓN LINEAL SIMPLE: DIÁMETRO PROMEDIO (CM) VS COEFICIENTE DE CONVERSIÓN.

Mediante el estudio de supuestos del modelo de regresión lineal simple se verificó la linealidad, normalidad y homocedasticidad, lo cual se detalla en el Anexo 4. De la Tabla 19 se obtienen los coeficientes para la regresión. La ecuación de regresión lineal es la siguiente:

$$\hat{Y} = 2,49 \times 10^{-3} X + 0,37$$

Donde:

\hat{Y} = Coeficiente de conversión.

X = Diámetro promedio (cm).

El coeficiente asociado al diámetro promedio es muy bajo. Esto se explica pues el valor estimado del Coeficiente de conversión (\hat{Y}) es un valor comprendido entre 0 y 1.

Tabla 19: Coeficientes de la Regresión lineal simple: Diámetro promedio vs Coeficiente de conversión

<i>Modelo</i>		<i>Coefficientes no estandarizados</i>		<i>Coefficientes tipificados</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
		<i>B</i>	<i>Error típ.</i>	<i>Beta</i>		
Regresión Lineal Simple	(Constante)	0,370	0,031		11,875	0,000
	Diámetro Promedio (cm)	0,00249	0,001	0,22	2,051	0,043

FUENTE: *Elaboración propia.*

4.3.3. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN: DIÁMETRO PROMEDIO VS COEFICIENTE DE CONVERSIÓN.

En la Figura 4 se puede corroborar la tendencia lineal de la relación del diámetro promedio con el coeficiente de conversión. Según la escala de Calzada (1982) la correlación entre ambas variables se califica de muy baja la cual se puede observar en la poca coincidencia entre los valores observados y la recta de regresión. Esto se puede atribuir, a pesar de la homogeneidad de las trozas, a la falta de precisión en el corte como consecuencia de la fatiga de la cinta y el cansancio del aserrador en el momento de decidir el corte.

4.3.4. ANÁLISIS DE VARIANZA: DIÁMETRO PROMEDIO VS COEFICIENTE DE CONVERSIÓN.

Como se observa en la Tabla 20, la relación lineal entre el diámetro promedio (cm) y el Coeficiente de Conversión es significativa, por lo que se acepta como válida la ecuación de regresión para elaborar la Tabla de Rendimiento.

Tabla 20: Análisis de Varianza de la Regresión lineal simples: Diámetro promedio vs Coeficiente de Conversión

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Regresión	0,0124	1	0,0124	4,2	0,043
Residual	0,247	83	0,0029		
Total	0,259	84			

FUENTE: Elaboración propia.

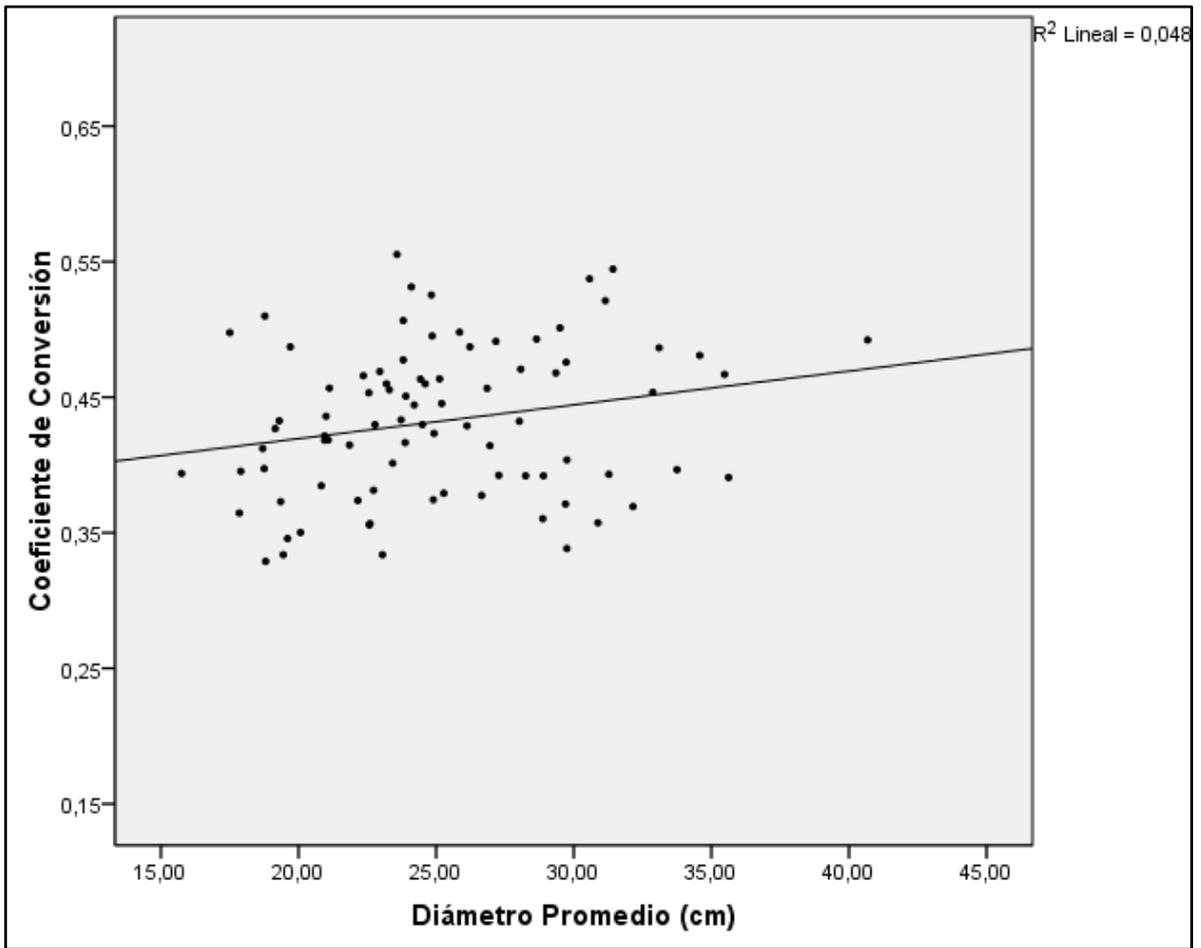


Figura 4: Diagrama de dispersión entre Diámetro promedio y Coeficiente de conversión

FUENTE: Elaboración propia.

4.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Mediante el análisis de residuos del modelo de regresión lineal múltiple se verificó el cumplimiento de supuestos de autocorrelación, homocedasticidad, normalidad de errores, multicolinealidad, y linealidad; lo cual se detalla en el Anexo 4.

Se realizó un análisis de regresión múltiple tomando como variables independientes la longitud y el diámetro y como variable dependiente el Coeficiente de Conversión. En la Tabla 21 se observa que el Coeficiente de determinación (R^2) es igual a 0,129; este valor es mayor al del modelo de regresión lineal simple realizado a partir únicamente del diámetro promedio; por lo tanto, la regresión múltiple estima mejor al coeficiente de conversión que la regresión simple, por lo tanto, permite elaborar una tabla más precisa, la cual deberá emplearse para estimar el volumen de madera aserrada a partir de trozas obtenidas en condiciones similares a las del presente estudio.

Tabla 21: Coeficiente de correlación y determinación de la Regresión lineal múltiple.

<i>R</i>	<i>R cuadrado</i>	<i>R cuadrado corregida</i>	<i>Error típ. de la estimación</i>
0,386	0,149	0,129	0,0518

FUENTE: Elaboración propia.

Del análisis de varianza de la Tabla 22 se acepta estadísticamente que el modelo de regresión múltiple es válido. Si a ello agregamos el mayor nivel de correlación con respecto a la regresión simple, se puede afirmar que el modelo de regresión múltiple explica mejor el comportamiento del Coeficiente de conversión que el de regresión simple, realizado a partir del diámetro promedio.

Tabla 22: Análisis de Varianza de la Regresión lineal múltiple: Diámetro promedio, Longitud de troza vs Coeficiente de Conversión

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>		<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Regresión	0,039		2	0,019	7,197	0,001
Residual	0,220		82	0,003		
Total	0,259		84			

FUENTE: Elaboración propia.

En la Tabla 23 se aprecian los Coeficientes de regresión y el intercepto que permitieron obtener la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 0,136 + 4,69x10^{-3}X_1 + 7,352x10^{-2}X_2$$

Donde:

\hat{Y} : Coeficiente de Conversión

X_1 : Diámetro promedio (cm)

X_2 : Longitud (m) de las trozas.

La ecuación dice que por cada centímetro que aumente el diámetro promedio, el Coeficiente de conversión aumentará en $4,69x10^{-3}$, mientras que por cada metro que aumente la longitud, el Coeficiente de conversión aumentará en 0,07. De acuerdo a esto el Diámetro promedio (cm) parece tener un efecto menor o de menor importancia. Ello se debe a las unidades en las que están expresadas las variables: mientras el diámetro varía en centímetros, la longitud varía en metros; sin embargo, el rango de variación es mucho mayor para el diámetro. La ecuación de regresión con coeficientes tipificados (Tabla 23) nos muestra que ambas variables tienen un efecto muy similar y el Diámetro Promedio (cm) tiene un efecto mayor a la Longitud de trozas (m):

$$\hat{Z} = 0,413Z_1 + 0,372Z_2$$

Donde:

\hat{Z} : Coeficiente de Conversión estandarizado.

Z_1 : Diámetro promedio estandarizado.

Z_2 : Longitud de las trozas estandarizado.

Finalmente el valor “t” indica que la significación estadística del coeficiente de Diámetro promedio (cm) (t=3,466) es mayor al de Longitud (m) de la troza (t=3,122).

Tabla 23: Coeficientes de regresión

Fuente	Coeficientes no estandarizados			Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B		Error típ.	Beta		
(Constante)	0,136		0,081		1,688	0,095
Diámetro Promedio (cm)	0,00469		0,001	0,413	3,466	0,001
Longitud (m)	0,07352		0,024	0,372	3,121	0,002

FUENTE: Elaboración propia.

5. ELABORACIÓN DE TABLA DE RENDIMIENTO

5.1. USANDO DIÁMETRO PROMEDIO

La Tabla 24 presenta la tabla de doble entrada elaborada en base al Coeficiente de Conversión estimado por la ecuación de regresión simple obtenida a partir de la relación entre el diámetro promedio (cm) y el Coeficiente de Conversión.

Tabla 24: Tabla de Rendimiento de Madera Aserrada en pies tablares para Trozas de Raleo de *Pinus patula* realizada a partir del Diámetro Promedio.

DIÁMETRO DE LA TROZA		LONGITUD DE TROZAS EN PIES Y METROS						
Pulgadas	cm	4' (1,22m)	5' (1,52m)	6' (1,83m)	7' (2,13m)	8' (2,44m)	9' (2,74m)	10' (3,05m)
6	15,2	3	4	5	6	7	8	9
10	25,4	11	14	17	19	22	25	28
11	27,9	13	17	20	24	27	31	34
12	30,5	16	21	25	29	33	37	42
13	33,0	20	25	30	35	40	45	50
14	35,6	23	29	35	41	47	52	58
15	38,1	27	34	41	47	54	61	68
16	40,6	31	39	47	55	63	71	78
17	43,2	36	45	54	63	72	81	90
18	45,7	41	51	61	71	82	92	102
19	48,3	46	57	69	81	92	104	115
20	50,8	51	64	77	90	103	116	129

FUENTE: Elaboración propia.

5.2. USANDO DIÁMETRO PROMEDIO Y LONGITUD DE TROZA

La Tabla 25 presenta la tabla de doble entrada elaborada en base al Coeficiente de Conversión estimado por la ecuación de regresión múltiple obtenida a partir de la relación entre el diámetro promedio (cm) y la longitud de troza (m) vs el Coeficiente de Conversión.

