UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

"RENDIMIENTO DE MADERA DE *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken, USANDO MOTOSIERRA EN EL ASERRÍO DE PLANTACIONES AGROFORESTALES DE SAN IGNACIO"

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

AUTORES:

Bach. Lilibeth Claudina Román Meza

Bach. Iván Pizarro Mori

ASESOR:

Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo

CONSERVAVIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

JAÉN-PERÚ, SEPTIEMBRE, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

INFORME FINAL DE TESIS_Pizarro_MI_Román_MLC_OBS.docx

AUTOR

Lilibeth Claudina y Iván Román Meza y Pizarro Mori

RECUENTO DE PALABRAS

19737 Words

RECUENTO DE CARACTERES

89282 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

97 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.9MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 23, 2023 2:30 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 23, 2023 2:31 PM GMT-5

5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 5% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 2% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 25 de agosto del año 2023, siendo las 11.00: horas, se reunieron de manera **presencial**, los integrantes del Jurado:

Presidente: PhD. Wilfredo Ruiz Camacho
Secretaria: Mg. Candy Lisbeth. Ocaña Zúñiga
Vocal: Mg. Mario Ruiz Ramos, para evaluar la Sustentación del:

( ) Informe de Plan de Trabajo de Investigación
(x) Informe Final de Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado **"RENDIMIENTO DE *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken, USANDO MOTOSIERRA EN EL ASERRIO DE PLANTACIONES AGROFORESTALES DE SAN IGNACIO"** presentado por los bachilleres Iván Pizarro Mori y Lilibeth Claudina Román Meza, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:
(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

f)	Excelente	18, 19, 20	( )
g)	Muy bueno	16, 17	( )
h)	Bueno	14, 15	(14)
i)	Regular	13	( )
j)	Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 11: 30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmado su participación con la suscripción de la presente.

Presidente de Jurado Evaluador

Secretario de Jurado Evaluador

Vocal de Jurado Evaluador

Original

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO....2
ÍNDICE DE TABLAS....4
ÍNDICE DE FIGURAS....5
RESUMEN....6
I. INTRODUCCIÓN....8
II. MATERIAL Y MÉTODOS....12
2.1. Materiales....12
2.2. Metodología....13
2.2.1. Descripción de la Zona de Estudio....13
2.2.2. Definición de la Muestra y Diseño de Muestreo....15
2.2.3. Metodología por Cada Objetivo....16
2.2.4. Análisis de los Datos....21
III. RESULTADOS....22
3.1. Censo Comercial de Parcelas Agroforestales Muestreadas....22
3.1.1. Elaboración de Planos de los Árboles Aprovechables....22
3.2. Determinación del Rendimiento del Aserrío Usando Motosierra....27
3.2.1. Análisis Exploratorio....27
3.2.2. Modelo Matemático para Estimar Volumen Real de Árbol en Pie....29
3.2.3. Estimación de Coeficientes de Rendimiento a Partir del Modelo de Estimación de Volumen Real de Árbol en Pie....32
3.3. Relación Entre el Volumen de Madera Aserrada y el Volumen de Madera Rolliza....36

3.4. Estimación del Volumen Comercial de Madera de Laurel de Parcelas Agroforestales 37

IV. DISCUSIÓN 40

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 43

5.1. Conclusiones 43

5.2. Recomendaciones 44

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 45

AGRADECIMIENTOS 51

DEDICATORIA 52

ANEXOS 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales y Equipos.....12

Tabla 2. Plantaciones de Cordia alliodora investigadas 13

Tabla 3. Clasificación por categoría comercial.....18

Tabla 4. Clases diamétricas de los árboles 22

Tabla 5. Medidas resumen para las variables involucradas.....27

Tabla 6. Resumen del análisis de varianza para los modelos propuestos.....30

Tabla 7. Expresión matemática de los modelos matemáticos.....30

Tabla 8. Resumen de los criterios de selección del mejor modelo 31

Tabla 9. Ponderación de los criterios de selección del mejor modelo 31

Tabla 10. Resumen de los criterios de bondad de ajuste para los modelos seleccionados.....32

Tabla 11. Resumen del análisis de varianza para el modelo propuesto 33

Tabla 12. Indicadores de bondad de ajuste para el modelo propuesto 33

Tabla 13. Resumen del Análisis de Varianza Para el Modelo Propuesto.....35

Tabla 14. Indicadores de bondad de ajuste para el modelo propuesto 35

Tabla 15. Tabla volumétrica para la estimación del volumen del árbol de C. alliodora 38





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio 14

Figura 2. Plano de dispersión espacial de árboles en la parcela El Chontal 24

Figura 3. Plano de dispersión espacial de árboles en la parcela La Loma.....25

Figura 4. Plano Dispersión espacial de árboles en la parcela El Mango 26

Figura 5. Distribución frecuencias de cada variable involucrada en el estudio 28

Figura 6. Cantidad y porcentaje de árboles según la clase diamétrica. 29

Figura 7. Factor de forma promedio según clase diamétrica 29

Figura 8. Determinación de la relación entre la madera aserrada y madera rolliza por correlación lineal 36

RESUMEN

Este estudio tuvo por objetivo determinar el rendimiento del aserrío de madera de *Cordia Alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken, usando motosierra en plantaciones agroforestales de San Ignacio. La metodología contempló una población de 273 árboles de la especie *Cordia Alliodora* de los cuales se seleccionó una muestra de 37, los que fueron apeados y procesados para obtener 105 trozas de madera. Los resultados obtenidos fueron 125 cuartones equivalente a 0.29 m^3 y con rangos entre 0.048 m^3 y 0,751 m^3. Con respecto al coeficiente de rendimiento, el mejor modelo de regresión lineal que se ajusta es el modelo 1, obteniendo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.918 y una ecuación lineal: V: V=1.02194*AB*F*H. Los resultados indican un coeficiente de rendimiento de 92.10% para madera rolliza y un promedio de 35.51% para madera aserrada.

Palabras clave: *Agroforestería, Dasometría, madera aserrada, clase diamétrica*

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the performance of sawing Cordia Alliodora (Ruiz & Pavon) Oken wood, using a chainsaw in agroforestry plantations in San Ignacio. The methodology contemplated a population of 273 trees of the Cordia Alliodora species, from which a sample of 37 was selected, which were felled and processed to obtain 105 logs of wood. The results obtained were 125 paddocks equivalent to 0.29 m3 and with ranges between 0.048 m3 and 0.751 m3. Regarding the coefficient of performance, the best linear regression model that fits is model 1, obtaining a coefficient of determination (R2) of 0.918 and a linear equation: V: V=1.02194*AB*F*H. The results indicate a yield coefficient of 92.10% for round wood and an average of 35.51% for sawn wood.

Key words: *Agroforestry, Dasometry, sawn timber, diameter class.*

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la madera ha sido un material fundamental en las creaciones humanas debido a sus valiosas características físicas y mecánicas. Su uso se ha expandido gracias a avances tecnológicos que han dado lugar a nuevos productos, ampliando así las posibilidades de aplicación de la madera. Actualmente, se buscan continuamente maneras de mejorar su uso y sacar el máximo provecho de este recurso (Leyva *et al.*, 2017, p.341).

En el Perú, la industria del aserrío destaca como una de las más importantes en el ámbito forestal, ya que se dedica a la transformación de la madera en el país. Dado que la madera es el principal recurso de esta industria, es crucial aprovecharla adecuadamente para asegurar su sostenibilidad (Portella, 2021). El proceso de aserrío representa una de las formas más directas de transformar la madera en rollo, por lo que resulta esencial evaluar su eficacia a través de estudios que consideren el rendimiento (Paucar, 2016).

Según Ramirez (2019) es fundamental determinar el rendimiento del proceso de aserrío el cual se define como la relación entre el volumen de madera en rollo que se introduce en el aserradero y el volumen resultante de productos aserrados. Este rendimiento, también conocido como Coeficiente de Aserrío o Factor de Recuperación de Madera Aserrada (FRM), varía según el tipo de madera, los patrones de corte, la maquinaria, la mano de obra, el diámetro y la calidad de los troncos.

Rios (2019) indica que, a pesar de que en los últimos años en el Perú se vienen implementando nuevas tecnologías en la industria forestal para mejorar los rendimientos, aún existe un alto porcentaje del uso de métodos tradiciones como lo es el aserrío con motosierra, siendo principalmente utilizado por pequeños productores o extractores de madera. Por su parte, el autor Loechle (2001) menciona que el sistema de aprovechamiento forestal con motosierras es el más adaptable a la topografía y condiciones climáticas del distrito Tabaconas, San Ignacio.

Con respecto a las plantaciones agroforestales, estas se presentan como una opción significativa para el desarrollo económico a niveles local, regional y nacional. La madera proveniente de estos cultivos tiene una gran demanda en el mercado, siendo un recurso muy utilizado por el ser humano después de pasar por el proceso de aserrío (Guevara, 2020). Según expone Barturén (2018) es fundamental promover la implementación de plantaciones forestales y sistemas agroforestales puesto que contribuyen al desarrollo industrial en el sector forestal y proporciona servicios ecosistémicos y económicos.

El 77% de la madera aprovechada de sistemas agroforestales en Centro y Sudamérica corresponden a la especie *Cordia alliodora* (R. &. P.) Oken, dicha especie es asociada con cultivos de café, cacao y plátano (Pineda *et al*., 2018). El laurel es una especie muy adecuada para sistemas agroforestales debido a su dosel estrecho (menos sombras), forma de tallo y rápido crecimiento cuando se planta a intervalos más grandes, además de producir buena madera (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal [CONIF], 1988). En el nororiente peruano, específicamente en las provincias de Jaén y San Ignacio, aproximadamente el 80-82% de las áreas destinadas al cultivo de café, se encuentran bajo sombra, siendo la *Cordia alliodora* (R. y P.) Oken, una de las especies destacadas en estas plantaciones agroforestales. Actualmente, es una de las maderas más relevantes en esta región del país, a pesar de su importancia, existe escasa información o estudios sobre el rendimiento del aserrío de esta especie maderable (Fernández, 2018).

Sanabria y Serrano (2016) llevaron a cabo una evaluación del rendimiento en el proceso de aserrío de las trozas de raleo de una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken. Este estudio utilizó un total de 64 trozas de laurel de 4 años. Los resultados obtenidos revelaron que el rendimiento final de la madera lista para la venta, es decir, cepillada y machimbrada, fue del 24%, mientras que el rendimiento real alcanzó el 28%.

Castillo (2021) llevó a cabo una investigación en Ecuador para medir el rendimiento en la fabricación de muebles utilizando madera de *Cordia alliodora* y *Triplaris cumingiana*. El estudio incluyó la determinación del rendimiento, además cuantificó el desperdicio. Los resultados mostraron que el rendimiento para las maderas de *Cordia alliodora* y *Triplaris cumingiana* fue del 50,59% y 51,09%, respectivamente, el desperdicio promedio fue de 32,27%.

Por su parte, Sánchez (2012) determinó los factores de forma de cinco especies forestales entre las cuales estuvo la especie *Cordia alliodora*, como resultado el autor obtuvo el valor promedio del factor de forma de 0.60 para dicha especie. Así mismo, Somarriba y Beer (1986) mencionan que el volumen comercial real que obtienen los productores de parcelas agroforestales de *Cordia alliodora* es un 64% del volumen total, además el factor de forma puede ser menor a 0.6 cuando se ve afectado por factores como raíces tablares, torceduras del tronco, pudrición del duramen, bifurcaciones, etc.

Por lo tanto, considerando la importancia de realizar estudios de rendimiento en el proceso de aserrío en el país para proveer de información objetiva, que permita el fortalecimiento de la gestión forestal en el ámbito del aprovechamiento de la madera proveniente de plantaciones agroforestales; así mismo, teniendo en cuenta que el aprovechamiento forestas en la provincia de San Ignacio y otras zonas de la región se adapta al uso de motosierra como máquina principal para realizar los cortes primarios y obtener como productos cuartones, cuyas dimensiones se encuentran dentro de la categoría comercial determinados en la Resolución Jefatural N°159 - 2008 – INRENA; se plantea la presente investigación, la cual tuvo como objetivo principal determinar el rendimiento demadera rolliza y aserrada de *C. alliodora*, utilizando motosierra en el aserrío de plantaciones agroforestales de la localidad de Palla Peña, provincia de San Ignacio, región Cajamarca; también, se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) Realizar el censo comercial de las parcelas

agroforestales muestreadas, 2) Determinar el rendimiento del aserrío usando motosierra como máquina principal, 3) Determinar la relación que existe entre el volumen de madera aserrada y el volumende madera rolliza por el método de correlación lineal y proporcionar información base para estimar volumen comerciable de madera de *Cordia Alliodora* de parcelas agroforestales.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

La Tabla 1, detalla los implementos utilizados tanto en la etapa de campo como gabinete durante el proceso de la investigación.

Tabla 1

Materiales y Equipos

Materiales e insumos	Equipo de protección personal (EPP)	Herramientas	Equipos	Software
Lapiceros.	Botas de jebe.	Machete.	Calculadora científica	ArcGis 10.3
Papel bond, 80 gr., A4.	Poncho de agua.	Wincha Truper (de 50 m de longitud)	Navegador GPS	Microsoft Office 2010
Plumón indeleble.	Casco protector	Wincha (5m de longitud)	Distanciómetro DT810	R studio
Spray de color	Orejeras	Cinta métrica (de 1.50m de longitud).	Impresora HP Ink Tank 315	
Pilas AA Duracell	Lentes	Vernier		
Cuaderno	Chaleco			
Folder plastificado	Polo Manga Larga			
Tablero acrílico.				
Primeros Auxilios (vendas, alcohol, agua oxigenada, suero antiofídico, otros).				