Tabla 25: Tabla de Rendimiento de Madera Aserrada en pies tablares para Trozas de Raleo de *Pinus patula* realizada a partir del Diámetro Promedio y la Longitud de Troza

DIÁMETRO DE LA TROZA		LONGITUD DE TROZAS EN PIES Y METROS						
Pulgadas	cm	4' (1,22m)	5' (1,52m)	6' (1,83m)	7' (2,13m)	8' (2,44m)	9' (2,74m)	10' (3,05m)
6	15,2	3	4	5	6	7	9	10
7	17,8	4	5	7	8	10	12	14
8	20,3	5	7	9	11	14	16	19
9	22,9	7	9	12	15	18	21	25
10	25,4	9	12	15	19	23	27	31
11	27,9	11	15	19	24	28	33	39
12	30,5	14	18	23	29	35	41	47
13	33,0	17	22	28	35	42	49	57
14	35,6	20	27	34	41	49	58	68
15	38,1	24	31	40	49	58	68	79
16	40,6	28	37	46	57	68	80	92
17	43,2	32	43	54	66	78	92	106
18	45,7	37	49	62	75	90	105	122
19	48,3	43	56	70	86	102	120	139
20	50,8	49	64	80	97	116	136	157

FUENTE: Elaboración propia.

6. COMPARACIÓN DE TABLAS

Con la finalidad de demostrar el efecto de la edad de la plantación en el comportamiento del rendimiento en aserrío se compararon las tablas de rendimiento de Del Pozo (1996) y del presente estudio, elaboradas a partir de una regresión simple

A simple vista los valores de predicción encontrados en la tabla de 1996 son mayores que los determinados en el presente estudio En la Tabla 26 se puede apreciar algunas diferencias entre los valores estimados en la tabla de regresión simple, regresión múltiple y la tabla elaborada por Del Pozo (1996).

Tabla 26: Comparación de Tablas de Rendimiento.

<i>Díámetro (pulgadas)</i>	<i>Longitud (pies)</i>	<i>Tabla 1996</i>	<i>Tabla Reg. Simple</i>	<i>Tabla Reg. Múltiple</i>
6	5	8	4	4
8	6	17	10	9
10	8	36	22	23
12	10	64	42	47

FUENTE: Elaboración propia.

La comparación de la tabla de Del Pozo (1996) se hará con la presente tabla de regresión simple pues trabajan con la misma variable: Diámetro promedio (cm). Debido a que las tablas de rendimiento parten de una ecuación de regresión en base al Diámetro promedio fue suficiente comparar ambas ecuaciones para determinar si las tablas eran distintas. De las Figura 5 y Figura 6 se puede afirmar que en el estudio anterior la variable Diámetro promedio se encontró en un rango menor al del presente estudio (de 14,0cm a 25,6cm) mientras que en el estudio actual se encuentran datos desde 15,8cm hasta 40,7cm; además de presentar pendientes distintas: en el estudio anterior fue negativa mientras que en el presente resultó positiva. La figura 6 muestra además la alta variabilidad de la diferencia entre el Coeficiente de conversión esperado y el hallado en el estudio de Del Pozo (1996).

6.1. REGRESIÓN LINEAL CON INTERACCIONES

La Tabla 27 permite evaluar la significancia estadística de los términos en el modelo. Existe diferencias estadísticas entre las pendientes para los distintos valores del estudio actual y de Del Pozo (1996) con un nivel de confianza del 99,0%. Así mismo, los interceptos presentan diferencias estadísticamente significativas para los distintos valores del estudio actual y de Del Pozo (1996) con un nivel de confianza del 99,0%.

Tabla 27: ANOVA para Variables Según el Orden de Introducción.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>p - valor</i>
Diámetro Promedio	0,018	1	0,018	3,76	0,0540
Interceptos	0,068	1	0,068	14,25	0,0002
Pendientes	1,749	1	1,749	36,36	0,0000
Modelo	2,615	3			

FUENTE: Elaboración propia.

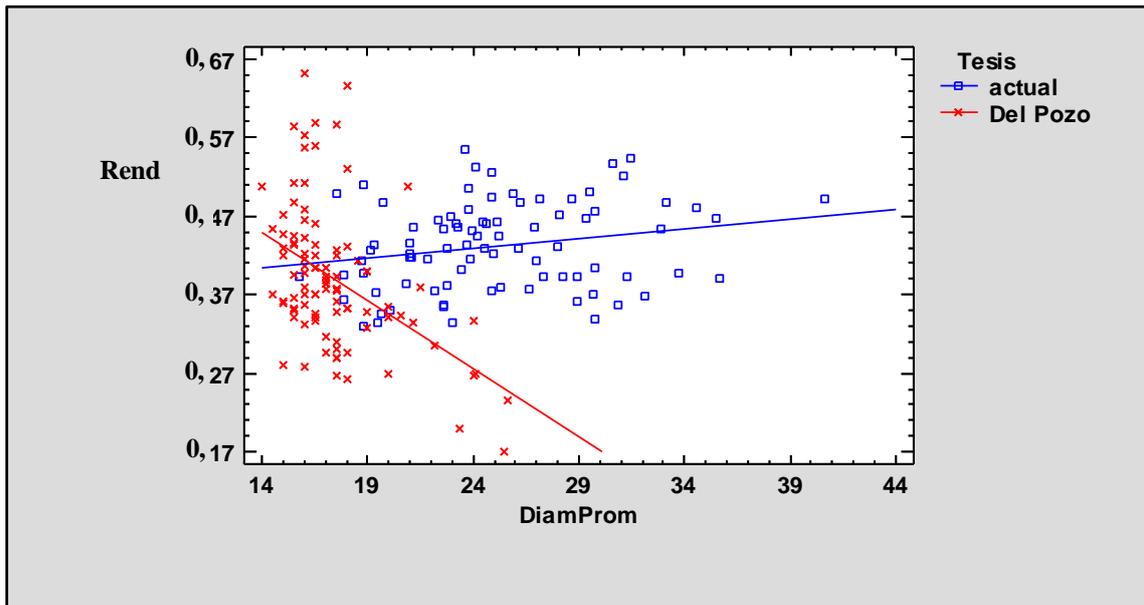


Figura 5: Regresión lineal Diámetro Promedio vs. Coeficiente de Conversión (Rend) para el estudio Actual (actual) y de F. del Pozo (Del Pozo)

FUENTE: Elaboración propia.

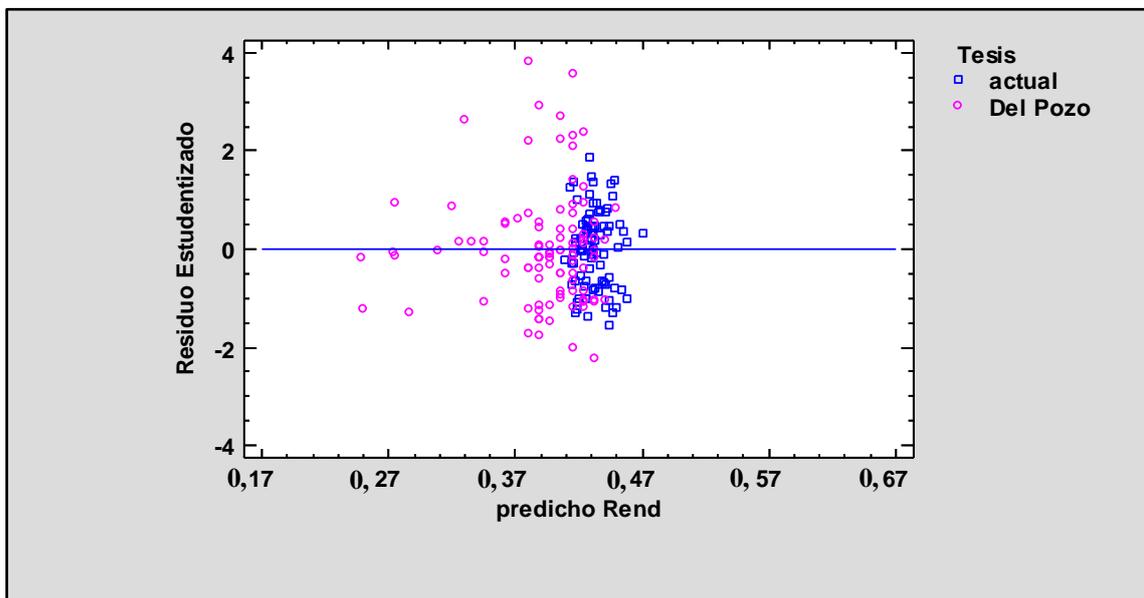


Figura 6: Residuos estudentizados de la regresión lineal Diámetro Promedio vs. Coeficiente de Conversión (Rend) para el estudio Actual (actual) y de F. del Pozo (Del Pozo)

FUENTE: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

- 1) Las trozas de raleo de *Pinus patula* de 22 años con un diámetro promedio de 25,1cm tienen un rendimiento promedio en aserrío de 43,2%.
- 2) El Coeficiente de conversión promedio en aserrío obtenido en Cajamarca para trozas de raleo de 22 años es mayor en 10,2% al determinado para trozas de raleo de 11 años de la misma especie y localidad.
- 3) La principal explicación para el aumento en el Rendimiento es el aumento en diámetro y la mejora en calidad de las trozas respecto a las trozas de 11 años.
- 4) El Coeficiente de conversión en aserrío muestra una relación lineal directa débil con el diámetro promedio de troza.
- 5) El diámetro promedio de trozas de raleo de *Pinus patula* de 22 años supera en 7,8cm al de las trozas de 11 años. Así mismo el diámetro promedio máximo correspondiente a 22 años supera en 15,1cm al correspondiente a 11 años.
- 6) La ecuación obtenida a partir de la regresión múltiple muestra un mayor coeficiente de determinación que la obtenida a partir de la regresión simple.
- 7) El efecto del diámetro promedio y la longitud de troza sobre el Coeficiente de conversión es similar en la regresión múltiple, aunque sobresale ligeramente el diámetro.
- 8) La Tabla de rendimiento elaborada a partir de la regresión simple del presente estudio difiere significativamente de la elaborada con trozas de 11 años y predice mayores volúmenes de madera aserrada a partir de los 16cm de diámetro promedio.
- 9) La tabla de rendimiento elaborada a partir de la regresión múltiple estima mejor los volúmenes a producir que la elaborada a partir de la regresión simple.

VI. RECOMENDACIONES

- Emplear la Tabla de rendimiento elaborada a partir de la regresión múltiple con las variables independientes Diámetro promedio y Longitud de troza.
- Cuantificar los criterios de calidad de troza en estudios futuros para poder evaluar su efecto en el coeficiente de conversión.
- Establecer criterios comunes para clasificar trozas de acuerdo a las categorías de calidad propuestas por INRENA.
- Elaborar tablas de rendimiento de acuerdo al lugar de procedencia de las trozas y/o edad de la plantación.
- Reducir la variabilidad en el diámetro promedio clasificando en el patio de trozas por clases diamétricas, para permitir una mayor precisión en la determinación del Coeficiente de conversión con fines de planificación de la producción.
- Renovar el stock de las cintas de repuesto de la sierra principal.
- Dado el valor de la madera de la especie *Pinus patula*, su alta adaptabilidad y el avance en su conocimiento científico se recomienda seguir promoviendo su plantación en nuestro país.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M; Sacone, B; Sousa, RC. 2014. Análise de aproveitamento no desdobro de madeira serrada – *Pinus spp.* Brasil: Faculdade de Ciências Sociais e Agrária de Itapeva. Consultado 08 set 2014. Disponible en http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/pIriEN1ErCdNeHD_2014-4-16-16-42-52.pdf
- Arroyo, FE. 2010. Factor de conversión en aserrío para trozas de eucalipto (*Eucalyptus globulus labill.*) de una plantación agroforestal en el valle del Mantaro. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM. 63p.
- Bazán, C. 1986. Factor de Conversión en Aserrío para las Especies Cedro y Tornillo en Pucallpa. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM. 99 p.
- Bazán, F; Churata, EC. 1978. Estudio del Mercado de Productos Forestales del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Proyecto PNUD/FAO/PER/71/551. Documento de Trabajo N°19. Lima, PE. 49 p.
- Bruce, D; Schumacher, F. 1965. Medición Forestal. Editorial México – Herrera S.A. 2 ed. 474 p.
- Bustamante, N. 2010. Guía de Prácticas del Curso Aserrado de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Industrias Forestales, Sección de Aserrío y Trabajabilidad de la Madera. La Molina, Lima, PE. UNALM. 173 p.
- Calzada, J. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Perú. Editorial Milagros. 4 ed. 643 p.
- Campos, R; Chuquicaja, C. 1998. Factor de conversión en aserrío para *Cedrelinga cateniformis* y *Aniba sp.* en Chanchamayo. Revista Forestal del Perú 15(1):1-11.
- Cancino, O. 1993. Modelo optimizador de trozado de árboles basado en funciones de ahusamiento y Programación Dinámica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 230 p.

- Chuquicaja, C. 1987. Factor de Conversión en aserrío para las Especies de Tornillo y Moena en la de la Zona de Chanchamayo. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM. 121 p.
- Del Pozo, F. 1996. Factor de Conversión en Aserrío para Productos de Raleo en Plantaciones de Pino Pátula en Cajamarca. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM. 91 p.
- Dobner, M; Rioyei, A; Pereira, M. 2012. Rendimento em Serraria de Toras de *Pinus taeda*: Sortimentos de Grandes Dimensões. Floresta e Ambiente 19(3): 385-392.
- Esteves, W; Bolzon, G; Lomelí, M; Batista, D. 2010. Estudio de la productividad de corte en madera *Pinus elliottii* utilizando un prototipo de aserradero portátil. Maderas Ciencia y Tecnología 12(1):43-52.
- French, MG. 1977. Diseño y Operación de Aserraderos de Maderas Duras Tropicales. Dirección General de Industrias. Lima, PE. 252 p.
- García, RJD; Morales, Q; Valencia, M. 2001. Coeficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco. Foresta-AN: Nota técnica No. 5. UAAAN, Saltillo, MX. 12 p.
- Gillespie, A. 1992. *Pinus patula* Schiede and Deppe. Patula pine. SO-ITF-SM-54. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, U.S. 5p.
- Gray, J. 1987. Ingresos fiscales procedentes de los montes en los países en desarrollo. FAO. Roma, IT. 263 p.
- Greene, WH. 1951. Econometric analysis. Pearson Education. U.S. 1188 p.
- Herrera, JF; Leal-Pulido, RO. 2012. Generación de Patrones de Corte a partir de la programación matemática para la planificación táctica-operativa de aserríos madereros. Colombia Forestal 15(2): 227 – 245.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE); UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina, PE). 2008. Metodología para determinar el Coeficiente de Rendimiento de madera Rolliza (troza) a madera aserrada. Lima, PE. 39 p.

- Kazemi, M; Ait-Kadi, D; Nourelfath, M. 2008. Robust production planning in a manufacturing environment with random yield: A case in sawmill production planning. *European Journal of Operational Research* 201: 882 - 891.
- Llavé, A. 2008. Factor de Conversión en Aserrío de Trozas de Raleo Provenientes de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) en Chanchamayo – Junín. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, UNALM. 99 p.
- Malleux, J; Montenegro, E. 1971. Manual de dasometría. UNALM. Lima, PE. 216 p.
- Marchesan, R. 2012. Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais. Tesis Mag. Sc. Curitiba, BR. Universidad Federal de Paraná. 76 p.
- Martinez, M. 1948. Los Pinos Mexicanos (II Parte). Editorial México – Herrera. México. 361p.
- Maturana, S; Pizani, E; Vera, J. 2010. Scheduling production for a sawmill: A comparison of a mathematical model versus a heuristic. *Computers & Industrial Engineering* 59: 667 – 674.
- Miguel, H. 1989. Rendimiento en aserrío de Eucalipto. Tesis Mag. Sc. Lima, PE. UNALM. 129 p.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI). 2011. Ley 29763. Diario Oficial El Peruano, Lima, PE.
- Murara, M; Pereira, M; Timofeiczky, R. 2005. Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologías de desdoble. *Floresta*. 35(3): 473 – 483.
- Nájera, JA; Adame, GH; Méndez, J; Vargas, B; Cruz, F; Hernández FJ; Aguirre, CG. 2012. Rendimiento de la madera aserrada en dos aserraderos privados de El Salto, Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 55: 11 – 23.
- Novalés, A. 1993. *Econometría*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. España. 676 p.
- Rodrigues P; Souza, AR; Souza, DV. 2013. Rendimento na produção de madeira serrada de ipê (*Handroanthus* sp). *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia*. 9(17): 2315 – 2329.

- Valério AF; Watzlawick, LF; Balbinot, R; Wincker, MV; Figueredo, A. 2008. Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobro de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. *Floresta*, 39(3). p. 619-628.
- Schrewe, H. 1981. La Industria del Aserrío en el Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Documento de Trabajo N° 8. Lima, PE. 60p.
- Stock, JH; Watson, MW. 2011. Introduction to econometrics. 3 ed. Pearson Education. Estados Unidos. 777 p.
- Taranco, M. 1973. Situación y perspectivas económicas de la industria del aserrío en Oxapampa. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE. UNALM. 124p.
- Tuset, R; Durán, F. 2007. Manual de Maderas Comerciales, Equipos y Proceso de Utilización. Aserrado de Maderas. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, UY. 370 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

DATOS DE PREMUESTREO

Núm.	Diámetro (cm)		Longitud (m)	Volumen (m ³)
	Menor	Mayor		
1	19,50	20,50	2,520	0,079
2	19,75	21,25	2,534	0,084
3	28,50	39,50	2,485	0,232
4	24,25	27,80	2,135	0,114
5	26,10	27,25	2,510	0,140
6	26,20	37,20	2,590	0,211
7	20,75	21,30	2,600	0,090
8	18,20	20,60	2,540	0,075
9	20,30	21,60	2,550	0,088
10	19,05	20,20	2,541	0,077
11	33,35	46,80	2,535	0,329
12	18,75	21,90	2,535	0,083
13	23,80	26,30	2,515	0,124
14	28,40	32,50	2,565	0,188
15	28,40	31,25	2,545	0,178
16	29,45	32,85	2,020	0,154
17	27,40	33,15	2,516	0,183
18	25,45	35,00	2,535	0,186
19	24,45	28,95	2,510	0,142
20	22,75	23,75	2,504	0,106
21	27,70	29,90	2,535	0,165
22	23,15	25,20	2,532	0,116
23	25,85	26,00	2,530	0,134
24	22,95	25,35	2,555	0,117
25	21,40	30,80	2,525	0,139
26	21,25	23,15	2,540	0,098
27	15,60	17,80	2,494	0,055
28	16,65	18,10	2,526	0,060
29	16,90	18,85	2,456	0,062
30	24,15	26,65	2,525	0,128

ANEXO 2

INFORMACIÓN DE LAS TROZAS

<i>Número de Troza</i>	<i>Volúmen aserrado (m³)</i>	<i>Volúmen rollizo (m³)</i>	<i>Diámetro Promedio (cm)</i>	<i>Diámetro menor (cm)</i>	<i>Coefficiente de Conversión</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Conicidad</i>	<i>Forma Sección</i>	<i>Rectitud</i>	<i>Categoría</i>
1	0,036	0,106	29,75	26,25	0,34	1,5	hongo negro	2	2	2	3
2	0,044	0,102	22,78	21,80	0,43	2,51		1	1	1	1
3	0,037	0,087	20,95	20,25	0,42	2,514		1	1	1	1
4	0,099	0,218	32,88	27,25	0,45	2,5	hongo negro	2	2	1	2
5	0,038	0,103	29,70	29,40	0,37	1,49		1	1	2	1
6	0,066	0,133	25,85	23,80	0,50	2,52		1	1	1	1
7	0,051	0,118	24,50	23,75	0,43	2,5		1	1	1	1
8	0,069	0,194	30,88	25,25	0,36	2,51		2	2	2	2
9	0,051	0,115	24,20	23,75	0,44	2,5		1	1	1	1
10	0,062	0,157	28,25	27,50	0,39	2,51	hongo negro	1	1	1	1
11	0,099	0,185	30,58	29,00	0,54	2,515	hongo negro	1	1	1	1
12	0,053	0,112	23,80	23,25	0,48	2,515		1	1	1	1
13	0,055	0,118	24,43	23,00	0,46	2,51		1	1	1	1
14	0,072	0,147	27,18	25,60	0,49	2,53		1	1	1	1
15	0,052	0,123	24,93	23,20	0,42	2,5		1	1	1	1
16	0,074	0,156	28,08	27,25	0,47	2,52		1	1	1	1
17	0,053	0,133	33,75	29,50	0,40	1,46		3	2	2	3
18	0,071	0,181	35,63	33,75	0,39	1,81		2	3	1	2
19	0,080	0,162	28,65	27,25	0,49	2,505		1	1	1	1
20	0,080	0,171	29,35	27,25	0,47	2,52		1	1	1	1

Número de Troza	Volúmen aserrado (m³)	Volúmen rollizo (m³)	Diámetro Promedio (cm)	Diámetro menor (cm)	Coficiente de Conversión	Longitud (m)	Observaciones	Conicidad	Forma Sección	Rectitud	Categoría
21	0,067	0,137	26,23	25,45	0,49	2,53		1	1	1	1
22	0,046	0,122	24,90	24,25	0,37	2,5	hongo negro	1	1	2	2
23	0,106	0,218	33,10	32,75	0,49	2,535		1	1	1	1
24	0,033	0,086	20,83	19,90	0,38	2,515		1	1	1	1
25	0,040	0,087	21,13	20,75	0,46	2,495		1	2	1	1
26	0,047	0,100	22,35	21,50	0,47	2,545		1	1	1	1
27	0,039	0,094	21,85	21,20	0,41	2,5	hongo negro	1	1	1	1
28	0,049	0,108	23,30	21,85	0,46	2,52		1	2	1	1
29	0,078	0,198	31,28	27,00	0,39	2,53	hongo negro	2	2	1	2
30	0,084	0,176	29,73	27,35	0,48	2,52		1	1	1	1
31	0,101	0,205	40,68	34,85	0,49	1,544		3	3	1	3
32	0,046	0,125	32,15	27,85	0,37	1,51	hongo negro	3	3	1	3
33	0,046	0,101	22,55	21,85	0,45	2,517		1	1	1	1
34	0,048	0,111	23,73	22,80	0,43	2,5	hongo negro	1	2	1	2
35	0,051	0,113	23,90	23,15	0,45	2,51		1	1	1	1
36	0,036	0,100	22,60	21,40	0,36	2,493		1	1	1	1
37	0,037	0,088	21,08	19,95	0,42	2,524		1	1	2	1
38	0,116	0,248	35,48	32,10	0,47	2,49		2	1	1	1
39	0,064	0,134	34,58	29,70	0,48	1,4		3	2	1	2
40	0,036	0,087	20,95	19,75	0,42	2,514		1	1	1	1

Número de Troza	Volúmen aserrado (m³)	Volúmen rollizo (m³)	Diámetro Promedio (cm)	Diámetro menor (cm)	Coefficiente de Conversión	Longitud (m)	Observaciones	Conicidad	Forma Sección	Rectitud	Categoría
41	0,028	0,080	20,08	19,90	0,35	2,535		1	1	2	1
42	0,057	0,146	27,28	26,95	0,39	2,503		1	1	1	1
43	0,035	0,105	23,05	22,25	0,33	2,508		1	1	1	1
44	0,036	0,097	22,15	21,30	0,37	2,513		1	1	1	1
45	0,053	0,140	26,65	26,15	0,38	2,5		1	1	1	1
46	0,070	0,174	29,75	26,50	0,40	2,47		2	2	1	2
47	0,067	0,155	28,03	27,55	0,43	2,52	hongo negro	1	1	1	1
48	0,061	0,124	24,85	23,50	0,50	2,546		1	2	1	1
49	0,036	0,101	22,58	21,70	0,36	2,522		1	1	1	1
50	0,028	0,074	19,35	18,90	0,37	2,507		1	1	2	1
51	0,032	0,074	19,30	18,10	0,43	2,506		1	1	1	1
52	0,026	0,076	19,60	17,95	0,35	2,507	hongo negro	1	1	1	1
53	0,031	0,072	19,15	18,50	0,43	2,491		1	1	1	1
54	0,025	0,064	17,90	16,75	0,40	2,538	hongo negro	1	1	1	1
55	0,023	0,070	18,80	17,60	0,33	2,519		1	1	1	1
56	0,029	0,070	18,70	18,00	0,41	2,531	hongo negro	1	1	1	1
57	0,023	0,063	17,85	16,70	0,36	2,494	hongo negro	1	1	2	2
58	0,047	0,113	23,88	22,90	0,42	2,525		1	1	1	1
59	0,066	0,145	26,85	25,55	0,46	2,55		1	1	1	1
60	0,045	0,109	26,95	24,25	0,41	1,89		2	1	1	1