2.2. Metodología

2.2.1. Descripción de la Zona de Estudio

Localización. La investigación se desarrolló en parcelas agroforestales de productores cafetaleros dela Cooperativa Cenfrocafé ubicadas en el centro poblado Palla Peña, distrito de Tabaconas, provincia de San Ignacio, región Cajamarca. En el ámbito de estudio, la temperatura oscila entre los 13.8 y 15.3 °C y la precipitación entre los 5 y 158 mm; asímismo, se encuentra a una altitud de 1892 msnm.

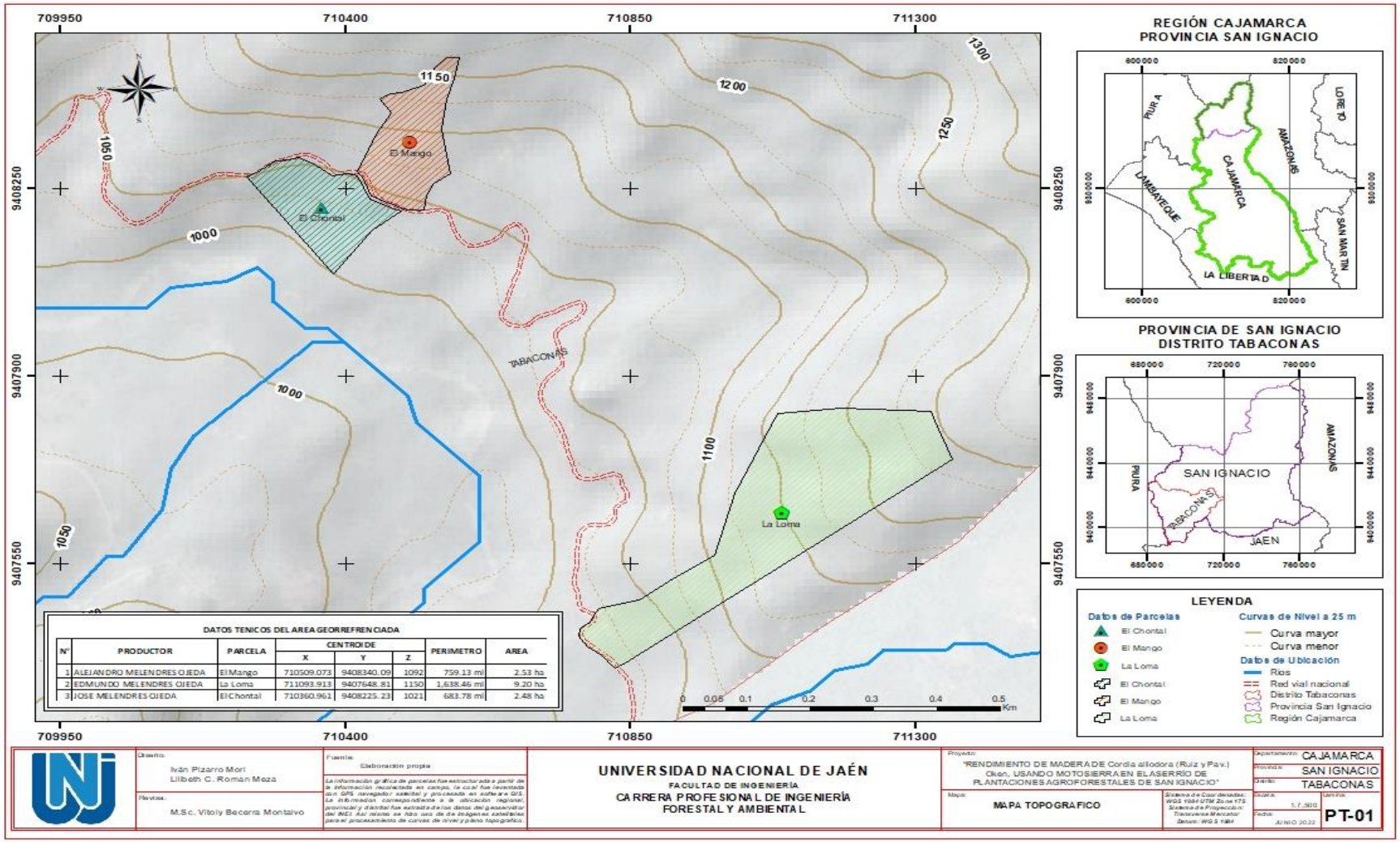
Tabla 2

Plantaciones de Cordia alliodora investigadas

N°	Nombre delproductor	Localidad	Nombre de parcela	Tipo de instalación
1	Alejandro Melendres Ojeda	Palla Peña	El Mango	Agroforestal
2	Edmundo Melendres Ojeda	Palla Peña	La Loma	Agroforestal
3	José Melendres Ojeda	Palla Peña	El Chontal	Agroforestal

Figura 1

Mapa de ubicación del área de estudio



Nota. Shape file obtenido de Geoservidor del INEI (2023).

Accesibilidad. El centro poblado Palla Peña se encuentra ubicado al sur este de la capital del distritoTabaconas a una distancia aproximada de 40 km, con un tiempo aproximado de 2 horasen carro por la carretera que une el tramo Tabaconas- Shaquitambo- Rodiopampa-Mariscal Castilla – Palla Peña y desde la ciudad de Jaén se ubica a un tiempo de dos horas 30 minutos, con una distancia de 123 km de recorrido (Gobierno Regional de Cajamarca, 2012, Resolución N°179-2012-GR-CAJ/P).

Altitud. El Centro Poblado Palla Peña tiene una altitud promedio de 1032 m.s.n.m., con coordenadas UTM; 709010 m E, 9409279 m N, zona sur.

2.2.2. Definición de la Muestra y Diseño de Muestreo

Población. La población de esta investigación estuvo conformada por 273 árboles de *C. alliodora* instalados bajo sistema agroforestal (SAF) de productores cafetaleros ubicados en Palla Peña, distrito de Tabaconas, provincia de San Ignacio.

Muestra. En referencia a la norma "COPANT 458", sugiere que el número máximo por especie es de 120 trozas y el mínimo sugerido son de 10 trozas por especie. La muestra estuvo constituida por 37 árboles representativos que fueron seleccionados aleatoriamente para permitir una determinación de manera objetiva del rendimiento de madera rolliza(troza) y madera aserrada. De los 37 árboles se obtuvo luego 107 trozas de las cuales posteriormente se obtuvieron los cuartones a través de los procesos de aprovechamiento y aserrío.

Unidad de muestra. La unidad de muestra estuvo determinada por las trozas de madera la especie *C. alliodora*, proveniente del aprovechamiento forestal. Las trozas tuvieron largos comerciales de 7 y 8 pies de largo y diámetros variables según la dendrometría de cada árbol muestreado.

2.2.3. Metodología por Cada Objetivo

Primer objetivo. Realizar un censo comercial de las parcelas agroforestales muestreadas.

El tipo de inventario que se realizó fue un inventario al cien por ciento (100 %) de todos los árboles de la especie *C. Alliodora*, de cada parcela seleccionada; este inventario es conocido también con el nombre de censo forestal, y para el caso se denomina censo comercial, ya que fue con fines de aprovechamiento. En el inventario se recolectó informaciónde las variables de estudio como altura (m), diámetro a la altura del pecho - DAP (m), edad del árbol y características fitosanitarias del árbol en pie, estos datos fueron registrados en una ficha de registro (Anexo 3); para este estudio se consideró a los árboles con DAP mayor a 0.10 m y menor a 0.55 m. Todos los árboles censados fueroncodificados con pintura a 1.3 m de altura para verificar la secuencia y controlar las mediciones desde el árbol en pie a madera aserrada (trazabilidad).

Medición del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del Árbol. Se midió el diámetro a la altura del pecho a 1.30 m de altura desde el suelo, a partir deesta variable fue posible comparar y conocer las otras variables difíciles de medir en árboles en pie como altura total y el volumen del fuste, puesto que dichas variables sedesarrollan de acuerdo a la calidad de sitio, los cambios ambientales y la densidad delrodal (Cancino, 2012).

Medición de la Altura del Árbol. Los datos requeridos para estimar el volumen de árbol en pie fueron recolectados mediante las Fichas de registro de censo forestal (Anexo 3). Esta información permitió conocer características dasométricas, tipo del fuste, edad, y sanidad del árbol. Según fue la posición del punto se definieron dos alturas diferentes: altura total y altura comercial.

- ✓ Medición de la altura total. Es la distancia vertical desde la superficie y la yema

terminal más alta del árbol (ápice) (Cancino, 2012). Para la medición de la altura total del árbol en pie se utilizó el distanciómetro DT 810, el cual se utilizó a una distancia de 10 a 20 m de cada fuste de *C. Alliodora*.

- ✓ Medición de la altura comercial. Distancia se encuentra entre el tocón o el suelo y la parte óptima o útil del fuste que posee un diámetro comercial (Cancino, 2012). Para facilitar las mediciones en algunosárboles se usó una vara de 5 m.

Segundo objetivo. Determinar el rendimiento del aserrío usando motosierra como máquina principal.

***Apeo*.** En primera instancia se procedió a apear (tumbar) los árboles seleccionados para el estudio usando motosierra; para esto, se cortó la parte baja del árbol respetando distancia del tocón. Después de la caída del árbol se procedió a levantar los datos propuestos en la ficha de registro de árbol apeado (Anexo 4).

***Trozado*.** El árbol apeado anteriormente se procedió a seccionar el fuste en trozas, luego estas trozas fueron codificadas y se obtuvo mediciones de la longitud en metros, los diámetros mayores y menor de ambos extremos de la troza. Se registró también características fitosanitarias como hueco (cm), grieta, rajadura (cm) y curvatura (cm).Se obtuvieron 105 trozas registradas en la ficha de inventario de troza (Anexo 5).

***Obtención de Cuartones*.** La obtención de cuartones se hizo mediante la transformación de la madera en cuartones con medidas con categoría comercial, obteniendo mediadas variadas en el largo, ancho y espesor (Anexo 6). El marcado de la madera aserrada fue secuencial, sin embargo, algunos cuartones que tuvieron defectos se reprocesaron para obtener cuartones de calidad.

N°	Parcela	Código árbol	V: Volumen (m3)	Volumen estimado	V_troza: Volumen Troza (m^3)	Volumen Troza estimado	V_cuartón: Volumen cuartón (m^3)	Volumen cuartón estimado
			V = 1.02194*AB*F*H		**CR = 92.102%**		**CR = 35.511%**	
37	El Chontal	28	1.1825	1.1299	1.0627	1.0406	0.3549	0.3695

Anexo 10. Censo comercial al 100 %

Tabla 1. *Censo comercial de parcelas agroforestales muestreadas de la parcela El Mango.*

CENSO COMERCIAL DE PARCELAS AGROFORESTALES MUESTREADAS												
INVENTARIO FORESTAL DE ARBOL EN PIE												
PRODUCTOR:	ALEJANDRO MELENDRES OJEDA				**PARCELA:**	El Mango						
ESPECIE:	Laurel		**NOMBRE CIENTIFICO:**	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) *Oken*		**TIPO DE SIEMBRA**	Macizo forestal					
LOCALIDAD	Palla Peña		**DISTRITO**	Tabaconas		**PROVINCIA**	San Ignacio					
N	**CODIGO 1**	**CODIGO 2**	**ESTE**	**NORTE**	**ALTITUD (msnm)**	**CAP (cm)**	**ALTURA TOTAL (m)**	**ALTURA COMERCIAL (m)**	**SANIDAD**	**TIPO FUSTE**	**EDAD**	**ARBOL MUESTRA**
1	627	ALE627	710463	9408235	1039 msnm	97 cm	15.00 m	11.00 m	Sano	Torcido	15 años	NO
2	629	ALE629	710470	9408231	1039 msnm	50 cm	11.00 m	7.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
3	630	ALE630	710473	9408230	1038 msnm	88 cm	17.00 m	12.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
4	631	ALE631	710475	9408230	1039 msnm	72 cm	17.00 m	12.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
5	632	ALE632	710475	9408229	1039 msnm	70 cm	17.00 m	12.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
6	633	ALE633	710478	9408230	1039 msnm	105 cm	19.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
7	634	ALE634	710485	9408222	1034 msnm	82 cm	13.00 m	10.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
8	643	ALE643	710517	9408215	1037 msnm	93 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
9	644	ALE644	710515	9408231	1043 msnm	125 cm	17.00 m	12.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
10	645	ALE645	710517	9408236	1045 msnm	81 cm	17.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
11	646	ALE646	710517	9408241	1048 msnm	71 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
12	647	ALE647	710516	9408241	1049 msnm	92 cm	15.00 m	11.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
13	648	ALE648	710520	9408251	1052 msnm	85 cm	12.00 m	8.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
14	649	ALE649	710525	9408252	1051 msnm	107 cm	21.00 m	14.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
15	705	ALE705	710530	9408256	1050 msnm	63 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
16	706	ALE706	710532	9408259	1050 msnm	92 cm	16.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
17	707	ALE707	710535	9408259	1050 msnm	76 cm	20.00 m	11.00 m	Sano	Recto	15 años	NO