<i>Número de Troza</i>	<i>Volúmen aserrado (m³)</i>	<i>Volúmen rollizo (m³)</i>	<i>Diámetro Promedio (cm)</i>	<i>Diámetro menor (cm)</i>	<i>Coefficiente de Conversión</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Conicidad</i>	<i>Forma Sección</i>	<i>Rectitud</i>	<i>Categoría</i>
61	0,058	0,135	26,13	25,25	0,43	2,51		1	1	1	1
62	0,048	0,103	22,95	22,30	0,47	2,49		1	1	1	1
63	0,055	0,119	24,60	24,50	0,46	2,5		1	1	1	1
64	0,039	0,102	22,73	22,30	0,38	2,515	hongo negro	1	1	2	2
65	0,049	0,129	25,28	21,65	0,38	2,516		2	1	2	2
66	0,039	0,088	21,00	19,60	0,44	2,543		1	1	1	1
67	0,100	0,192	31,15	28,85	0,52	2,51		1	1	1	1
68	0,107	0,196	31,43	30,60	0,54	2,53		1	1	1	1
69	0,050	0,108	23,20	21,50	0,46	2,534		1	1	1	1
70	0,057	0,112	23,80	22,30	0,51	2,506		1	1	1	1
71	0,058	0,125	25,13	23,75	0,46	2,507		1	1	2	1
72	0,062	0,116	24,10	23,20	0,53	2,54		1	3	1	2
73	0,043	0,108	23,43	21,75	0,40	2,487		1	1	2	1
74	0,062	0,112	23,58	21,90	0,56	2,549		1	1	1	1
75	0,087	0,173	29,50	27,75	0,50	2,517		1	1	1	1
76	0,057	0,127	25,20	23,40	0,45	2,535		1	1	1	1
77	0,061	0,169	28,88	24,75	0,36	2,53		2	1	1	1
78	0,064	0,164	28,90	27,25	0,39	2,485		1	1	1	1
79	0,065	0,124	24,83	24,00	0,53	2,551		1	1	1	1
80	0,038	0,077	19,70	18,80	0,49	2,536	hongo negro	1	1	1	1
81	0,028	0,070	18,75	17,75	0,40	2,537		1	1	2	1
82	0,035	0,069	18,78	17,85	0,51	2,5		1	1	1	1
83	0,030	0,061	17,50	16,85	0,50	2,525		1	1	1	1
84	0,019	0,049	15,75	15,25	0,39	2,508		1	1	1	1
85	0,025	0,075	19,45	18,90	0,33	2,534		1	1	2	1

ANEXO 3

INFORMACIÓN DE LAS PIEZAS ASERRADAS

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
1	22	23,3	1,500	1	3/4	9	4	2 ³	
2	22	23,2	1,500	1	3/4	9	4	2 ³	
3	25	20,7	1,500	1	3/4	8	4	2	
4	47	15,8	1,500	1	1 1/2	6	4	3	
5	21	20,8	1,500	1	3/4	8	4	2	
6	25	20,7	1,500	1	3/4	8	4	2	
7	36	14,7	1,500	1	1	5	4	1 ⁸	
8	24	18,1	2,510	2	3/4	7	8	3 ⁶	
9	30	18,5	2,510	2	1	7	8	4 ⁸	
10	30	18,0	2,510	2	1	7	8	4 ⁸	
11	24	13,2	2,510	2	3/4	5	8	2 ⁶	
12	37	13,1	2,510	2	1	5	8	3 ⁴	
13	24	18,2	2,514	3	3/4	7	8	3 ⁶	
14	30	18,0	2,514	3	1	7	8	4 ⁸	
15	25	13,2	2,514	3	3/4	5	8	2 ⁶	
16	34	13,0	2,514	3	1	5	8	3 ⁴	
17	25	10,8	0,9144	3	3/4	4	3	0 ⁹	
18	22	11,5	0,9144	3	3/4	4	3	0 ⁹	
19	31	20,8	2,500	4	1	8	8	5 ⁴	
20	24	25,6	2,500	4	3/4	10	8	5	
21	30	23,3	2,500	4	1	9	8	6	
22	26	25,7	2,500	4	1	10	8	6 ⁸	
23	44	20,5	2,500	4	1 1/2	8	8	8	
24	32	13,0	2,500	4	1	5	8	3 ⁴	
25	22	15,8	2,500	4	3/4	6	8	3	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
26	20	11,0	2,500	4	3/4	4	8	2	
27	20	11,4	2,500	4	1	4	8	2 ⁸	
28	25	23,6	1,490	5	3/4	9	4	2 ³	
29	25	23,6	1,490	5	3/4	9	4	2 ³	Presencia de hongo
30	19	15,4	1,490	5	1/2	6	4	1	Presencia de hongo
31	30	23,5	1,490	5	1	9	4	3	
32	40	18,4	1,490	5	1 1/2	7	4	3 ⁶	
33	24	23,3	1,490	5	3/4	9	4	2 ³	
34	25	21,0	1,490	5	3/4	8	4	2	Presencia de hongo
35	26	18,3	2,520	6	1	7	8	4 ⁸	
36	24	13,0	2,520	6	3/4	5	8	2 ⁶	
37	27	18,3	2,520	6	1	7	8	4 ⁸	
38	22	18,4	2,520	6	3/4	7	8	3 ⁶	
39	24	13,1	2,520	6	3/4	5	7	2 ²	Castigo 1' por corteza en canto
40	24	21,0	2,520	6	3/4	8	8	4	
41	27	14,0	0,9144	6	1	5	3	1 ³	
42	28	21,0	2,520	6	1	8	8	5 ⁴	
43	20	18,2	2,500	7	3/4	7	8	3 ⁶	
44	24	18,3	2,500	7	3/4	7	8	3 ⁶	
45	23	13,0	2,500	7	3/4	5	8	2 ⁶	
46	25	21,0	2,500	7	3/4	8	8	4	
47	20	21,0	2,500	7	3/4	8	8	4	
48	30	15,6	2,500	7	1	6	8	4	
49	32	16,0	2,510	8	1	6	8	4	
50	24	18,0	2,510	8	3/4	7	8	3 ⁶	
51	22	23,3	2,510	8	3/4	9	8	4 ⁶	
52	24	20,7	2,510	8	3/4	8	8	4	
53	33	23,2	2,510	8	1	9	8	6	
54	26	20,7	2,510	8	1	8	8	5 ⁴	
55	27	13,1	0,609	8	1	5	2	0 ¹	
56	30	13,1	0,914	9	1	5	3	1 ³	
57	40	13,1	2,500	9	1 1/2	5	8	5	
58	24	20,7	2,500	9	3/4	8	8	4	
59	30	27,0	2,500	9	1	10	8	6 ⁸	
60	25	18,3	2,500	9	3/4	7	8	3 ⁶	
61	24	13,0	2,500	9	3/4	5	8	2 ⁶	
62	19	15,7	2,510	10	1/2	6	8	2	
63	18	20,7	2,510	10	1/2	8	8	2 ⁸	
64	27	16,0	2,510	10	1	6	7	3 ⁶	Castigo 1' por corteza en canto
65	20	23,4	2,510	10	3/4	9	8	4 ⁶	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
66	24	23,4	2,510	10	3/4	9	8	4 ⁶	
67	20	23,4	2,510	10	3/4	9	8	4 ⁶	
68	20	23,3	2,510	10	3/4	9	8	4 ⁶	
69	31	15,7	2,515	11	1	6	8	4	
70	30	25,7	2,515	11	1	10	8	6 ⁸	
71	24	13,0	2,515	11	3/4	5	7	2 ²	Castigo 1' por corteza en canto
72	27	23,1	2,515	11	1	9	8	6	
73	28	25,6	2,515	11	1	10	8	6 ⁸	
74	24	20,6	2,515	11	3/4	8	8	4	
75	28	25,7	2,515	11	1	10	8	6 ⁸	
76	27	23,1	2,515	11	1	9	8	6	
77	25	18,4	2,515	12	3/4	7	8	3 ⁶	
78	30	18,2	2,515	12	1	7	8	4 ⁸	
79	25	18,3	2,515	12	3/4	7	8	3 ⁶	
80	25	13,0	2,515	12	3/4	5	8	2 ⁶	
81	24	12,9	2,515	12	3/4	5	8	2 ⁶	
82	28	25,0	2,515	12	1	9	8	6	
83	25	18,4	2,510	13	3/4	7	8	3 ⁶	
84	22	13,0	2,510	13	3/4	5	7	2 ²	Castigo 1' por corteza en canto
85	27	15,6	2,510	13	1	6	8	4	
86	27	20,5	2,510	13	1	8	8	5 ⁴	
87	29	18,2	2,510	13	1	7	8	4 ⁸	
88	22	18,3	2,510	13	3/4	7	8	3 ⁶	
89	30	13,2	2,530	14	1	5	8	3 ⁴	
90	22	18,1	2,530	14	3/4	7	8	3 ⁶	Presencia de hongo
91	28	15,7	2,530	14	1	6	8	4	
92	27	20,8	2,530	14	1	8	8	5 ⁴	
93	28	23,5	2,530	14	1	9	8	6	
94	24	23,1	2,530	14	3/4	9	8	4 ⁶	
95	24	20,5	2,530	14	3/4	8	8	4	
96	24	17,0	2,500	15	3/4	6	8	3	
97	35	15,7	2,500	15	1	6	8	4	
98	32	20,6	2,500	15	1	8	8	5 ⁴	
99	22	18,5	2,500	15	3/4	7	8	3 ⁶	
100	30	10,8	2,500	15	1	4	8	2	
101	22	18,4	2,500	15	3/4	7	8	3 ⁶	
102	36	15,6	2,520	16	1	6	8	4	
103	26	18,4	2,520	16	1	7	8	4 ⁸	
104	25	20,7	2,520	16	3/4	8	8	4	
105	28	23,3	2,520	16	1	9	8	6	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
106	19	15,8	2,520	16	1/2	6	8	2	
107	30	23,4	2,520	16	1	9	8	6	
108	24	23,3	2,520	16	3/4	9	8	4 ⁶	
109	27	16,0	1,460	17	1	6	4	2	
110	28	25,8	1,460	17	1	10	4	3 ⁴	
111	29	25,8	1,460	17	1	10	4	3 ⁴	
112	28	25,7	1,460	17	1	10	4	3 ⁴	
113	25	23,6	1,460	17	3/4	9	4	2 ³	
114	25	28,4	1,460	17	3/4	11	3	2 ⁸	rotura -1'
115	26	20,9	1,460	17	1	8	4	2	
116	26	25,7	1,460	17	1	10	4	3 ⁴	
117	27	25,5	1,810	18	1	10	5	4 ²	
118	29	23,4	1,810	18	1	9	5	3 ⁹	
119	29	23,3	1,810	18	1	9	5	3 ⁹	
120	22	23,2	1,810	18	3/4	9	5	2 ⁹	
121	27	19,2	1,810	18	1	7	5	2 ¹¹	
122	26	23,4	1,810	18	1	9	5	3 ⁹	
123	24	23,3	1,810	18	3/4	9	5	2 ⁹	
124	30	20,6	1,810	18	1	8	5	3 ⁴	
125	30	19,5	0,914	18	1	7	3	1 ⁹	
126	25	10,1	1,810	18	3/4	3	5	0 ¹¹	
127	34	18,0	2,505	19	1	7	8	4 ⁸	
128	30	23,4	2,505	19	1	9	8	6	
129	28	23,3	2,505	19	1	9	8	6	
130	23	23,4	2,505	19	3/4	9	8	4 ⁶	
131	25	20,6	2,505	19	3/4	8	8	4	
132	26	13,0	2,505	19	1	5	8	3 ⁴	
133	27	20,7	2,505	19	1	8	8	5 ⁴	
134	41	13,2	2,520	20	1 1/2	5	8	5	
135	25	23,2	2,520	20	3/4	9	8	4 ⁶	
136	30	23,3	2,520	20	1	9	8	6	
137	25	20,8	2,520	20	3/4	8	8	4	
138	27	20,5	2,520	20	1	8	8	5 ⁴	
139	26	18,3	2,520	20	1	7	8	4 ⁸	
140	24	23,4	2,520	20	3/4	9	8	4 ⁶	
141	24	12,7	2,530	21	3/4	5	8	2 ⁶	
142	21	20,7	2,530	21	3/4	8	8	4	
143	30	13,0	0,914	21	1	5	3	1 ³	
144	26	20,6	2,530	21	1	8	8	5 ⁴	
145	24	20,8	2,530	21	3/4	8	8	4	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
146	25	27,0	2,530	21	3/4	10	8	5	
147	28	10,8	2,530	21	1	4	8	2 ⁸	
148	22	18,2	2,530	21	3/4	7	8	3 ⁶	
149	27	20,8	2,500	22	1	8	8	5 ⁴	
150	21	18,1	2,500	22	3/4	7	8	3 ⁶	
151	23	15,5	2,500	22	3/4	6	8	3	
152	24	22,1	2,500	22	3/4	8	8	4	
153	22	18,2	2,500	22	3/4	7	8	3 ⁶	
154	24	23,2	2,535	23	3/4	9	8	4 ⁶	
155	27	18,3	2,535	23	1	7	8	4 ⁸	
156	33	18,0	2,535	23	1	7	8	4 ⁸	
157	26	18,0	2,535	23	1	7	8	4 ⁸	
158	26	23,0	2,535	23	1	9	8	6	
159	25	23,3	2,535	23	3/4	9	8	4 ⁶	
160	26	23,2	2,535	23	1	9	8	6	
161	27	23,0	2,535	23	1	9	8	6	
162	23	20,7	2,535	23	3/4	8	8	4	
163	59	15,7	2,515	24	2	6	8	8	
164	21	7,1	2,515	24	3/4	2	8	1	
165	43	13,0	2,515	24	1 1/2	5	8	5	
166	20	13,0	0,914	25	3/4	5	3	0 ¹¹	
167	28	13,0	1,219	25	1	5	4	1 ⁸	
168	51	18,1	2,495	25	2	7	8	9 ⁴	
169	49	13,0	2,495	25	1 1/2	5	8	5	
170	27	9,1	2,545	26	1	3	7	1 ⁹	Castigo 1' extremo angosto
171	26	10,8	2,545	26	1	4	8	2 ⁸	
172	25	15,6	2,545	26	3/4	6	8	3	
173	24	15,5	2,545	26	3/4	6	8	3	
174	55	18,0	2,545	26	2	7	8	9 ⁴	
175	25	15,6	2,500	27	3/4	6	8	3	
176	33	10,8	2,500	27	1	4	7	2 ⁴	Castigo 1' extremo angosto
177	25	13,1	2,500	27	3/4	5	8	2 ⁶	
178	22	22,1	2,500	27	3/4	8	8	4	
179	26	18,0	2,500	27	1	7	8	4 ⁸	
180	23	13,0	2,520	28	3/4	5	8	2 ⁶	
181	27	18,0	2,520	28	1	7	8	4 ⁸	
182	45	13,0	2,520	28	1 1/2	5	8	5	
183	31	18,4	2,520	28	1	7	8	4 ⁸	
184	24	20,4	2,520	28	3/4	8	8	4	
185	31	23,1	2,530	29	1	9	8	6	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
186	23	20,7	2,530	29	3/4	8	8	4	
187	26	18,1	2,530	29	1	7	8	4 ⁸	
188	23	18,2	2,530	29	3/4	7	8	3 ⁶	
189	24	20,5	2,530	29	3/4	8	8	4	
190	28	13,1	2,530	29	1	5	8	3 ⁴	
191	24	18,0	2,530	29	3/4	7	8	3 ⁶	
192	23	20,6	2,530	29	3/4	8	8	4	
193	24	20,7	2,520	30	3/4	8	8	4	
194	22	20,6	2,520	30	3/4	8	8	4 ⁶	
195	25	23,2	2,520	30	3/4	9	8	4 ⁶	
196	40	15,6	2,520	30	1 1/2	6	8	6	
197	24	20,6	2,520	30	3/4	8	8	4	
198	27	23,1	2,520	30	1	9	8	6	
199	24	13,1	2,520	30	3/4	5	8	2 ⁶	
200	21	23,1	2,520	30	3/4	9	8	4 ⁶	
201	25	23,6	1,544	31	3/4	9	5	2 ⁴	
202	26	18,5	1,2192	31	1	7	4	2	
203	26	18,2	1,544	31	1	7	5	2 ¹¹	
204	52	18,1	1,544	31	2	7	4	4 ⁸	Castigo 1' por corteza en canto
205	53	23,2	1,544	31	2	9	5	7 ⁶	
206	53	25,3	1,544	31	2	9	5	7 ⁶	
207	53	25,2	1,544	31	2	9	5	7 ⁶	
208	60	25,3	1,544	31	2	9	5	7 ⁶	
209	25	21,0	1,51	32	3/4	8	4	2	
210	24	16,3	0,914	32	3/4	6	3	1	
211	22	18,5	1,510	32	3/4	7	4	1 ⁹	
212	59	25,5	1,510	32	2	10	4	6 ⁸	
213	55	25,2	1,510	32	2	9	4	6	
214	33	15,5	1,510	32	1	6	4	2	
215	40	16,0	2,517	33	1 1/2	6	8	6 ⁸	
216	30	18,4	2,517	33	1	7	8	4 ⁶	
217	24	18,4	2,517	33	3/4	7	8	3 ⁶	
218	25	18,0	2,517	33	3/4	7	8	3 ⁶	
219	19	13,0	2,517	33	1/2	5	8	1 ⁸	
220	24	16,0	2,500	34	3/4	6	8	3	
221	27	18,4	2,500	34	1	7	8	4 ⁸	
222	28	15,8	2,500	34	1	6	8	4	
223	25	16,0	2,500	34	3/4	6	8	3	
224	23	16,0	2,500	34	3/4	6	8	3	
225	30	11,0	2,500	34	1	4	8	2 ⁸	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
226	41	13,0	2,510	35	1 1/2	5	7	4 ⁴	Castigo 1' por corteza en canto
227	24	18,0	2,510	35	3/4	7	8	3 ⁶	
228	20	18,2	2,510	35	3/4	7	8	3 ⁶	Presencia de hongo
229	30	18,3	2,510	35	1	7	8	4 ⁸	
230	24	15,7	2,510	35	3/4	6	8	3 ³	
231	28	13,0	0,914	35	1	5	3	1 ³	
232	26	13,0	0,914	35	1	5	3	1 ³	
233	24	13,1	2,493	36	3/4	5	8	2 ⁶	Presencia de hongo
234	30	15,9	2,493	36	1	6	8	4 ⁸	
235	60	18,4	1,510	36	2	7	4	4 ⁸	
236	48	10,6	2,493	36	1 1/2	4	8	4 ⁸	
237	30	13,0	2,524	37	1	4	8	2 ⁸	
238	60	15,7	2,524	37	2	6	8	8	
239	24	16,0	2,524	37	3/4	6	8	3	
240	20	13,0	2,524	37	3/4	4	8	2	
241	25	18,4	2,490	38	3/4	7	8	3 ⁶	
242	26	18,1	2,490	38	1	7	8	4 ⁸	
243	24	25,5	2,490	38	3/4	10	8	5	
244	24	23,3	2,490	38	3/4	9	8	4 ⁶	
245	27	25,6	2,490	38	1	10	8	6 ⁸	Presencia de hongo
246	26	25,6	2,490	38	1	10	8	6 ⁸	
247	27	25,6	2,490	38	1	10	8	6 ⁸	
248	24	25,0	2,490	38	3/4	9	8	4 ⁶	
249	25	23,4	2,490	38	3/4	9	8	4 ⁶	
250	28	16,0	0,609	38	1	6	2	1	
251	26	16,0	0,914	38	1	6	3	1 ⁶	
252	43	23,3	1,400	39	1 1/2	9	4	4 ⁶	
253	53	25,2	1,400	39	2	9	4	6	
254	59	25,5	1,400	39	2	10	4	6 ⁸	
255	21	15,8	1,400	39	3/4	6	4	1 ⁶	
256	54	25,3	1,400	39	2	9	4	6	
257	29	20,4	1,400	39	1	8	4	2 ⁸	
258	24	11,0	2,514	40	3/4	4	7	1 ⁹	Castigo 1' extremo angosto
259	28	12,0	2,514	40	1	4	8	2 ⁸	Castigo 1' por corteza en canto
260	20	15,8	2,514	40	3/4	6	8	3	
261	61	15,7	2,514	40	2	6	8	8	
262	30	10,6	2,535	41	1	4	8	2 ⁸	
263	24	15,5	2,535	41	3/4	6	8	3	
264	24	16,0	2,535	41	3/4	6	8	3	
265	24	13,0	2,535	41	3/4	4	8	2	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
266	20	10,5	0,914	41	3/4	4	3	0 ⁹	
267	25	10,5	0,609	41	3/4	4	2	0 ⁶	
268	20	7,1	2,503	42	3/4	2	8	1	
269	27	18,2	2,503	42	1	7	8	4 ⁸	
270	33	20,8	2,503	42	1	8	8	5 ⁴	
271	27	20,5	2,503	42	1	8	8	5 ⁴	
272	25	20,6	2,503	42	3/4	8	8	4	
273	25	20,5	2,503	42	3/4	8	8	4	
274	23	18,3	2,508	43	3/4	7	8	3 ⁶	
275	24	15,6	2,508	43	3/4	6	8	3	
276	24	15,6	2,508	43	3/4	6	8	3	
277	26	13,0	2,508	43	1	5	8	3 ⁴	Presencia de hongo
278	19	15,6	2,508	43	1/2	6	8	2	Presencia de hongo
279	24	15,5	2,513	44	3/4	6	8	3	
280	26	17,0	2,513	44	1	6	8	4	
281	20	10,7	2,513	44	3/4	4	8	2	
282	24	15,5	2,513	44	3/4	6	8	3	
283	18	9,0	0,914	44	1/2	3	3	0 ⁴	
284	18	9,0	0,914	44	1/2	3	3	0 ⁴	
285	27	15,5	0,914	44	1	6	3	1 ⁶	
286	25	15,3	0,914	44	3/4	6	3	1 ¹	
287	31	15,7	2,500	45	1	6	8	4	
288	19	20,5	2,500	45	1/2	8	8	2 ⁸	
289	20	23,3	2,500	45	3/4	9	8	4 ⁶	
290	22	13,3	2,500	45	3/4	5	8	2 ⁶	
291	25	20,4	2,500	45	3/4	8	8	4	
292	26	18,3	2,500	45	1	7	8	4 ⁸	
293	20	23,0	2,470	46	3/4	9	8	4 ⁶	
294	30	23,2	2,470	46	1	9	8	6	
295	43	15,6	2,470	46	1 1/2	6	8	6	
296	23	11,9	0,609	46	3/4	4	2	0 ⁶	
297	21	11,7	0,914	46	3/4	4	3	0 ⁹	
298	20	15,7	2,470	46	3/4	6	8	3	
299	25	23,3	2,470	46	3/4	9	8	4 ⁶	
300	24	23,2	2,470	46	3/4	9	8	4 ⁶	
301	30	23,5	2,520	47	1	9	8	6	
302	24	23,2	2,520	47	3/4	9	8	4 ⁶	
303	44	16,0	2,520	47	1 1/2	6	8	6	
304	26	23,6	2,520	47	1	9	8	6	
305	27	23,4	2,520	47	1	9	8	6	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
306	60	21,0	2,546	48	2	8	8	10 ⁷	
307	54	18,2	2,546	48	2	7	8	9 ⁴	
308	44	15,6	2,546	48	1 1/2	6	8	6	
309	33	16,0	2,522	49	1	6	7	3 ⁶	Castigo 1' por corteza en canto
310	25	12,3	2,522	49	3/4	4	8	2	
311	54	16,0	2,522	49	2	6	8	8	
312	25	11,6	0,914	49	3/4	4	3	0 ⁹	
313	30	12,6	0,914	49	1	4	3	1	
314	22	13,0	2,507	50	3/4	5	8	2 ⁶	
315	22	13,7	2,507	50	3/4	5	8	2 ⁶	
316	21	14,0	2,507	50	3/4	5	8	2 ⁶	
317	18	14,0	2,507	50	1/2	5	8	1 ⁸	
318	22	14,0	2,507	50	3/4	5	8	2 ⁶	
319	21	10,7	2,506	51	3/4	4	8	2	
320	24	15,0	2,506	51	3/4	5	8	2 ⁶	
321	22	15,4	2,506	51	3/4	6	8	3	
322	20	15,7	2,506	51	3/4	6	8	3	
323	20	15,7	2,506	51	3/4	6	8	3	
324	30	9,6	2,507	52	1	3	8	2	
325	21	14,0	2,507	52	3/4	5	8	2 ⁶	
326	21	14,0	2,507	52	3/4	5	8	2 ⁶	
327	24	14,3	2,507	52	3/4	5	8	2 ⁶	
328	19	13,4	2,507	52	1/2	5	8	1 ⁸	
329	21	12,5	2,491	53	3/4	4	8	2	
330	21	15,7	2,491	53	3/4	6	8	3	
331	22	14,0	2,491	53	3/4	4	8	2	
332	21	15,6	2,491	53	3/4	6	8	3	
333	20	15,6	2,491	53	3/4	6	8	3	
334	20	14,0	2,538	54	3/4	5	8	2 ⁶	
335	32	8,9	2,538	54	1	3	8	2	
336	20	13,9	2,538	54	3/4	5	8	2 ⁶	
337	21	13,8	2,538	54	3/4	5	8	2 ⁶	
338	21	12,0	0,609	54	3/4	4	2	0 ⁶	
339	23	11,4	0,914	54	3/4	4	3	0 ⁹	
340	25	10,2	2,519	55	3/4	4	7	1 ⁹	Castigo 1' por corteza en canto
341	15	12,5	2,519	55	1/2	4	8	1 ⁴	
342	15	9,8	2,519	55	1/2	3	8	1	
343	18	13,9	2,519	55	1/2	5	8	1 ⁸	
344	20	14,0	2,519	55	3/4	5	8	2 ⁶	
345	17	14,9	0,609	55	1/2	5	2	0 ⁵	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
346	25	15,5	0,914	55	3/4	6	3	1 ¹	
347	22	16,0	2,531	56	3/4	6	8	3 ⁶	
348	25	14,1	2,531	56	3/4	5	8	2 ⁶	
349	58	13,6	2,531	56	2	5	8	6 ⁸	
350	24	14,0	2,494	57	3/4	5	7	2 ²	Castigo 1' por corteza en canto
351	21	14,0	2,494	57	3/4	5	8	2 ⁶	
352	22	14,0	2,494	57	3/4	5	8	2 ⁶	
353	21	14,0	2,494	57	3/4	5	8	2 ⁶	
354	22	15,4	2,507	61	3/4	6	8	3	
355	23	16,0	2,507	61	3/4	6	8	3	
356	22	15,8	2,507	61	3/4	6	8	3	
357	23	16,0	2,507	61	3/4	6	8	3	
358	22	16,0	2,507	61	3/4	6	8	3	
359	22	15,9	2,507	61	3/4	6	8	3	
360	23	15,6	2,507	61	3/4	6	8	3	
361	25	11,5	2,507	61	3/4	3	8	1 ⁶	
362	17	15,8	2,507	61	1/2	6	8	2	
363	55	18,5	2,490	62	2	7	8	9 ⁴	
364	37	18,5	2,490	62	1	7	8	4 ⁸	
365	26	15,6	2,490	62	1	6	8	4	
366	20	13,0	2,490	62	3/4	5	8	2 ⁶	
367	34	9,9	2,507	63	1	2	8	1 ⁴	
368	24	11,1	2,507	63	3/4	4	8	2	
369	22	13,4	2,507	63	3/4	5	8	2 ⁶	
370	25	15,4	2,507	63	3/4	6	8	3	
371	24	14,9	2,507	63	3/4	5	8	2 ⁶	
372	23	15,3	2,507	63	3/4	6	8	3	
373	23	15,3	2,507	63	3/4	6	8	3	
374	22	15,4	2,507	63	3/4	5	8	2 ⁶	
375	30	13,9	2,507	63	1	5	8	3 ⁴	
376	24	16,0	2,510	65	3/4	6	8	3	
377	22	16,0	2,510	65	3/4	6	8	3	
378	22	15,5	2,510	65	3/4	6	8	3	
379	22	15,6	2,510	65	3/4	6	8	3	
380	22	13,2	2,510	65	3/4	5	8	2 ⁶	
381	22	18,4	2,510	67	3/4	7	8	3 ⁶	
382	22	18,4	2,510	67	3/4	7	8	3 ⁶	
383	23	18,4	2,510	67	3/4	7	8	3 ⁶	
384	21	18,4	2,510	67	3/4	6	8	3	
385	22	18,5	2,510	67	3/4	7	8	3 ⁶	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
386	22	21,4	2,510	67	3/4	8	8	4 ⁶	
387	21	20,9	2,510	67	3/4	7	8	3 ⁴	
388	30	9,6	2,549	74	1	2	8	1 ⁴	
389	32	13,0	2,518	58	1	5	8	3 ⁴	
390	20	15,9	2,518	58	3/4	6	8	3	
391	22	15,6	2,518	58	3/4	6	8	3	
392	22	15,8	2,518	58	3/4	6	8	3	
393	21	16,4	2,518	58	3/4	6	8	3	
394	24	16,0	2,518	58	3/4	6	8	3 ⁸	
395	27	10,7	1,840	58	1	4	5	1	Castigo 1' por corteza en canto
396	23	15,6	2,544	59	3/4	6	8	3	
397	23	15,6	2,544	59	3/4	6	8	3	
398	24	18,6	2,544	59	3/4	7	8	3 ⁶	
399	36	11,1	2,544	59	1	4	7	2 ⁴	Presencia de hongo
400	25	15,8	2,544	59	3/4	6	8	3	
401	22	15,7	2,544	59	3/4	6	8	3	
402	21	15,7	2,544	59	3/4	6	8	3	
403	22	15,7	2,544	59	3/4	6	8	3	
404	21	11,6	2,544	59	3/4	4	8	2 ²	
405	23	15,3	2,544	59	3/4	5	7	2	Castigo 1' por corteza en canto
406	26	20,6	1,895	60	1	8	6	4 ⁶	
407	30	18,1	1,895	60	1	7	6	3 ⁶	
408	21	20,5	1,895	60	3/4	8	6	3	
409	35	10,6	2,535	66	1	4	8	2 ⁸	
410	39	9,0	2,530	68	1 1/2	3	8	3 ⁴	
411	45	13,0	2,502	70	1 1/2	5	7	4	Castigo 1' por corteza en canto
412	23	16,0	2,551	79	3/4	6	8	3	
413	23	15,3	2,551	79	3/4	6	7	2 ⁷	Castigo 1' por corteza en canto
414	22	15,4	2,551	79	3/4	6	8	3	
415	24	15,8	2,551	79	3/4	6	8	3	
416	23	16,0	2,551	79	3/4	6	8	3	
417	18	16,0	2,551	79	1/2	5	8	1 ⁸	
418	22	15,9	2,536	80	3/4	6	8	3	
419	30	16,0	2,536	80	1	5	8	3 ⁴	
420	31	6,1	2,536	80	1	2	7	1 ²	Castigo 1' extremo angosto
421	23	13,2	2,536	80	3/4	5	8	2 ⁶	
422	22	13,4	2,536	80	3/4	5	8	2 ⁶	
423	24	10,1	2,536	80	3/4	3	8	1 ⁶	
424	23	12,1	2,536	80	3/4	4	8	2	
425	23	13,4	2,537	81	3/4	5	8	2 ⁶	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
426	18	13,5	2,537	81	1/2	5	8	1 ⁶	
427	25	13,5	2,537	81	3/4	5	8	2 ⁶	
428	22	13,5	2,537	81	3/4	5	8	2 ⁶	
429	28	10,8	2,537	81	1	4	8	2 ⁶	
430	22	20,9	1,895	60	3/4	8	6	3	
431	22	18,4	1,895	60	3/4	7	6	2 ⁷	
432	40	11,1	1,895	60	1 1/2	4	6	3	
433	22	15,8	2,530	68	3/4	6	8	3	
434	21	15,7	2,530	68	3/4	6	8	3	
435	24	13,9	2,530	77	3/4	5	8	2 ⁶	
436	32	13,9	2,530	77	1	5	8	3 ⁴	
437	23	16,3	2,530	77	3/4	6	8	3	
438	21	16,2	2,530	77	3/4	6	8	3	
439	22	16,2	2,530	77	3/4	6	8	3	
440	24	16,1	2,530	77	3/4	6	8	3	
441	23	16,0	2,530	77	3/4	6	8	3	
442	17	16,0	2,530	77	1/2	6	7	1 ⁹	Castigo 1' por corteza en canto
443	18	15,8	2,530	77	1/2	6	8	2	
444	24	18,9	2,485	78	3/4	7	8	3 ⁶	
445	25	13,0	2,485	78	3/4	4	8	2	
446	21	18,5	2,485	78	3/4	7	8	3 ⁶	
447	21	18,6	2,485	78	3/4	7	8	3 ⁶	
448	40	10,7	2,485	78	1 1/2	4	7	3 ⁶	Castigo 1' por corteza en canto
449	23	15,9	2,485	78	3/4	6	8	3	
450	20	15,9	2,485	78	3/4	6	8	3	
451	26	16,0	2,551	79	1	6	8	4	
452	22	13,5	2,551	79	3/4	4	8	2	
453	21	16,0	2,551	79	3/4	5	8	2 ⁶	
454	23	20,4	2,534	69	3/4	8	8	4	
455	20	20,3	2,534	69	3/4	7	8	3 ⁶	
456	21	20,5	2,534	69	3/4	8	8	4 ⁶	
457	20	18,1	2,534	69	3/4	7	8	3 ⁶	
458	25	12,3	2,507	71	3/4	4	8	2	
459	27	20,6	2,507	71	1	8	8	5 ⁴	
460	20	20,7	2,507	71	3/4	8	8	4	
461	21	20,7	2,507	71	3/4	8	8	4	
462	25	18,0	2,507	71	3/4	6	8	3	
463	25	18,2	2,507	71	3/4	7	8	3 ⁶	
464	21	18,1	2,540	72	3/4	7	8	3 ⁶	
465	21	18,1	2,540	72	3/4	7	7	3	Castigo 1' por corteza en canto