18	708	ALE708	710538	9408260	1050 msnm	115 cm	19.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
19	709	ALE709	710540	9408260	1049 msnm	62 cm	11.00 m	6.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
20	710	ALE710	710541	9408260	1050 msnm	101 cm	19.00 m	11.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
21	711	ALE711	710541	9408260	1049 msnm	79 cm	19.00 m	14.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
22	712	ALE712	710563	9408285	1055 msnm	111 cm	23.00 m	16.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
23	713	ALE713	710561	9408284	1056 msnm	111 cm	23.00 m	16.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
24	714	ALE714	710560	9408293	1061 msnm	89 cm	11.00 m	6.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
25	750	ALE750	710547	9408345	1082 msnm	60 cm	13.00 m	12.00 m	Sano	Recto	5 años	NO
26	749	ALE749	710545	9408352	1088 msnm	131 cm	17.00 m	8.00 m	Sano	Recto	17 años	SI
27	751	ALE751	710538	9408359	1093 msnm	96 cm	15.00 m	11.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
28	752	ALE752	710543	9408362	1094 msnm	137 cm	19.00 m	13.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
29	787	ALE787	710561	9408416	1116 msnm	127 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	13 años	NO
30	786	ALE786	710550	9408420	1117 msnm	133 cm	15.00 m	11.00 m	Sano	Recto	13 años	NO
31	785	ALE785	710558	9408448	1133 msnm	145 cm	17.00 m	9.00 m	Sano	Torcido	20 años	NO
32	781	ALE781	710572	9408455	1143 msnm	116 cm	15.00 m	8.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
33	777	ALE777	710570	9408483	1151 msnm	105 cm	15.00 m	11.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
34	776	ALE776	710564	9408479	1150 msnm	125 cm	19.00 m	12.00 m	Sano	Recto	18 años	NO
35	775	ALE775	710514	9408419	1119 msnm	128 cm	20.00 m	11.00 m	Sano	Recto	20 años	SI
36	774	ALE774	710507	9408412	1117 msnm	91 cm	13.00 m	8.00 m	Sano	Torcido	12 años	NO
37	773	ALE773	710499	9408416	1117 msnm	92 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	12 años	NO
38	771	ALE771	710488	9408422	1117 msnm	135 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	12 años	NO
39	770	ALE770	710462	9408414	1110 msnm	117 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	12 años	NO
40	769	ALE769	710485	9408400	1109 msnm	107 cm	19.00 m	11.00 m	Enfermo	Recto	15 años	SI
41	765	ALE765	710502	9408376	1109 msnm	110 cm	15.00 m	8.00 m	Sano	Recto	12 años	NO
42	790	ALE790	710492	9408358	1102 msnm	137 cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
43	764	ALE764	710498	9408350	1099 msnm	99 cm	15.00 m	10.00 m	Sano	Torcido	17 años	NO
44	763	ALE763	710507	9408341	1096 msnm	121 cm	15.00 m	7.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
45	762	ALE762	710520	9408346	1095 msnm	71 cm	9.00 m	6.00 m	Sano	Torcido	6 años	NO
46	761	ALE761	710525	9408352	1095 msnm	85 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO

47	748	ALE748	710524	9408352	1096 msnm	108 cm	17.00 m	9.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
48	747	ALE747	710526	9408349	1092 msnm	125 cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	17 años	SI
49	746	ALE746	710514	9408334	1089 msnm	123 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
50	745	ALE745	710507	9408331	1089 msnm	121 cm	15.00 m	10.00 m	Sano	Recto	17 años	SI
51	738	ALE738	710515	9408320	1083 msnm	71 cm	9.00 m	7.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
52	739	ALE739	710516	9408319	1081 msnm	131 cm	19.00 m	14.00 m	Sano	Recto	15 años	SI
53	740	ALE740	710516	9408318	1081 msnm	96 cm	12.00 m	8.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
54	791	ALE791	710477	9408358	1093 msnm	136 cm	17.00 m	9.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
55	793	ALE793	710472	9408356	1089 msnm	149 cm	15.00 m	11.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
56	737	ALE737	710482	9408336	1082 msnm	117 cm	17.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
57	736	ALE736	710478	9408340	1082 msnm	123 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
58	734	ALE734	710460	9408357	1080 msnm	134 cm	19.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
59	735	ALE735	710467	9408348	1080 msnm	100 cm	17.00 m	12.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
60	733	ALE733	710449	9408352	1074 msnm	181 cm	21.00 m	12.00 m	Enfermo	Torcido	25 años	SI
61	732	ALE732	710455	9408332	1066 msnm	115 cm	17.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
62	731	ALE731	710467	9408292	1060 msnm	130 cm	17.00 m	12.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
63	730	ALE730	710475	9408284	1062 msnm	74 cm	17.00 m	10.00 m	Enfermo	Recto	15 años	NO
64	728	ALE728	710474	9408284	1061 msnm	71 cm	17.00 m	9.00 m	Enfermo	Recto	15 años	NO
65	729	ALE729	710471	9408283	1059 msnm	114 cm	17.00 m	10.00 m	Enfermo	Recto	15 años	NO
66	725	ALE725	710489	9408256	1059 msnm	94 cm	14.00 m	7.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
67	724	ALE724	710492	9408256	1059 msnm	100 cm	19.00 m	13.00 m	Sano	Recto	17 años	SI
68	723	ALE723	710496	9408256	1059 msnm	119 cm	21.00 m	13.00 m	Sano	Recto	17 años	SI
69	722	ALE722	710498	9408255	1059 msnm	121 cm	19.00 m	9.00 m	Sano	Recto	17 años	SI
70	721	ALE721	710505	9408258	1059 msnm	63 cm	11.00 m	5.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
71	718	ALE718	710511	9408264	1060 msnm	124 cm	16.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
72	742	ALE742	710488	9408296	1069 msnm	102 cm	17.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	SI
73	743	ALE743	710487	9408294	1066 msnm	112 cm	17.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
74	744	ALE744	710485	9408290	1064 msnm	90 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
75	565	ALE565	710454	9408296	1048 msnm	96 cm	16.00 m	12.00 m	Sano	Recto	18 años	NO

76	566	ALE566	710452	9408296	1047 msnm	97 cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	18 años	NO
77	567	ALE567	710450	9408298	1046 msnm	90 cm	17.00 m	12.00 m	Sano	Recto	18 años	NO
78	639	ALE639	710520	9408239	1039 msnm	125 cm	19.00 m	14.00 m	Sano	Recto	15 años	SI
79	792	ALE792	710485	9408364	1097 msnm	115 cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	13 años	SI

Tabla 2. *Censo comercial de parcelas agroforestales muestreadas de la parcela La Loma.*

CENSO COMERCIAL DE PARCELAS AGROFORESTALES MUESTREADAS												
INVENTARIO FORESTAL DE ARBOL EN PIE												
PRODUCTOR:	EDMUNDO MELENDRES OJEDA				**PARCELA:**	La Loma						
ESPECIE:	Laurel	**NOMBRE CIENTIFICO:**	***Cordia alliodora*** *(Ruiz & Pavon)* ***Oken***		**TIPO DE SIEMBRA**	Macizo forestal						
LOCALIDAD	Palla Peña	**DISTRITO**	Tabaconas		**PROVINCIA**	San Ignacio						
N	**CODIGO 1**	**CODIGO 2**	**ESTE**	**NORTE**	**ALTITUD (msnm)**	**CAP (cm)**	**ALTURA TOTAL (m)**	**ALTURA COMERCIAL (m)**	**SANIDAD**	**TIPO FUSTE**	**EDAD**	**ARBOL MUESTRA**
80	9	EDM9	710868	9407387	1016 msnm	120 cm	27.50 m	13.00 m	Sano	Recto	13 años	NO
81	10	EDM10	710868	9407387	1016 msnm	120 cm	27.50 m	14.00 m	Sano	Recto	13 años	NO
82	295	EDM295	710894	9407426	1028 msnm	128 cm	26.50 m	14.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
83	294	EDM294	710895	9407437	1030 msnm	141 cm	21.00 m	15.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
84	293	EDM293	710904	9407448	1033 msnm	123 cm	26.50 m	19.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
85	292	EDM292	710913	9407438	1032 msnm	109 cm	23.50 m	13.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
86	11	EDM11	710922	9407449	1031 msnm	69 cm	13.00 m	8.50 m	Sano	Recto	13 años	SI
87	291	EDM291	710896	9407461	1036 msnm	143 cm	23.50 m	14.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
88	282	EDM282	710974	9407487	1074 msnm	91 cm	18.00 m	11.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
89	281	EDM281	710975	9407482	1071 msnm	101 cm	23.50 m	17.00 m	Sano	Recto	10 años	NO

90	280	EDM280	710981	9407486	1074 msnm	78 cm	19.00 m	16.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
91	279	EDM279	710984	9407482	1075 msnm	101 cm	23.50 m	17.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
92	278	EDM278	710974	9407494	1078 msnm	91 cm	19.00 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
93	276	EDM276	710978	9407499	1081 msnm	96 cm	19.00 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
94	277	EDM277	710974	9407499	1081 msnm	135 cm	26.50 m	21.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
95	275	EDM275	710985	9407492	1082 msnm	75 cm	20.00 m	15.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
96	274	EDM274	710989	9407490	1082 msnm	72 cm	21.00 m	17.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
97	273	EDM273	710991	9407493	1082 msnm	73 cm	11.00 m	7.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
98	272	EDM272	710988	9407496	1085 msnm	176 cm	22.50 m	13.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
99	271	EDM271	710985	9407498	1085 msnm	123 cm	22.50 m	14.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
100	270	EDM270	711000	9407510	1092 msnm	97 cm	11.00 m	8.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
101	287	EDM287	710973	9407523	1081 msnm	150 cm	26.50 m	22.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
102	285	EDM285	710988	9407553	1081 msnm	116 cm	16.50 m	13.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
103	269	EDM269	711016	9407683	1092 msnm	56 cm	7.50 m	5.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
104	268	EDM268	711017	9407680	1093 msnm	40 cm	5.50 m	4.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
105	267	EDM267	711019	9407678	1094 msnm	137 cm	21.00 m	13.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
106	266	EDM266	711022	9407676	1094 msnm	46 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
107	265	EDM265	711024	9407674	1095 msnm	57 cm	22.50 m	13.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
108	264	EDM264	711025	9407678	1098 msnm	47 cm	21.00 m	12.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
109	263	EDM263	711027	9407672	1100 msnm	106 cm	23.00 m	13.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
110	262	EDM262	711029	9407675	1100 msnm	39 cm	8.00 m	5.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
111	261	EDM261	711030	9407671	1100 msnm	38 cm	5.50 m	3.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
112	260	EDM260	711034	9407671	1101 msnm	64 cm	9.50 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
113	259	EDM259	711037	9407672	1102 msnm	80 cm	16.50 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
114	254	EDM254	711040	9407673	1102 msnm	99 cm	21.00 m	14.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
115	252	EDM252	711044	9407675	1105 msnm	104 cm	17.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
116	251	EDM251	711044	9407676	1106 msnm	78 cm	16.50 m	11.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
117	249	EDM249	711048	9407678	1107 msnm	55 cm	11.00 m	5.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
118	248	EDM248	711050	9407681	1108 msnm	77 cm	13.50 m	11.00 m	Sano	Recto	10 años	NO







119	247	EDM247	711052	9407683	1108 msnm	50 cm	19.00 m	14.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
120	245	EDM245	711054	9407685	1109 msnm	85 cm	19.00 m	12.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
121	242	EDM242	711057	9407687	1109 msnm	65 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
122	241	EDM241	711060	9407688	1110 msnm	91 cm	19.00 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
123	240	EDM240	711058	9407690	1111 msnm	70 cm	17.00 m	13.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
124	239	EDM239	711061	9407693	1111 msnm	104 cm	23.00 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
125	228	EDM228	711061	9407708	1124 msnm	77 cm	18.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
126	223	EDM223	711055	9407713	1126 msnm	83 cm	16.50 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
127	221	EDM221	711058	9407724	1128 msnm	103 cm	17.50 m	17.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
128	220	EDM220	711061	9407730	1131 msnm	65 cm	13.00 m	7.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
129	219	EDM219	711065	9407740	1132 msnm	77 cm	11.00 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
130	218	EDM218	711068	9407747	1133 msnm	88 cm	14.00 m	5.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
131	217	EDM217	711073	9407752	1135 msnm	72 cm	10.00 m	4.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
132	211	EDM211	711085	9407762	1146 msnm	69 cm	13.00 m	8.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
133	207	EDM207	711098	9407768	1149 msnm	54 cm	11.00 m	7.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
134	191	EDM191	711103	9407777	1151 msnm	74 cm	13.00 m	6.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
135	189	EDM189	711118	9407792	1154 msnm	60 cm	11.50 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
136	188	EDM188	711125	9407801	1157 msnm	68 cm	9.00 m	4.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
137	185	EDM185	711127	9407807	1160 msnm	89 cm	9.00 m	7.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
138	184	EDM184	711130	9407813	1160 msnm	72 cm	12.50 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
139	183	EDM183	711135	9407817	1161 msnm	67 cm	7.00 m	6.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
140	182	EDM182	711139	9407820	1161 msnm	56 cm	9.00 m	7.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
141	180	EDM180	711144	9407822	1162 msnm	103 cm	13.00 m	11.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
142	181	EDM181	711142	9407821	1162 msnm	67 cm	11.00 m	7.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
143	179	EDM179	711146	9407825	1162 msnm	83 cm	6.50 m	7.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
144	178	EDM178	711151	9407833	1165 msnm	65 cm	11.00 m	5.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
145	170	EDM170	711155	9407831	1165 msnm	47 cm	29.00 m	7.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
146	175	EDM175	711164	9407833	1167 msnm	63 cm	9.00 m	5.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
147	174	EDM174	711172	9407833	1169 msnm	92 cm	11.00 m	6.50 m	Sano	Recto	15 años	NO