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
466	22	20,6	2,540	72	3/4	8	8	4	
467	27	20,6	2,540	72	1	8	8	5 ⁴	
468	21	20,6	2,540	72	3/4	8	8	4	
469	24	10,3	2,486	73	3/4	4	8	2	
470	24	16,5	2,487	73	3/4	6	8	3	
471	22	18,2	2,487	73	3/4	7	8	3 ⁶	
472	18,6	22,0	2,487	73	1/2	8	8	2 ⁸	
473	31	18,3	2,487	73	1	7	8	4 ⁸	
474	20	14,6	2,487	73	3/4	5	8	2 ⁶	
475	22	15,6	2,549	74	3/4	6	8	3	
476	21	20,5	2,549	74	3/4	8	8	4	
477	25	18,1	2,549	74	3/4	7	8	3 ⁶	
478	26	15,3	2,549	74	1	6	7	3	Castigo 1' extremo angosto
479	44	13,5	2,518	75	1 1/2	5	8	5	
480	22	20,4	2,517	75	3/4	8	8	4	
481	22	23,1	2,517	75	3/4	9	8	4 ⁶	
482	22	23,6	2,517	75	3/4	9	8	4 ⁶	
483	25	23,6	2,517	75	3/4	9	8	4 ⁶	
484	24	23,1	2,517	75	3/4	9	8	4 ⁶	
485	24	20,9	2,517	75	3/4	8	8	4	
486	22	18,1	2,517	75	3/4	7	8	3 ⁶	
487	20	14,1	2,517	75	3/4	5	7	2 ²	Castigo 1' por corteza en canto
488	25	18,0	2,535	76	3/4	7	8	3 ⁶	
489	21	18,1	2,535	76	3/4	7	8	3 ⁶	
490	21	20,5	2,535	76	3/4	8	8	4	
491	22	20,6	2,535	76	3/4	8	8	4	
492	29	20,6	2,535	76	1	7	8	4 ⁸	
493	19	18,2	2,535	76	1/2	7	8	2 ⁴	
494	20	12,2	2,535	76	3/4	4	8	2	
495	22	15,6	2,508	64	3/4	6	8	3	
496	23	15,6	2,508	64	3/4	6	8	3	
497	21	15,6	2,508	64	3/4	6	8	3	
498	22	15,6	2,508	64	3/4	6	8	3	
499	24	15,6	2,508	64	3/4	6	8	3	
500	22	11,6	2,508	64	3/4	3	8	1 ⁶	
501	24	13,8	2,510	65	3/4	5	8	2 ⁶	
502	24	15,3	2,536	66	3/4	6	8	3 ⁶	
503	22	15,9	2,536	66	3/4	5	8	2 ⁶	
504	21	15,6	2,536	66	3/4	6	8	3	
505	22	15,7	2,536	66	3/4	6	8	3	

Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
506	23	13,1	2,536	66	3/4	5	7	2 ²	Castigo 1' por corteza en canto
507	42	10,7	2,510	67	1 1/2	4	7	3 ⁶	Castigo 1' por corteza en canto
508	23	15,4	2,510	67	3/4	6	8	3	
509	24	15,6	2,510	67	3/4	6	8	3	
510	22	14,2	2,510	67	3/4	5	8	2 ⁶	
511	22	13,6	2,510	67	3/4	5	8	2 ⁶	
512	21	18,5	2,510	67	3/4	7	8	3 ⁶	
513	22	13,3	2,531	68	3/4	5	8	2 ⁶	
514	22	13,0	2,531	68	3/4	5	8	2 ⁶	
515	25	11,2	2,541	68	3/4	4	8	2	
516	28	12,9	2,541	68	1	5	8	3 ⁴	
517	24	15,6	2,541	68	3/4	6	8	3	
518	23	15,6	2,541	68	3/4	6	8	3	
519	23	15,7	2,541	68	3/4	6	8	3	
520	20	15,6	2,541	68	3/4	6	8	3	
521	20	23,5	2,541	68	3/4	9	8	4 ⁶	
522	23,3	21,0	2,541	68	3/4	8	8	4	
523	25	28,2	2,541	68	3/4	11	8	5 ⁶	
524	27	18,0	2,534	69	1	7	8	4 ⁸	
525	17	13,4	2,534	69	1/2	4	8	1 ⁴	
526	21	18,3	2,506	70	3/4	7	8	3 ⁶	
527	22	18,4	2,506	70	3/4	7	8	3 ⁶	
528	22	18,2	2,506	70	3/4	7	8	3 ⁶	
529	26	18,1	2,506	70	1	7	8	4 ⁸	
530	22	15,6	2,506	70	3/4	6	8	3	
531	34	12,1	2,507	71	1	4	8	2 ⁸	
532	22	20,6	2,540	72	3/4	8	8	4	
533	22	20,6	2,549	74	3/4	8	8	4	
534	21	18,2	2,549	74	3/4	7	8	3 ⁶	
535	21	18,0	2,549	74	3/4	7	8	3 ⁶	
536	20	8,2	2,500	82	3/4	2	8	1	
537	26	13,6	0,609	65	1	5	2	0 ¹	
538	21	13,6	0,914	65	3/4	5	3	0 ¹¹	
539	23	13,6	0,914	65	3/4	5	3	0 ¹¹	
540	20	12,1	0,609	65	3/4	3	2	0 ⁴	
541	21	13,5	0,609	65	3/4	5	2	0 ⁷	
542	27	9,4	0,609	70	1	3	2	0 ⁶	
543	30	9,0	0,914	70	1	2	3	0 ⁶	
544	31	8,6	0,609	70	1	3	2	0 ⁶	
545	23	16,0	0,914	72	3/4	6	3	1 ¹	

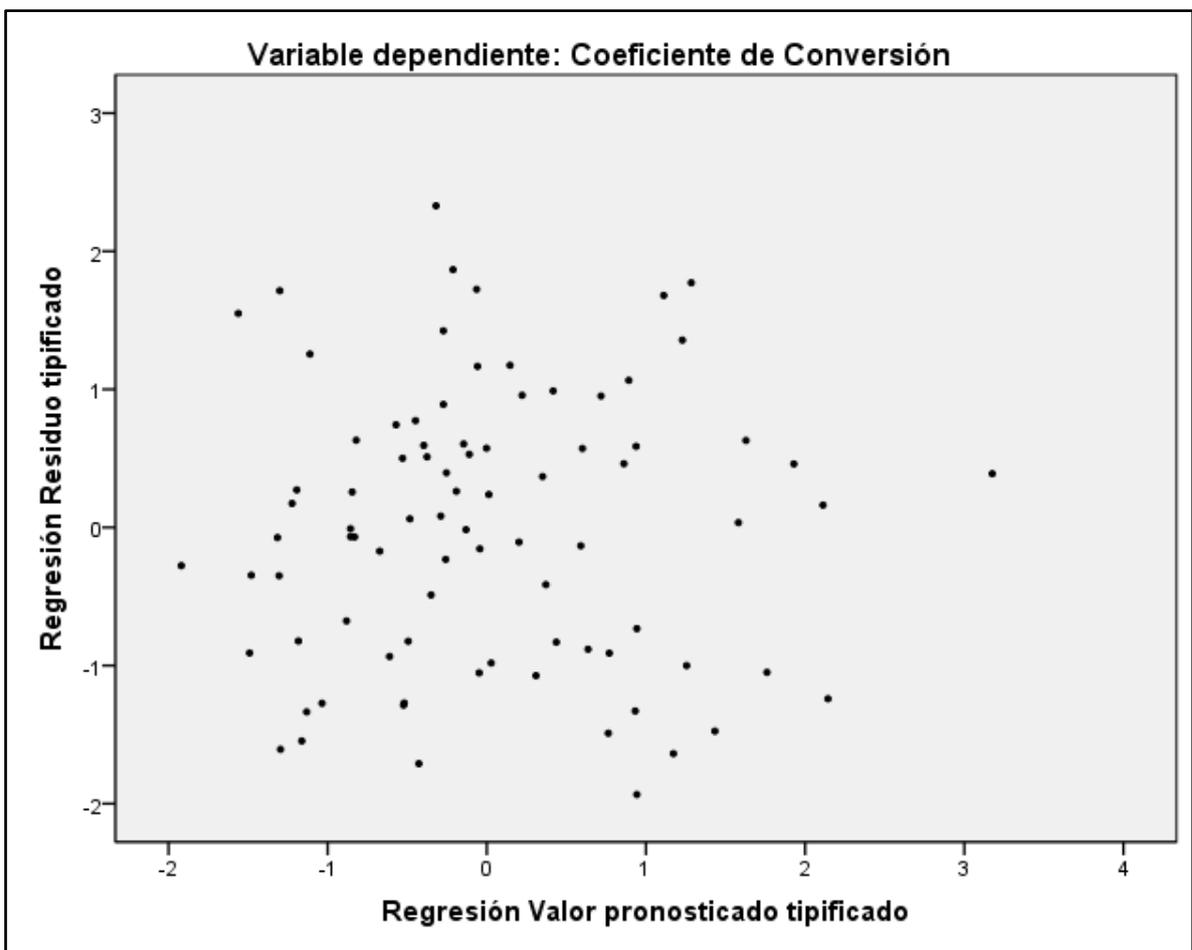
Nro	Espesor (mm)	Ancho (cm)	Largo (m)	Troza de procedencia	Dimensiones comerciales				Observaciones
					e"	a"	l'	volumen (pt)	
546	23	16,0	0,914	72	3/4	6	3	1 ¹ ₆	
547	27	8,9	0,609	77	1	3	2	0 ⁹	
548	27	8,0	0,914	77	1	3	3	0	
549	31	11,8	0,914	78	1	4	3	1	
550	30	11,2	0,609	78	1	3	2	0 ⁶	
551	22	13,7	0,609	78	3/4	5	2	0 ⁷	
552	22	13,7	0,914	78	3/4	5	3	0 ¹¹	
553	25	10,0	0,609	78	3/4	3	2	0 ⁴	
554	30	10,0	0,609	78	1	3	2	0 ⁶	
555	29	13,9	0,914	78	1	5	3	1 ³	
556	26	13,1	0,609	79	1	5	2	0 ¹	
557	26	13,1	0,609	79	1	4	2	0 ⁸	
558	34	13,0	0,914	79	1	5	3	1 ³	
559	39	11,0	2,500	82	1 1/2	4	8	4 ⁶	
560	23	13,5	2,500	82	3/4	5	8	2 ⁶	
561	23	13,5	2,500	82	3/4	5	8	2 ⁶	
562	23	13,5	2,500	82	3/4	5	8	2 ⁶	
563	25	13,4	2,500	82	3/4	5	8	2 ⁶	
564	35	10,8	2,525	83	1	4	8	2 ⁸	
565	22	13,2	2,525	83	3/4	5	8	2 ⁶	
566	22	13,3	2,525	83	3/4	5	8	2 ⁶	
567	21	13,3	2,525	83	3/4	5	8	2 ⁶	
568	27	11,0	2,525	83	1	4	8	2 ⁸	
569	26	10,9	2,508	84	1	4	8	2 ⁸	
570	23	10,9	2,508	84	3/4	4	8	2	
571	22	11,0	2,508	84	3/4	4	8	2 ⁶	
572	25	11,0	2,000	84	3/4	4	6	1 ⁸	
573	19	13,7	2,534	85	1/2	5	8	1 ⁸	
574	22	13,5	2,534	85	3/4	5	8	2 ⁶	
575	25	13,4	2,534	85	3/4	5	8	2 ⁶	
576	22	13,5	2,534	85	3/4	5	8	2 ⁶	
577	23	11,2	2,534	85	3/4	3	8	1 ⁶	