148	171	EDM171	711183	9407841	1172 msnm	109 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
149	139	EDM139	711263	9407827	1199 msnm	139 cm	28.00 m	17.50 m	Sano	Recto	15 años	SI
150	122	EDM122	711277	9407801	1204 msnm	60 cm	12.50 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
151	121	EDM121	711290	9407796	1204 msnm	47 cm	11.50 m	6.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
152	120	EDM120	711302	9407798	1204 msnm	93 cm	12.00 m	5.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
153	1	EDM1	710792	9407405	1225 msnm	126 cm	27.50 m	28.50 m	Sano	Recto	15 años	SI
154	15	EDM15	711338	9407786	1223 msnm	88 cm	31.00 m	13.50 m	Sano	Recto	13 años	NO
155	14	EDM14	711338	9407763	1220 msnm	165 cm	32.50 m	16.50 m	Sano	Recto	13 años	NO
156	13	EDM13	711358	9407745	1223 msnm	170 cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	13 años	SI
157	52	EDM52	711330	9407759	1217 msnm	120 cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	15 años	SI
158	192	EDM192	711106	9407787	1151 msnm	128 cm	16.50 m	11.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
159	199	EDM199	711108	9407797	1151 msnm	122 cm	32.50 m	22.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
160	200	EDM200	711082	9407831	1137 msnm	131 cm	17.50 m	12.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
161	201	EDM201	711083	9407815	1142 msnm	127 cm	19.00 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
162	194	EDM194	711096	9407787	1147 msnm	120 cm	22.50 m	16.50 m	Sano	Recto	10 años	SI
163	230	EDM230	711065	9407709	1128 msnm	48 cm	11.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
164	231	EDM231	711067	9407706	1127 msnm	63 cm	13.00 m	7.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
165	232	EDM232	711070	9407709	1126 msnm	45 cm	12.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
166	234	EDM234	711073	9407705	1125 msnm	63 cm	15.50 m	9.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
167	238	EDM238	711077	9407704	1123 msnm	124 cm	22.00 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
168	235	EDM235	711082	9407707	1123 msnm	60 cm	12.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
169	236	EDM236	711084	9407704	1122 msnm	64 cm	21.00 m	11.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
170	237	EDM237	711081	9407704	1121 msnm	41 cm	7.00 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
171	286	EDM286	710976	9407544	1076 msnm	146 cm	27.50 m	13.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
172	288	EDM288	710975	9407548	1076 msnm	129 cm	17.00 m	9.50 m	Sano	Recto	10 años	SI
173	289	EDM289	710935	9407527	1058 msnm	146 cm	26.50 m	10.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
174	290	EDM290	710873	9407480	1031 msnm	86 cm	16.00 m	11.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
175	297	EDM297	710833	9407463	1016 msnm	61 cm	7.50 m	4.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
176	298	EDM298	710833	9407463	1016 msnm	101 cm	19.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO

177	299	EDM299	710818	9407467	1012 msnm	75 cm	17.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
178	300	EDM300	710812	9407465	1010 msnm	70 cm	13.00 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
179	301	EDM301	710800	9407467	1008 msnm	88 cm	21.00 m	15.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
180	302	EDM302	710806	9407458	1011 msnm	48 cm	8.50 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
181	303	EDM303	710805	9407455	1011 msnm	91 cm	14.50 m	7.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
182	304	EDM304	710806	9407452	1011 msnm	71 cm	13.00 m	9.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
183	305	EDM305	710805	9407449	1011 msnm	63 cm	7.00 m	3.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
184	306	EDM306	710804	9407446	1012 msnm	53 cm	6.50 m	3.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
185	307	EDM307	710801	9407442	1011 msnm	92 cm	11.00 m	7.00 m	Sano	Recto	10 años	NO
186	308	EDM308	710797	9407440	1011 msnm	66 cm	13.00 m	8.50 m	Sano	Recto	10 años	NO
187	284	EDM284	710996	9407553	1089 msnm	60 cm	8.50 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	SI
188	12	EDM12	711349	9407758	1252 msnm	71 cm	14.50 m	9.00 m	Sano	Recto	13 años	SI

Tabla 3. *Censo comercial de parcelas agroforestales muestreadas de la parcela El Chontal.*

CENSO COMERCIAL DE PARCELAS AGROFORESTALES MUESTREADAS												
INVENTARIO FORESTAL DE ARBOL EN PIE												
PRODUCTOR:	JOSE MELENDRES OJEDA				**PARCELA:**	El Chontal						
ESPECIE:	Laurel	**NOMBRE CIENTIFICO:**	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken		**TIPO DE SIEMBRA**	Macizo forestal						
LOCALIDAD	Palla Peña	**DISTRITO**	Tabaconas		**PROVINCIA**	San Ignacio						
N	**CODIGO 1**	**CODIGO 2**	**ESTE**	**NORTE**	**ALTITUD (msnm)**	**CAP (cm)**	**ALTURA TOTAL (m)**	**ALTURA COMERCIA L (m)**	**SANIDAD**	**TIPO FUSTE**	**EDAD**	**ARBOL MUESTR A**
189	66	JOS66	710261	9408276	1042 msnm	107 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	15 años	SI
190	67	JOS67	710265	9408279	1042 msnm	100 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	15 años	NO

191	68	JOS68	710283	9408296	1040 msnm	120 cm	15.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	SI
192	69	JOS69	710291	9408300	1039 msnm	81 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
193	70	JOS70	710292	9408301	1040 msnm	95 cm	12.50 m	11.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
194	71	JOS71	710303	9408302	1039 msnm	80 cm	13.00 m	12.50 m	Sano	Recto	15 años	SI
195	72	JOS72	710396	9408274	1037 msnm	90 cm	12.50 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
196	73	JOS73	710406	9408275	1037 msnm	90 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
197	74	JOS74	710414	9408273	1036 msnm	99 cm	13.50 m	12.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
198	75	JOS75	710424	9408258	1035 msnm	80 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
199	76	JOS76	710426	9408256	1036 msnm	80 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
200	77	JOS77	710428	9408252	1035 msnm	78 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
201	78	JOS78	710433	9408241	1035 msnm	16 cm	12.50 m	8.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
202	79	JOS79	710434	9408239	1035 msnm	100 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
203	80	JOS80	710435	9408237	1035 msnm	73 cm	11.50 m	9.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
204	81	JOS81	710436	9408235	1035 msnm	60 cm	7.50 m	5.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
205	82	JOS82	710438	9408230	1035 msnm	65 cm	8.50 m	7.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
206	83	JOS83	710458	9408217	1034 msnm	80 cm	10.50 m	9.50 m	Sano	Recto	15 años	SI
207	84	JOS84	710462	9408217	1034 msnm	87 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
208	85	JOS85	710465	9408217	1034 msnm	96 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
209	86	JOS86	710481	9408209	1033 msnm	66 cm	8.50 m	6.50 m	Sano	Recto	15 años	SI
210	65	JOS65	710442	9408228	1032 msnm	15 cm	5.50 m	4.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
211	64	JOS64	710441	9408227	1031 msnm	80 cm	12.50 m	11.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
212	63	JOS63	710428	9408214	1022 msnm	60 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
213	62	JOS62	710425	9408211	1021 msnm	120 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
214	61	JOS61	710419	9408202	1018 msnm	123 cm	16.50 m	11.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
215	52	JOS52	710406	9408225	1020 msnm	105 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	16 años	NO
216	53	JOS53	710402	9408227	1021 msnm	112 cm	17.50 m	16.50 m	Sano	Recto	16 años	NO
217	54	JOS54	710383	9408224	1019 msnm	134 cm	13.50 m	12.50 m	Sano	Recto	16 años	SI
218	55	JOS55	710379	9408223	1019 msnm	155 cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	16 años	SI
219	56	JOS56	710374	9408221	1019 msnm	101 cm	16.00 m	15.00 m	Sano	Recto	16 años	SI

220	57	JOS57	710364	9408224	1020 msnm	89 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	16 años	SI
221	58	JOS58	710360	9408230	1021 msnm	135 cm	12.50 m	11.50 m	Sano	Recto	17 años	SI
222	59	JOS59	710356	9408222	1019 msnm	80 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
223	60	JOS60	710355	9408213	1017 msnm	81 cm	12.50 m	11.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
224	45	JOS45	710363	9408206	1017 msnm	70 cm	8.50 m	6.50 m	Sano	Recto	17 años	NO
225	46	JOS46	710367	9408207	1017 msnm	20 cm	13.00 m	11.00 m	Sano	Recto	17 años	NO
226	47	JOS47	710372	9408209	1016 msnm	99 cm	14.50 m	11.50 m	Sano	Recto	17 años	NO
227	48	JOS48	710377	9408212	1016 msnm	100 cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
228	49	JOS49	710387	9408214	1015 msnm	89 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	15 años	NO
229	50	JOS50	710392	9408214	1016 msnm	75 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	16 años	NO
230	51	JOS51	710400	9408213	1016 msnm	100 cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	16 años	NO
231	36	JOS36	710407	9408201	1014 msnm	96 cm	13.00 m	12.50 m	Sano	Recto	20 años	NO
232	35	JOS35	710414	9408193	1010 msnm	99 cm	18.50 m	15.50 m	Sano	Recto	20 años	NO
233	37	JOS37	710395	9408197	1011 msnm	65 cm	9.50 m	8.50 m	Sano	Recto	20 años	NO
234	38	JOS38	710385	9408197	1011 msnm	142 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	20 años	NO
235	41	JOS41	710363	9408196	1011 msnm	70 cm	10.50 m	8.00 m	Sano	Recto	20 años	NO
236	40	JOS40	710367	9408200	1013 msnm	84 cm	9.50 m	8.50 m	Sano	Recto	20 años	NO
237	43	JOS43	710345	9408193	1010 msnm	132 cm	13.00 m	11.00 m	Sano	Torcido	20 años	NO
238	42	JOS42	710345	9408194	1010 msnm	80 cm	14.50 m	13.00 m	Sano	Recto	20 años	NO
239	32	JOS32	710364	9408185	1009 msnm	112 cm	14.50 m	13.00 m	Sano	Recto	20 años	NO
240	33	JOS33	710383	9408189	1009 msnm	134 cm	15.00 m	13.50 m	Sano	Recto	20 años	SI
241	34	JOS34	710404	9408189	1009 msnm	81 cm	10.50 m	8.50 m	Sano	Recto	20 años	NO
242	29	JOS29	710412	9408178	1006 msnm	135 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	18 años	SI
243	28	JOS28	710402	9408174	1005 msnm	140 cm	13.50 m	12.50 m	Sano	Recto	18 años	SI
244	30	JOS30	710391	9408176	1006 msnm	84 cm	16.00 m	9.00 m	Sano	Recto	15 años	NO
245	31	JOS31	710380	9408173	1006 msnm	85 cm	9.00 m	7.50 m	Sano	Recto	17 años	NO
246	25	JOS25	710359	9408174	1007 msnm	117 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
247	26	JOS26	710375	9408170	1005 msnm	116 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
248	27	JOS27	710383	9408172	1005 msnm	104 cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	18 años	NO







249	16	JOS16	710396	9408147	1001 msnm	92 cm	11.00 m	8.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
250	17	JOS17	710377	9408150	1002 msnm	80 cm	11.00 m	10.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
251	19	JOS19	710367	9408152	1002 msnm	135 cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	18 años	SI
252	18	JOS18	710368	9408146	1002 msnm	130 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
253	24	JOS24	710366	9408160	1004 msnm	98 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
254	23	JOS23	710354	9408159	1005 msnm	95 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
255	22	JOS22	710345	9408153	1004 msnm	100 cm	10.50 m	9.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
256	21	JOS21	710347	9408148	1002 msnm	80 cm	12.50 m	8.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
257	20	JOS20	710348	9408148	1002 msnm	120 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
258	15	JOS15	710389	9408141	1001 msnm	112 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
259	14	JOS14	710394	9408135	999 msnm	105 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
260	13	JOS13	710392	9408132	998 msnm	112 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
261	11	JOS11	710392	9408127	997 msnm	77 cm	12.00 m	12.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
262	10	JOS10	710382	9408128	999 msnm	103 cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	18 años	SI
263	9	JOS9	710356	9408142	1001 msnm	111 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
264	8	JOS8	710357	9408135	999 msnm	103 cm	15.50 m	13.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
265	12	JOS12	710390	9408126	997 msnm	60 cm	8.50 m	7.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
266	1	JOS1	710387	9408119	996 msnm	90 cm	9.50 m	8.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
267	2	JOS2	710386	9408117	996 msnm	120 cm	14.50 m	13.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
268	3	JOS3	710386	9408116	997 msnm	95 cm	10.50 m	9.50 m	Sano	Torcido	18 años	NO
269	4	JOS4	710381	9408117	997 msnm	110 cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Torcido	18 años	NO
270	5	JOS5	710370	9408121	996 msnm	78 cm	8.50 m	7.50 m	Sano	Recto	18 años	NO
271	6	JOS6	710369	9408124	997 msnm	80 cm	13.50 m	13.50 m	Sano	Torcido	18 años	NO
272	7	JOS7	710367	9408128	998 msnm	80 cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Torcido	18 años	NO
273	39	JOS39	710388	9408199	1012 msnm	51 cm	11.00 m	9.50 m	Sano	Recto	20 años	NO