ANEXO 4

ESTUDIO DE SUPUESTOS DEL MODELO DE REGRESIÓN SIMPLE

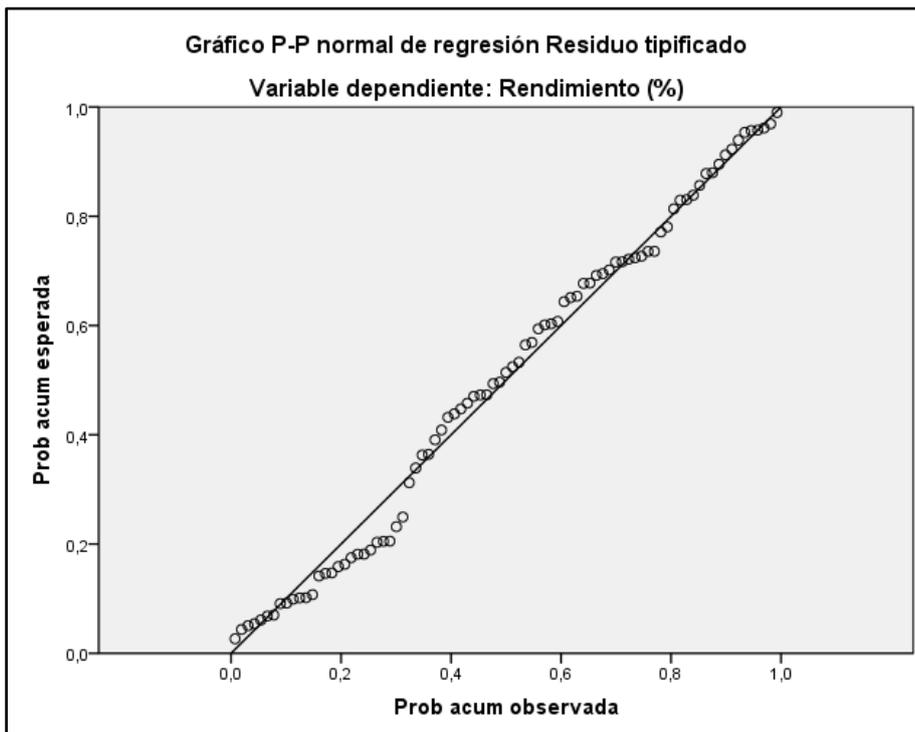
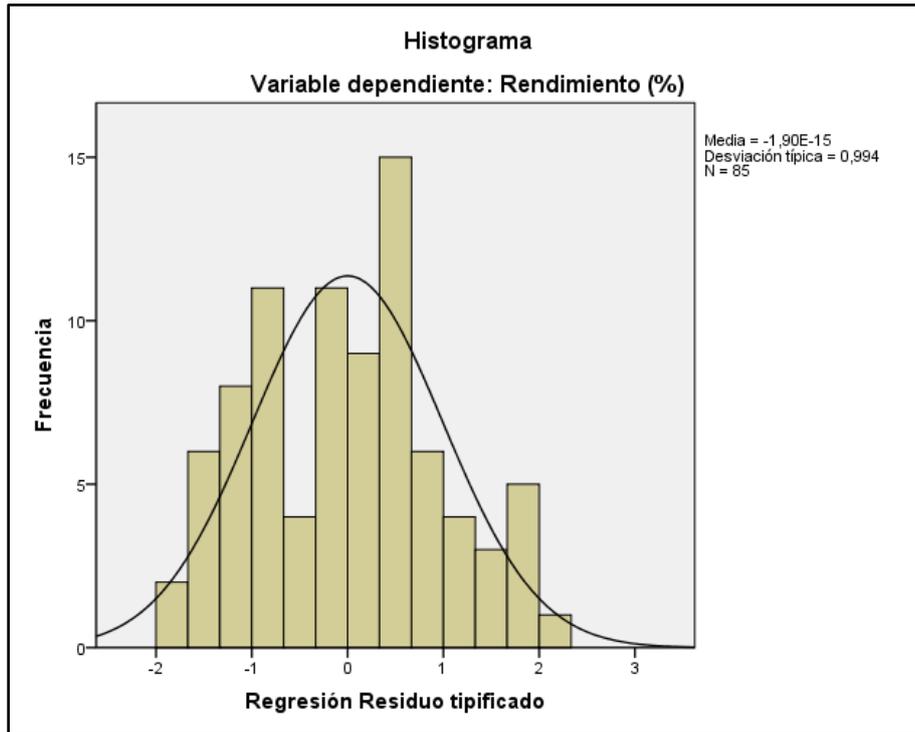
A. Linealidad

Si la relación no fuera lineal habría alguna configuración manifiesta entre el valor pronosticado y el residuo tipificado. No se da, por lo que se corrobora la supuesta linealidad.



B. Normalidad del error.

El primer gráfico es un histograma de los valores residuales tipificados, donde se observa que tiene una forma aproximadamente acampanada; el segundo es el gráfico de P-P Normal, donde los valores siguen la línea diagonal. Además la prueba de Kolmogorov-Smirnov acepta que la distribución es Normal ya que el p-valor es mayor a 0,05.



Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		<i>Unstandardized Residual</i>
N		85
Parámetros normales	Media	0,0000000
	Desviación típica	5,41770552
Diferencias más extremas	Absoluta	0,090
	Positiva	0,090
	Negativa	-0,045
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,832
Sig. asintót. (bilateral)		0,493

C. Homocedasticidad

Se rechaza que exista correlación entre las puntuaciones residuales en valores absolutos y las puntuaciones predicas.

		<i>absres1</i>	<i>Unstandardized Predicted Value</i>
absres1	Correlación de Pearson	1	0,090
	Sig. (bilateral)		0,413
	N	85	85
Unstandardized Predicted Value	Correlación de Pearson	0,090	1
	Sig. (bilateral)	0,413	
	N	85	85

ANEXO 5

ESTUDIO DE SUPUESTOS DEL MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

A. Autocorrelación.

Se acepta la independencia de errores si valor Durbin-Watson mayor a 1.

<i>Modelo</i>	<i>R</i>	<i>R cuadrado</i>	<i>R cuadrado corregida</i>	<i>Error típ. de la estimación</i>	<i>Durbin-Watson</i>
1	,386 ^a	0,149	0,129	0,0518397	1,677

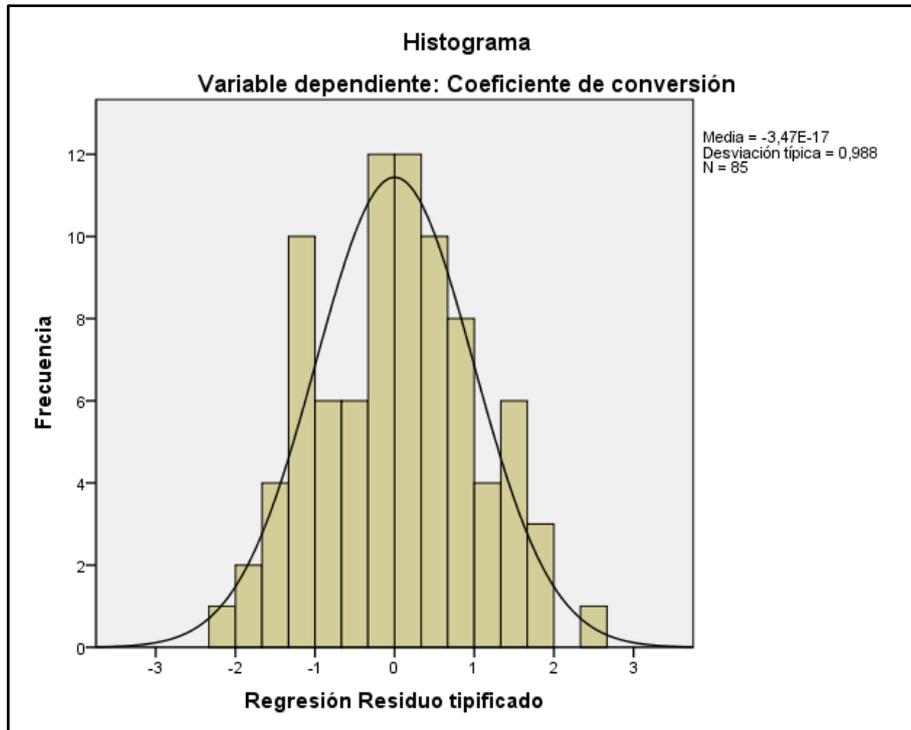
B. Multicolinealidad.

La tolerancia es menor a 0,9. Las variables independientes no son colineales.

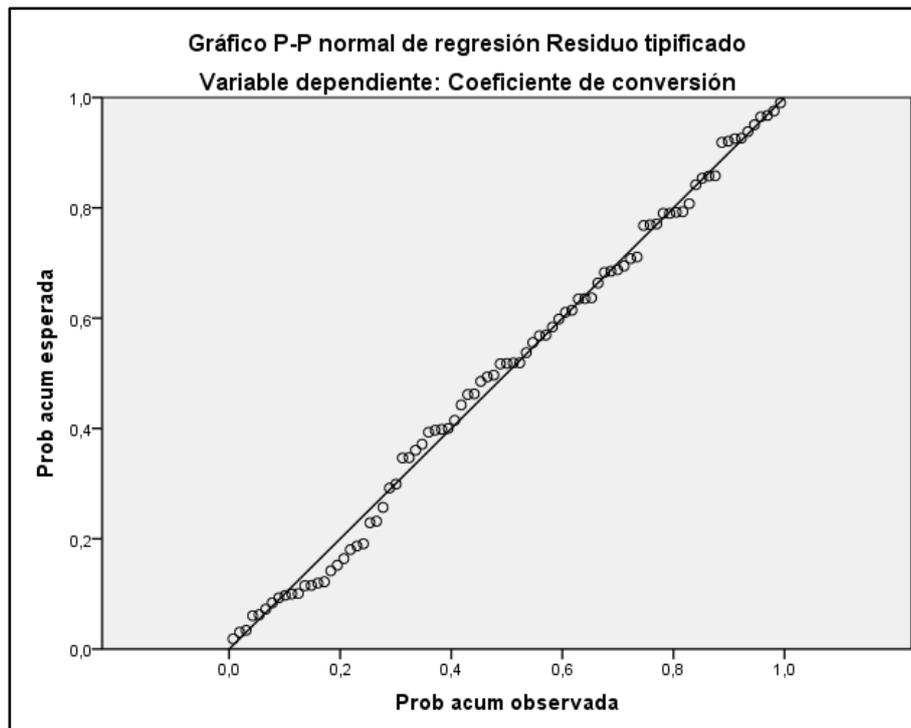
<i>Fuente</i>	<i>Coefficientes no estandarizados</i>		<i>Coefficientes tipificados</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>	<i>Estadísticos de colinealidad</i>	
	<i>B</i>	<i>Error típ.</i>	<i>Beta</i>			<i>Tolerancia</i>	<i>FIV</i>
(Constante)	0,136	0,081		1,688	0,095		
Diámetro Promedio (cm)	0,00469	0,001	0,413	3,466	0,001	0,729	1,371
Longitud (m)	0,07352	0,024	0,372	3,121	0,002	,729	1,371

C. Normalidad de los residuos.

El histograma del error muestra forma acampanada.

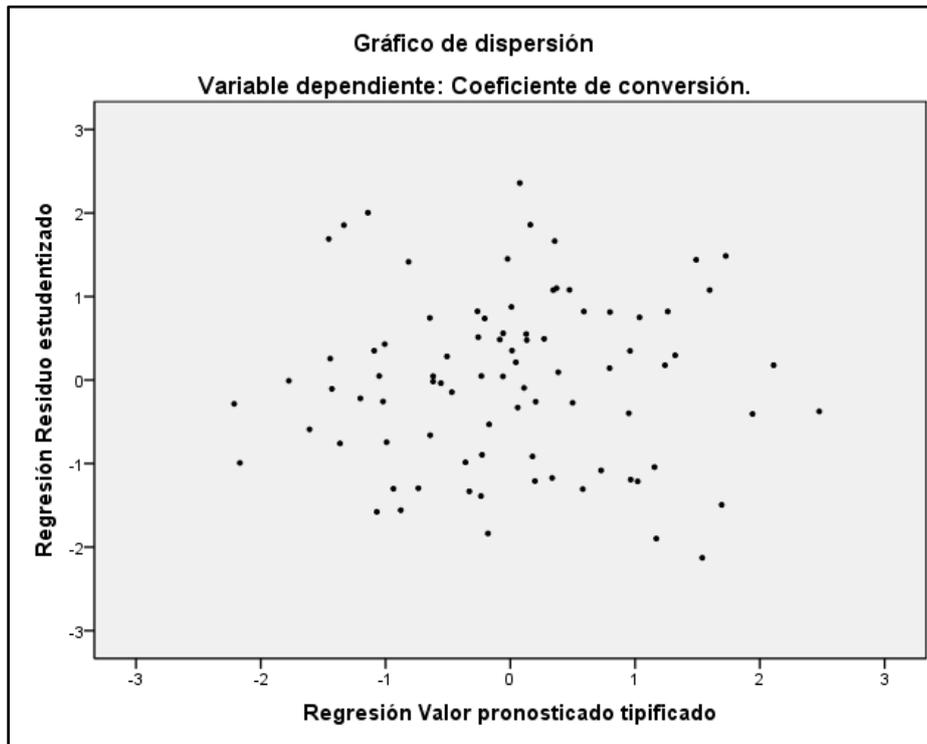


Además, el gráfico P-P normal muestra que los residuos siguen un comportamiento normal.



D. Linealidad.

Si la relación no fuera lineal habría alguna configuración manifiesta entre el valor pronosticado y el residuo tipificado. No se da, por lo que se corrobora la supuesta linealidad.



E. Homocedasticidad

Se rechaza que exista correlación entre las puntuaciones residuales en valores absolutos y las puntuaciones predicas.

Correlaciones

		<i>AbsRes</i>	<i>Unstandardized Predicted Value</i>
AbsRes	Correlación de Pearson	1	0,111
	Sig. (bilateral)		0,314
	N	85	85

ANEXO 6
FOTOGRAFÍAS



Patio de trozas



Marcado de trozas



Sierra principal de cinta.



Carro porta troza.



Canteadora con sierra de disco.



Despuntadora tipo péndulo



Secado de la madera.