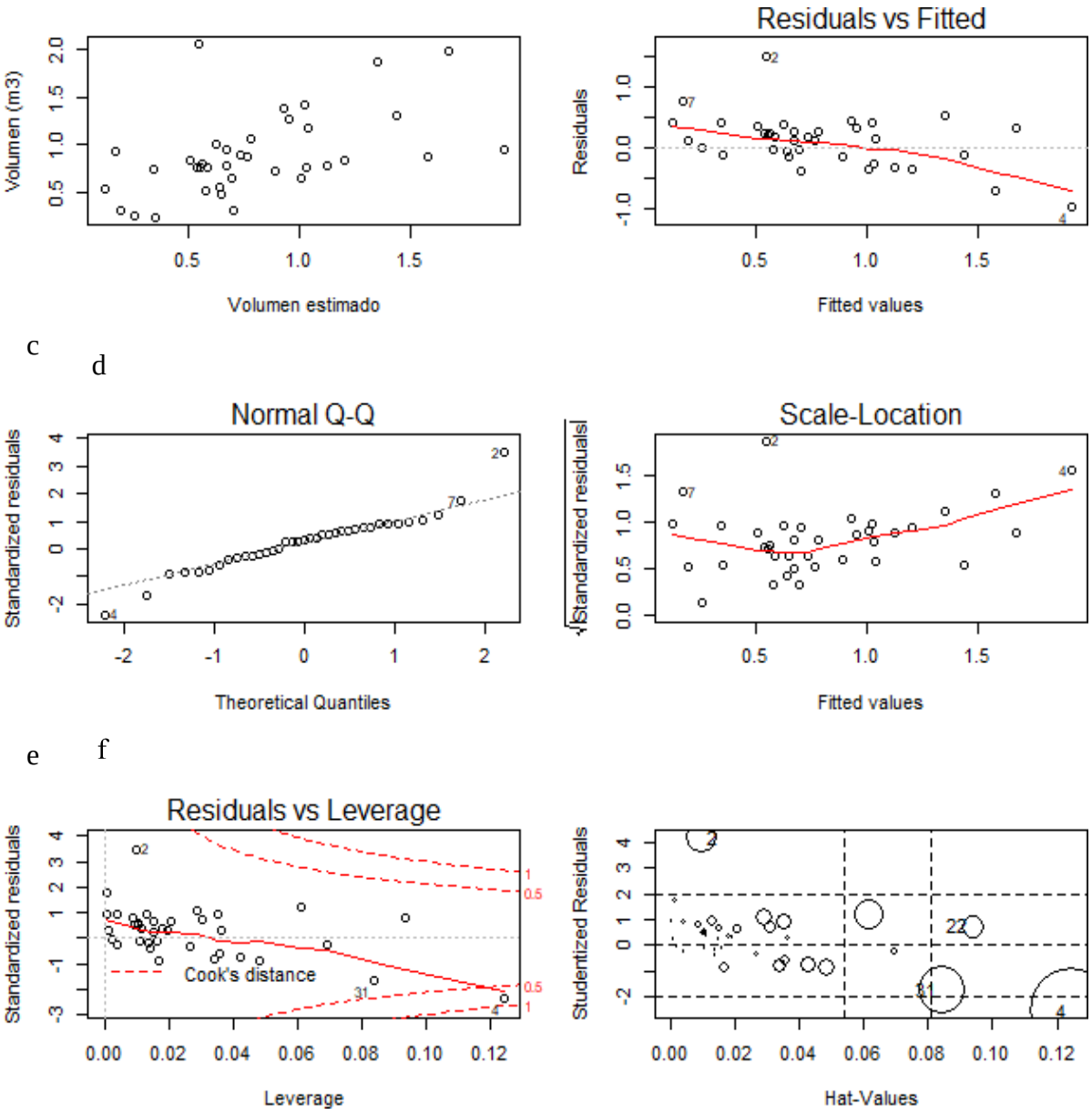




Anexo 11. Análisis gráfico del modelamiento matemático

Figura 1. *Gráficos de residuos y puntos de influencia para el modelo:*

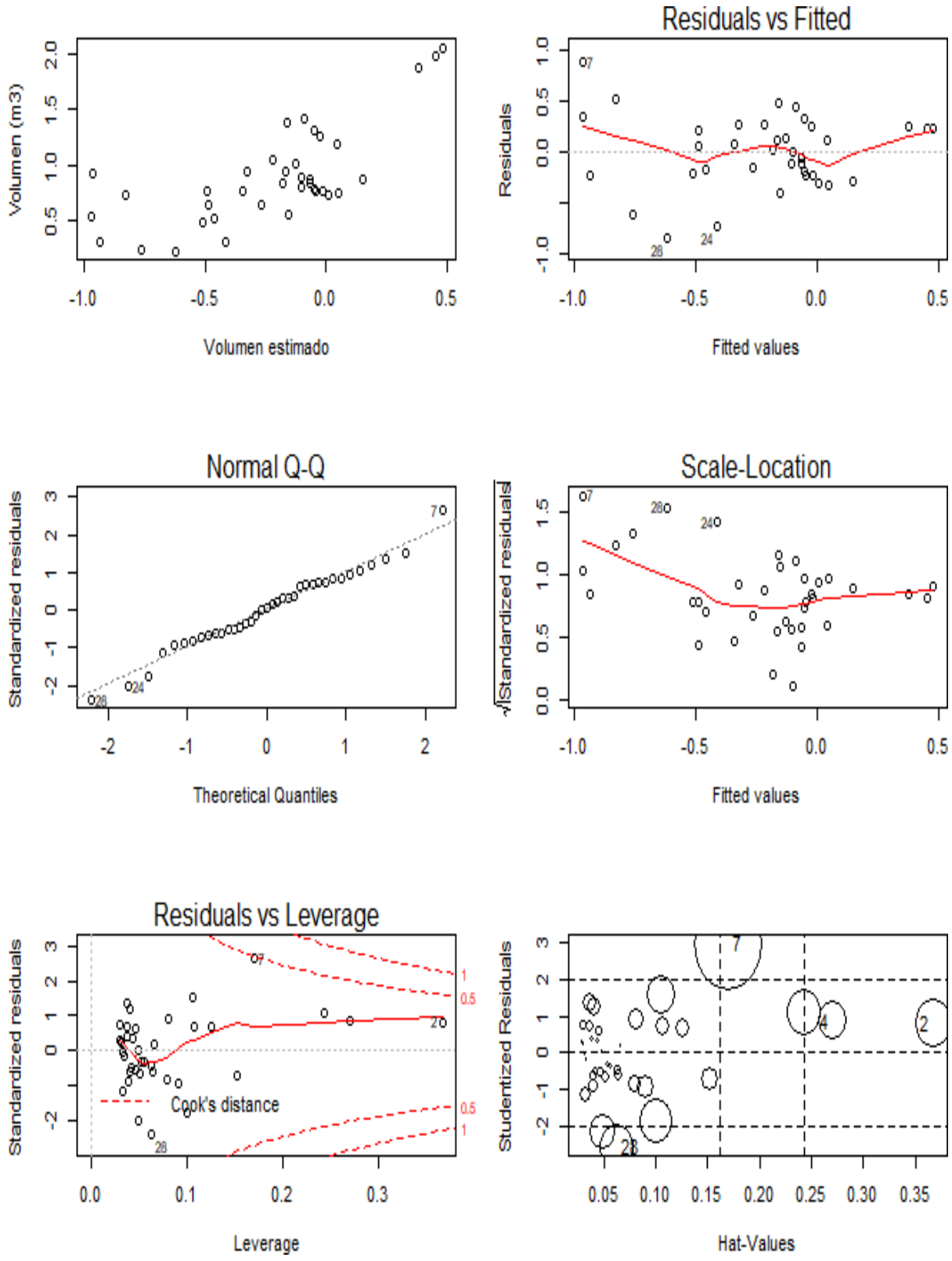
*V=1.02194*AB*F*H*



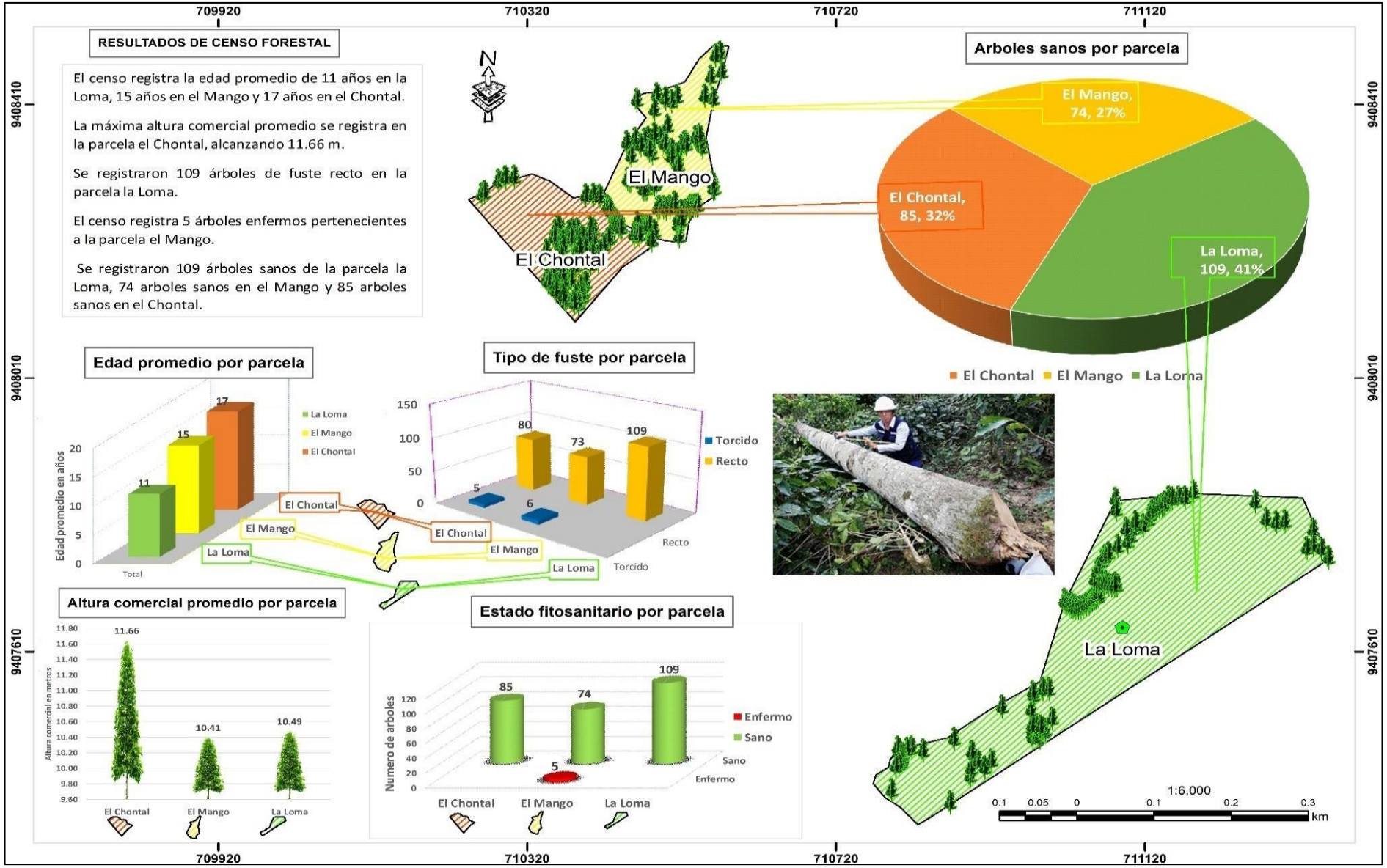
c d

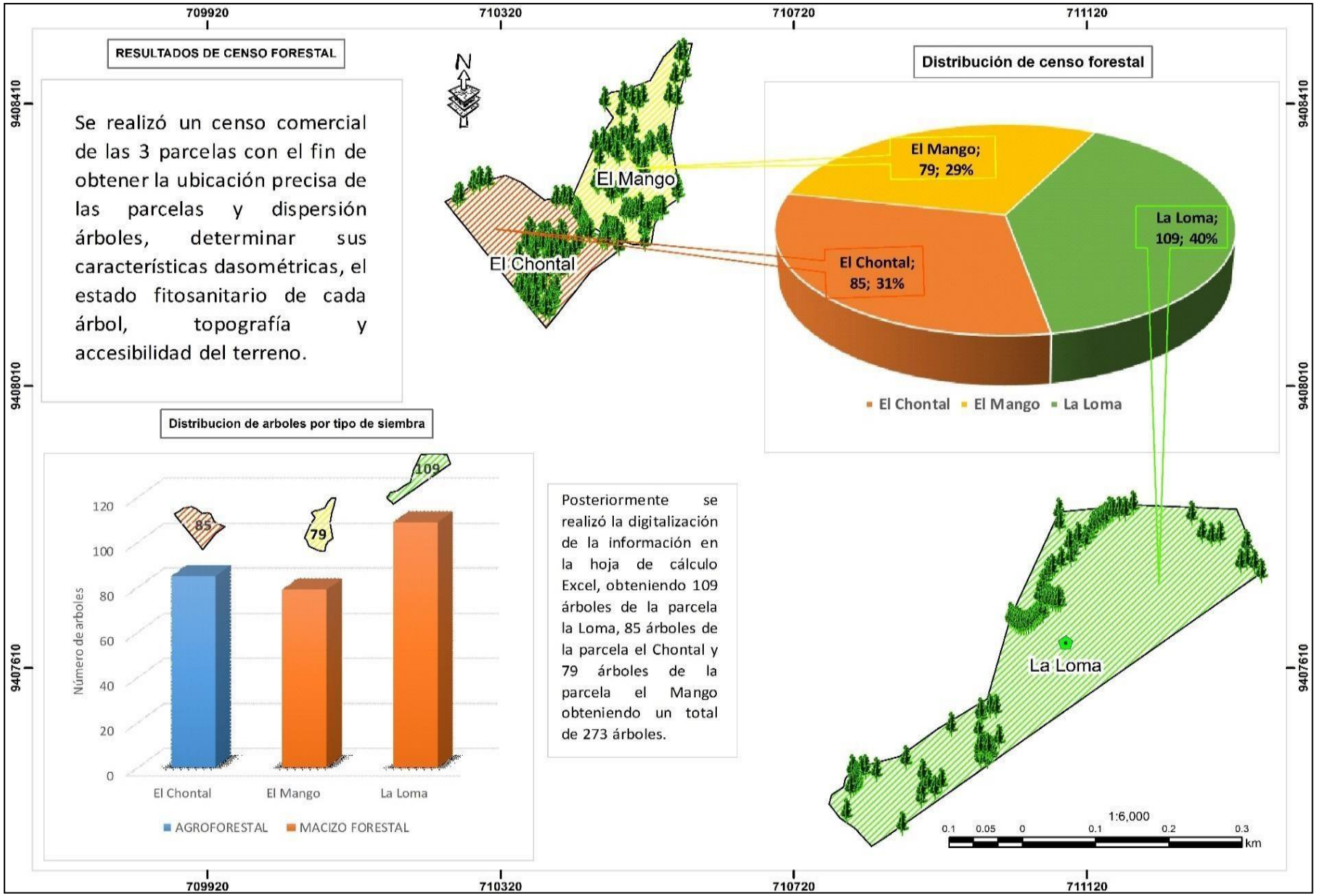
e f

Figura 2. *Gráficos de residuos y puntos de influencia para el modelo: Ln(V)=1.93 + 1.56Ln(D)-0.25Ln(H)*



Anexo 12. Dashboard de los resultados obtenidos en esta investigación




709920
710320
710720
711120
9408410
9408010
9407610
RESULTADOS DE CENSO FORESTAL
Se realizó un censo comercial de las 3 parcelas con el fin de obtener la ubicación precisa de las parcelas y dispersión árboles, determinar sus características dasométricas, el estado fitosanitario de cada árbol, topografía y accesibilidad del terreno.
N
El Mango
El Chontal
Distribución de censo forestal
El Mango; 79; 29%
La Loma; 109; 40%
El Chontal; 85; 31%
El Chontal
El Mango
La Loma
Distribucion de arboles por tipo de siembra
Número de arboles
120
100
80
60
40
20
0
85
79
109
El Chontal
El Mango
La Loma
AGROFORESTAL
MACIZO FORESTAL
Posteriormente se realizó la digitalización de la información en la hoja de cálculo Excel, obteniendo 109 árboles de la parcela la Loma, 85 árboles de la parcela el Chontal y 79 árboles de la parcela el Mango obteniendo un total de 273 árboles.
La Loma
1:6,000
0.1 0.05 0 0.1 0.2 0.3
km

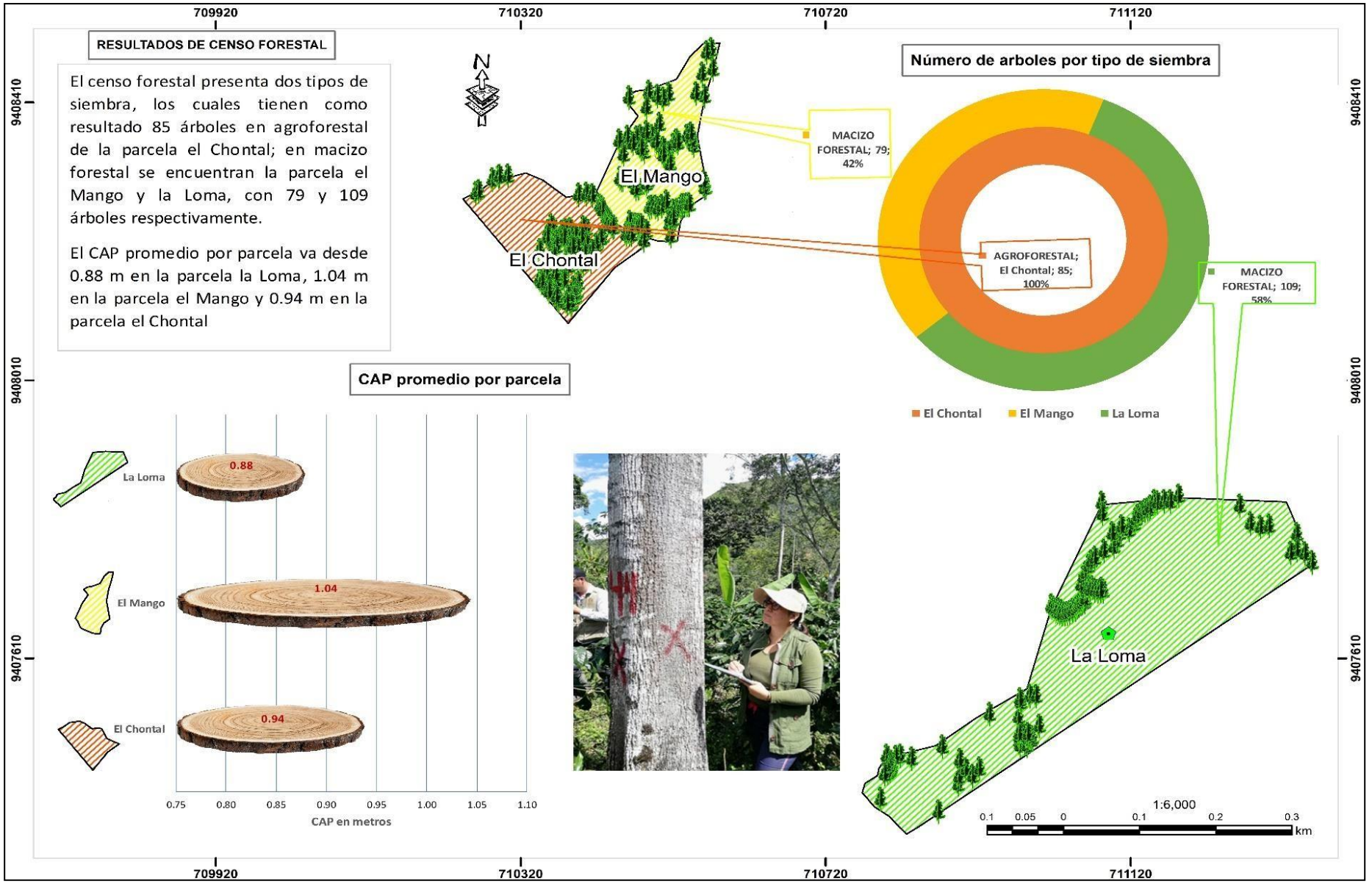

709920
710320
710720
711120
9408410
9408010
9407610
RESULTADOS DE CENSO FORESTAL
El censo forestal presenta dos tipos de siembra, los cuales tienen como resultado 85 árboles en agroforestal de la parcela el Chontal; en macizo forestal se encuentran la parcela el Mango y la Loma, con 79 y 109 árboles respectivamente.
El CAP promedio por parcela va desde 0.88 m en la parcela la Loma, 1.04 m en la parcela el Mango y 0.94 m en la parcela el Chontal
N
El Mango
El Chontal
Número de arboles por tipo de siembra
MACIZO FORESTAL; 79; 42%
AGROFORESTAL; El Chontal; 85; 100%
MACIZO FORESTAL; 109; 58%
El Chontal
El Mango
La Loma
CAP promedio por parcela
La Loma
0.88
El Mango
1.04
El Chontal
0.94
0.75
0.80
0.85
0.90
0.95
1.00
1.05
1.10
CAP en metros
La Loma
1:6,000
0.1
0.05
0
0.1
0.2
0.3
km

Tabla 3

Clasificación por categoría comercial

CATEGORIA	TIPO	DIMENSIONES			
		Espesor (e)	**Ancho (a)**	**Largo (l)**	**Tolerancias**
Comercial	Comercial (C)	≥ 25.4 mm o ≥ 1”	> 15.24 cm o > 6”	> 1.83 m o > 6´	A= ± 2.54 cm A = ± 1`, máximo
Recuperación	Larga angosta (LA)	≥ 25.4 mm o ≥ 1”	≤ 12.70 cm o ≤5”	≥ 1.83 m ≥ 6´	Incluye albura
	Corta (CO)	≥ 25.4 mm o ≥ 1”	≥ 2.54 cm ≥ 1”	≤ 1.52 m ≤ 5´	Incluye albura
Especial (E)		≥ 12 mm o ≥ ½”	≥ 25.4 mm o ≥ 1”	≥ 150 mm o ≥ 6”	Medidas especiales

*Nota***.** INRENA (2008)

Estimación del Rendimiento del Aserrío. La estimación del rendimiento partió de modelos matemáticos que relacionan el volumen con variables como el diámetro, altura y factor de forma. Las ecuaciones propuestas para el cálculo de la tabla volumétrica se sometieron a un análisis de regresión lineal para examinar, comparar y seleccionar el mejor modelo.

Los tres modelos matemáticos propuestos, fueron:

i) Modelo 1: Ajuste de ecuación a partir del área basal del factor de forma

$$V = a + b \times (AB \times F \times H)$$ **… Ecu. 1**

Dónde:

$V = Volumen\ en\ m^3$

$AB = Área\ Basal = D^2 \times \frac{\pi}{4}$

$H = Altura\ comercial\ en\ m.$

$a\ y\ b = coeficiente\ de\ la\ regresión\ lineal$

Factor de forma (Cancino, 2012).

$$f = \frac{V_r}{V_s} \text{ … Ecu. 2}$$

Dónde:

f: $Es\ el\ factor\ de\ forma\ a$ 1.3 $metros$

V_r: $Es\ el\ volumen\ del\ fuste$

V_s: $Es\ el\ volumen\ del\ solidos\ de\ referencia$

ii) Modelo 2: Modelo de factor de forma constante (Spurr, forma logarítmica), (Cumplido, 2002).

$$Ln(V) = a + b \times Ln(F \times D^2 \times H) \text{ …Ecu. 3}$$

Dónde:

$V = Volumen\ en\ m^3$

$D = DAP\ en\ m.$

$F = Factor\ de\ forma\ promedio$

$a\ y\ b = coeficiente\ de\ la\ regresión\ lineal$

iii) Modelo 3: Modelo logarítmico de Schumacher – Hall (Schumacher, 1933)

$$Ln(V) = a + b \times Ln(D) + c \times Ln(H) \text{ ... Ecu. 4}$$

Dónde:

$V = Volumen\ en\ m^3$

$D = DAP\ en\ m.$

$H = Altura\ comercial\ en\ m.$

$a, b\ y\ c = coeficiente\ de\ la\ regresión\ lineal$

Tercer objetivo. Determinar la relación que existe entre el volumen de madera aserrada y el volumen de madera rolliza por el método de correlación lineal y proporcionar información base para estimar volumen comerciable de madera de *Cordia Alliodora* de parcelas agroforestales.

Cuantificación de Volumen de Madera Rolliza. Con los datos obtenidos anteriormente

se procedió a cuantificar el volumen de la madera en troza o rolliza en estudio, para lo cual se utilizó la fórmula Smalian, que considera el promedio de los diámetros mayor y menor de ambos extremos (Loetsch *et al*. 1973).

$$V_r = \pi \times \frac{\frac{(D_1^2 + D_2^2)}{2}}{4} \times L \quad \textbf{...Ecu. 5}$$

Dónde:

$D_1 = Diámetro\ mayor\ (m)$

$D_2 = Diámetro\ menor\ (m)$

$L = Longitud\ del\ fuste$

$V_r = Volumen\ de\ mader\ rolliza\ (m^3)$

Cálculo de Madera Aserrada. Para cuantificar el volumen de la madera aserrada en cuartones se aplicó la fórmula (Ecu.6) (Samayoa y Guoron, 2016).

$$V(m^3) = \frac{Espesor}{100} \times \frac{Ancho}{100} \times Longitud \quad \textbf{...Ecu. 6}$$

Dónde:

$V = Volumen\ en\ m^3$

$Espesor\ (cm)$

$Ancho\ (cm)$

$Largo\ (m)$

$$V_a = \sum V_t \quad \textbf{... Ecu. 7}$$

Dónde:

$V_a: Volumen\ de\ madera\ aserrada\ (m^3) por\ troza$

$V_t: Volumen\ de\ madera\ de\ cada\ producto\ transformado (m^3)$

2.2.4. Análisis de los Datos

Los datos obtenidos en este estudio fueron analizados mediante estadística básica la cual auxilió para la presentación de la información mediante gráficos y tablas; además se empleó estadística inferencial para analizar la correlación entre el volumen de madera aserrada y el volumen de madera rolliza; también para el análisisde los modelos matemáticos se empleó pruebas estadísticas como: el coeficiente de correlación (R), coeficiente de determinación (RŶY), por la raíz cuadrada del error cuadrático medio (RQEM) y error estándar de residuos (RSE).

III. RESULTADOS

3.1. Censo Comercial de Parcelas Agroforestales Muestreadas

Tabla 4

Clases diamétricas de los árboles

Clase diamétrica	Número de árboles	Volumen (m^3)
0 -5	1	0.0046
5 - 10	2	0.0294
10 - 15	6	0.5634
15 - 20	24	3.0908
20 - 25	51	9.6034
25 - 30	55	18.3786
30 - 35	49	29.7783
35 - 40	44	35.8261
40 - 45	29	29.9829
45 - 50	8	9.6034
50 - 55	4	7.1164
Total	273	143.9773

En la Tabla 4 se observa que se encontraron un total de 273 árboles los cuales tienen rangos de diámetros que va desde los 0 cm hasta los 55 cm. Como puede verse no existe similares resultados en la distribución de los intervalos en cuanto a número de árboles y volumen de los árboles; así tenemos que, en los intervalos 5 y 6 correspondientes a las clases diamétricas 20 – 25 cm y 25 – 30 cm respectivamente, tienen como resultado el mayor número de árboles; sin embargo es en el intervalo 7, que corresponde a la clase diamétrica 30 – 35 cm, la que tiene el mayor volumen; esto se debe a que conforme se incrementa la clase diamétrica de los árboles su volumen se incrementa, siendo necesario menor número de árboles para alcanzar mayores volúmenes que los árboles de clases diamétricas inferiores.

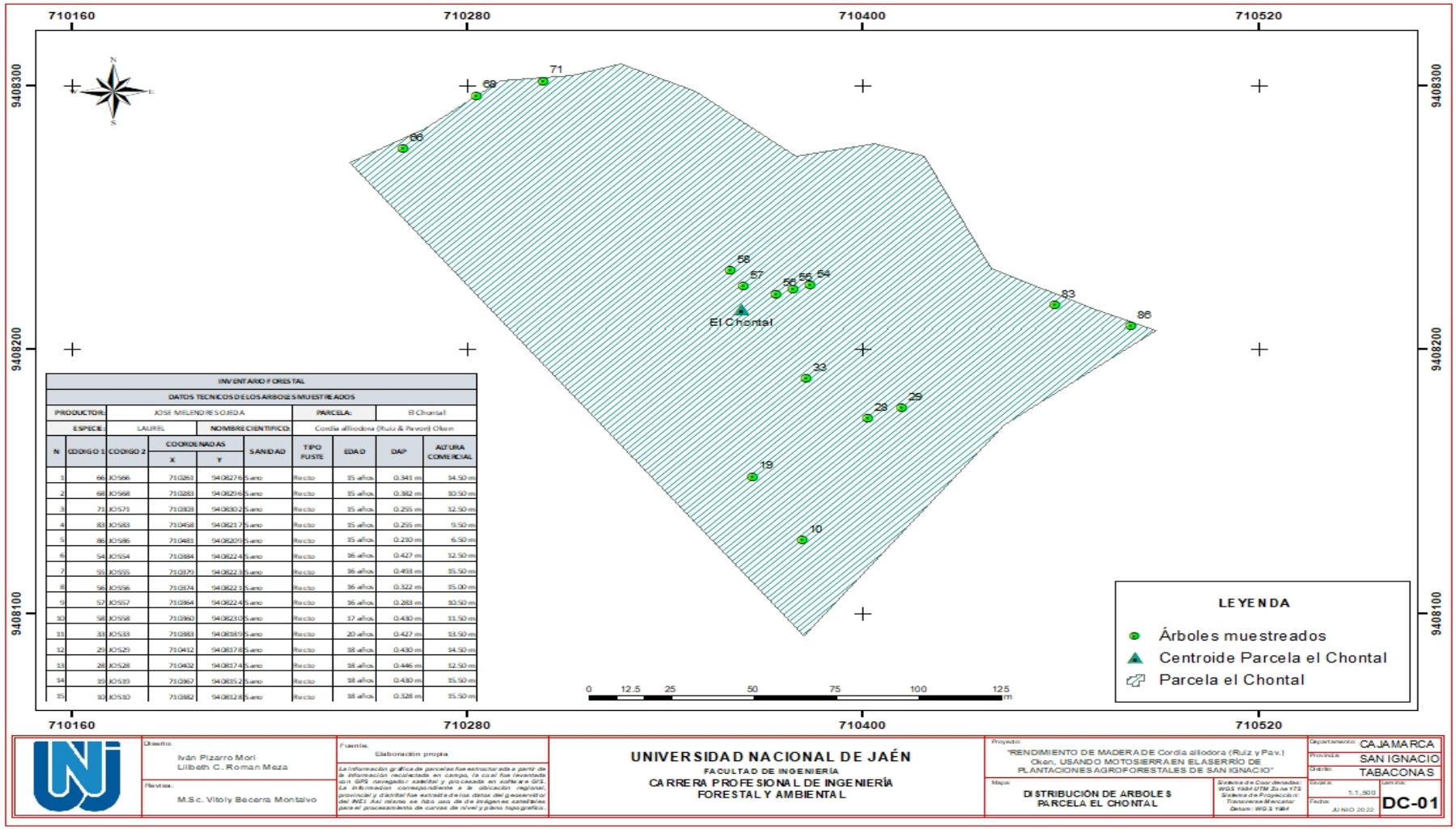
3.1.1. Elaboración de Planos de los Árboles Aprovechables

Mediante GPS, se obtuvieron coordenadas Este y Norte de cada árbol, las cuales se registraron teniendo en cuenta el código del árbol. Los Planos son una herramienta para

determinar la ubicación de los árbolescomerciales los cuales se obtuvieron desde la base de datos del Excel y fueron procesados en el software SIG; en los siguientes planos se observa la dispersión de los árboles que fueron aprovechados:

Figura 2

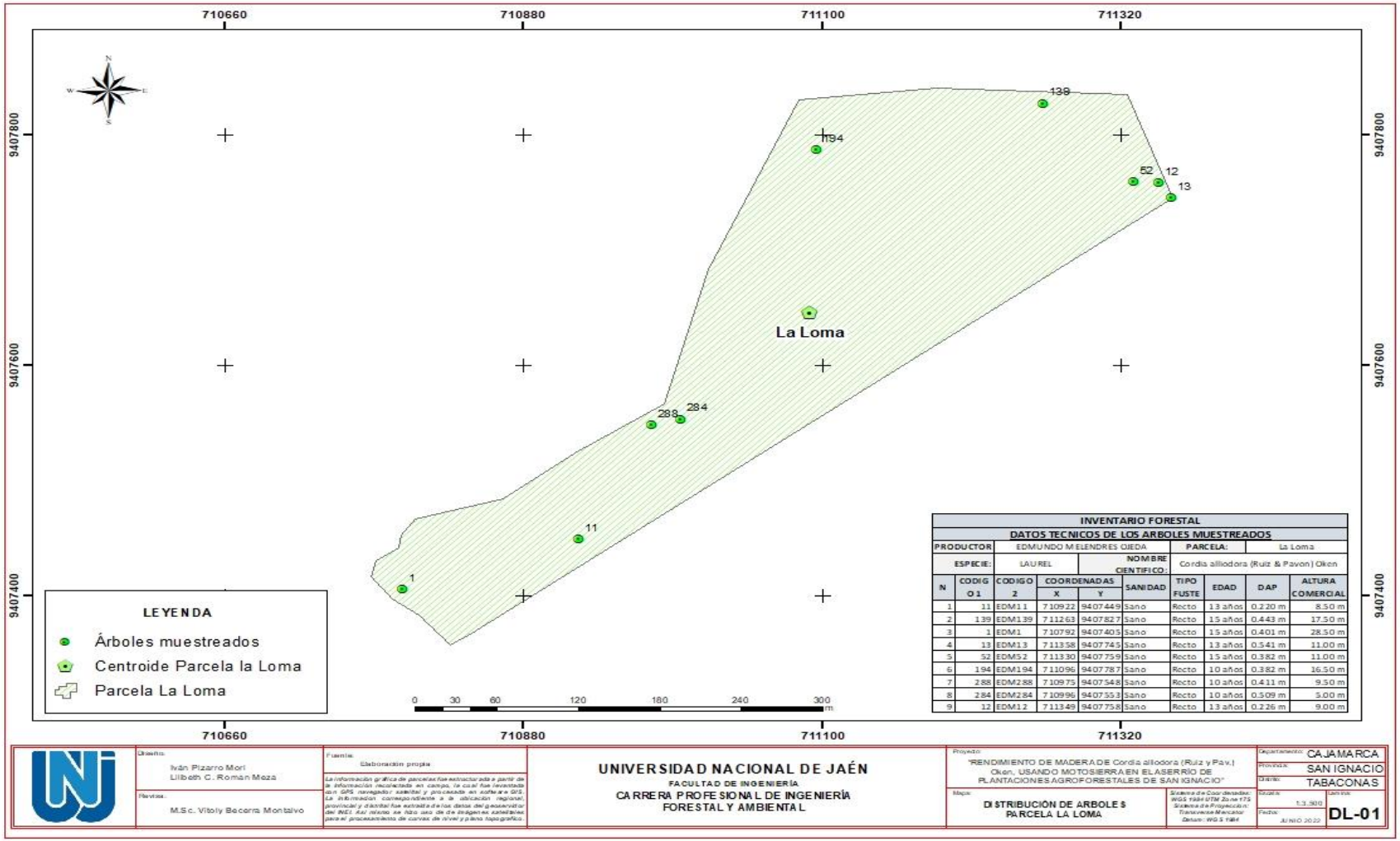
Plano de dispersión espacial de árboles en la parcela El Chontal



Nota. Shape file tomados del Geoservidor del INEI (2023).

Figura 3

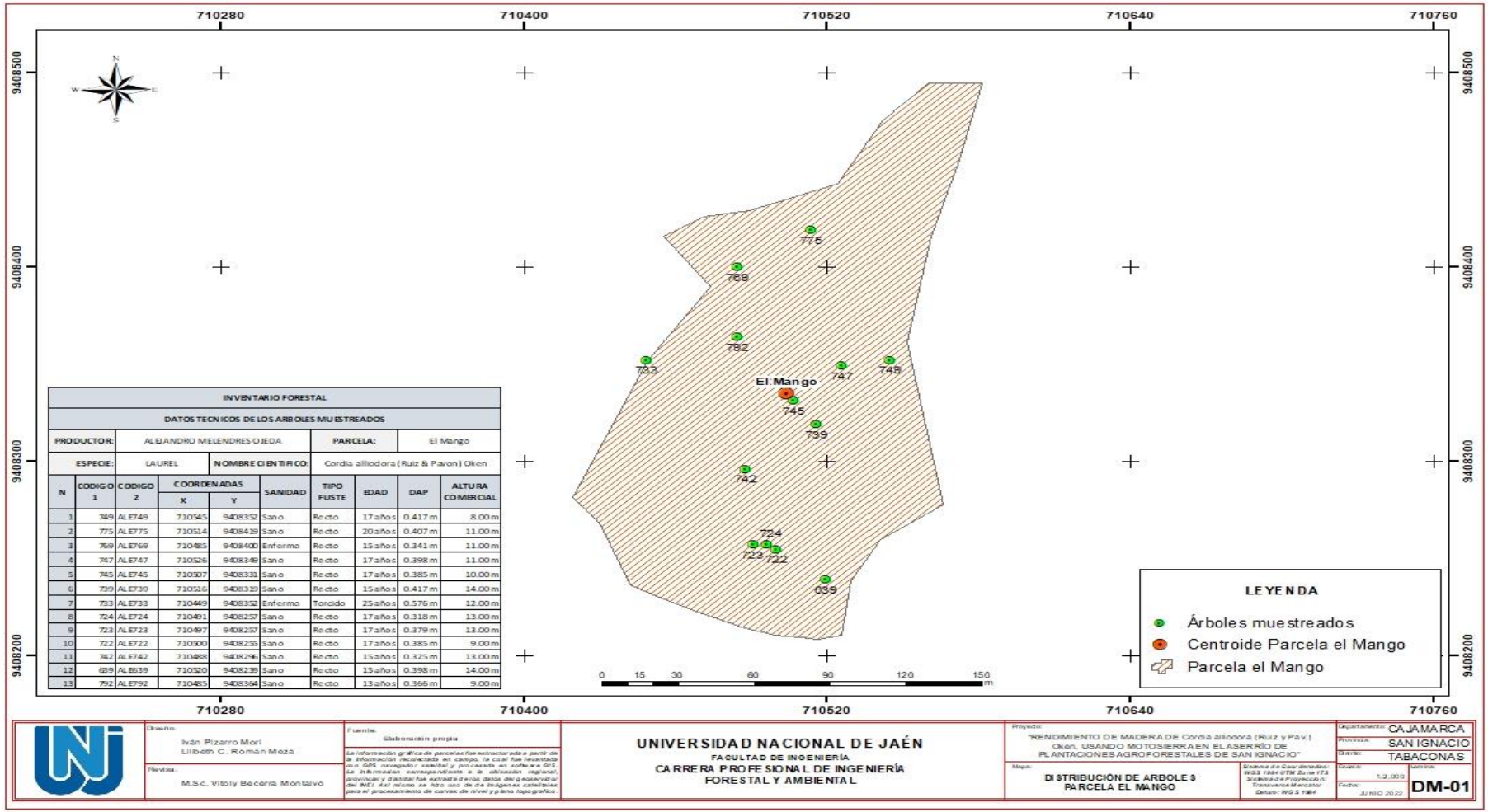
Plano de dispersión espacial de árboles en la parcela La Loma.



Nota. Shape file tomados del Geoservidor del INEI (2023).

Figura 4

Plano Dispersión espacial de árboles en la parcela El Mango



Nota. Shape file tomados del Geoservidor del INEI (2023).

3.2. Determinación del Rendimiento del Aserrío Usando Motosierra

3.2.1. Análisis Exploratorio

Tabla 5

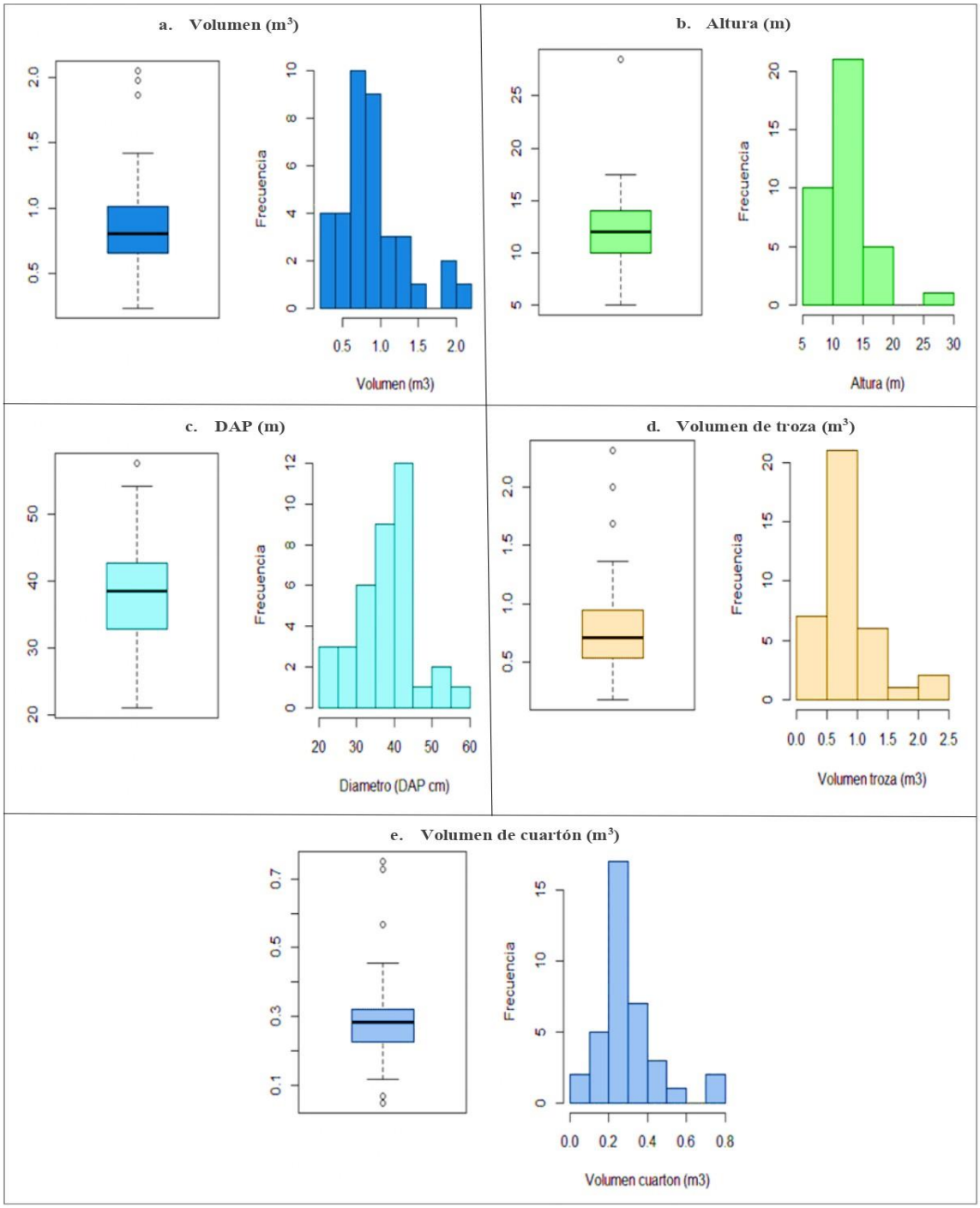
Medidas resumen para las variables involucradas

Estadísticos	Volumen (m^3)	Altura (m)	Diámetro (DAP cm)	Factor de Forma	Volumen de troza (m^3)	Volumen de cuartón (m^3)
Datos válidos	37	37	37	37	37	37
Mínimo	0.231	5.000	21.010	0.242	0.177	0.048
1º cuartil	0.655	10.000	32.790	0.440	0.536	0.227
Mediana	0.805	12.000	38.520	0.634	0.709	0.283
Media	0.895	12.280	38.060	0.745	0.807	0.293
3º cuartil	1.014	14.000	42.650	0.765	0.943	0.320
Máximo	2.055	28.500	57.610	2.899	2.316	0.751
Varianza	0.188	15.355	70.810	0.309	0.201	0.225

En la tabla 5 se aprecia el resumen de las variables involucradas en el estudio de los árboles de *Cordia Alliodora*, es así que se puede aprovechar que la media del volumen es 0.895 m^3 con un valor mínimo de 0.231 m^3 y un volumen máximo de 2.055 m^3, respecto a la altura comercial, la media es de 12.28 m, siendo 5.00 m la altura mínimay 28.50 m la máxima, para el diámetro a la altura del pecho (DAP), se obtuvo una media de 38.06 cm, siendo 21.01 cm el valor mínimo y 57.61 cm el valor máximo dediámetro. El volumen de troza medio fue de 0.807 m^3, el volumen mínimo fue de 0.177m^3 mientras que se obtuvo un volumen máximo de 2.316 m^3. Asimismo, para el volumen de cuartones, el valor medio obtenido fue de 0.293 m^3, con valores mínimo de 0.048 m^3 y máximo de 0,751 m^3.

Figura 5

Distribución frecuencias de cada variable involucrada en el estudio



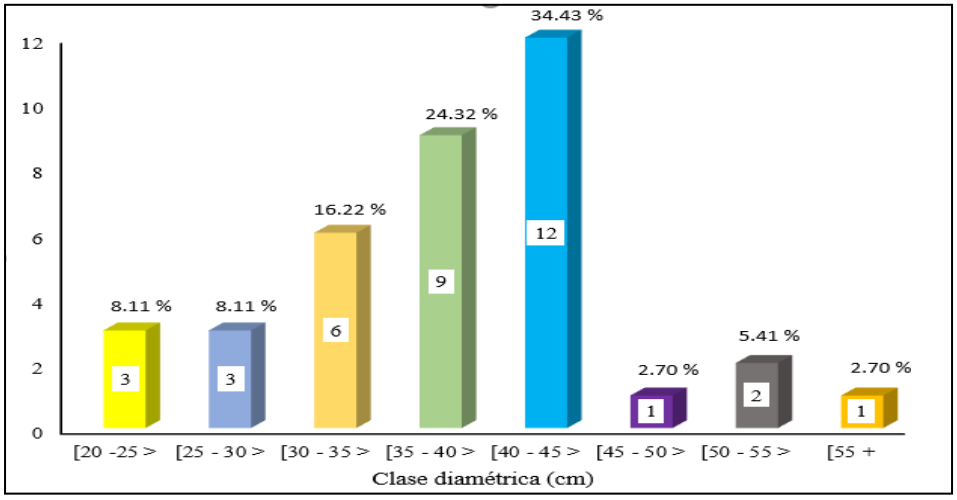
En la Figura 5 se puede observar la distribución de frecuencias de los parámetros tomados como variables; puede verse que debido a la dependencia que existe del volumen de los cuartones del volumen de las trozas, y a su vez, el volumen de las trozas con el volumen de los árboles, hay una similitud en la distribución de frecuencia de clases entre estas variables.

3.2.2. Modelo Matemático para Estimar Volumen Real de Árbol en Pie

Clase Diamétrica y Factor de Forma

Figura 6

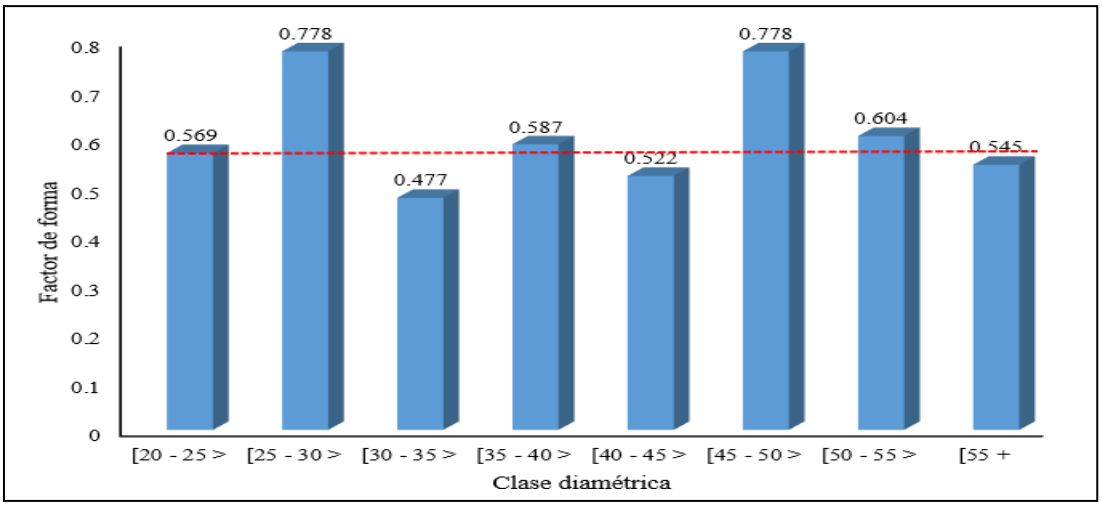
Cantidad y porcentaje de árboles según la clase diamétrica.



En la figura 6, mediante un diagrama de barras se muestra la distribución de los árboles según su clase diamétrica, concentrándose la mayoría de árboles (74.97 %) en las clases comprendidas entre los 30 y 45 cm, en particular en la clase de 40 y 45 cm se concentra casi la tercera parte de los árboles (34.43 %).

Figura 7

Factor de forma promedio según clase diamétrica



En la figura 7 se presenta el resultado del factor de forma de los árboles de *C. Alliodora* según clase diamétrica, donde se puede apreciar que el menor factor de forma fue de 0.477 y se registró para los árboles con clase diamétrica de 30 – 35 cm y el mayor factor de forma se registró para los árboles con clase diamétrica de 25 – 30 y 45 – 50 cm.

Análisis de Varianza ANOVA de los Modelos Matemáticos Propuestos

Tabla 6

Resumen del análisis de varianza para los modelos propuestos

Modelo	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	p - Valor
1. Ecuación con área basal	1	29.569	29.569	155.190	1.29E-14
2. Factor de Forma constante	1	2.789	2.789	14.833	4.79E-04
3. Ecuación logarítmica de Schumacher - Hall	2	4.717	2.358	17.230	6.80E-06

En la tabla 6, se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los 3 modelos de regresión ensayados para estimar el volumen de los árboles de *C. Alliodora*, En este análisis se aprecia que existe una alta significancia en los 3 modelos evaluados, ya que el valor de la probabilidad es inferior a la establecida En el análisis que fue de 0.005. este resultado valida los modelos estadísticamente y refuerza los otros análisis estadísticos aplicados a los modelos.

Modelos Matemáticos Propuestos

Tabla 7

Expresión matemática de los modelos matemáticos

Modelo	Nombre	Ecuación
Modelo 1	Ecuación con área basal.	$V = 0.9393*AB*F*H$
Modelo 2	Factor de forma constante	$Ln(V) = -0.42451+0.44840*Ln(F*D^2*H)$
Modelo 3	Logarítmico de Schumacher –Hall.	$Ln(V) = 1.9306+1.5607*Ln(D) – 0.2476*Ln(H)$

Dónde:

$V = Volumen\ real\ m^3$

$D = DAP\ en\ m$

$H = Altura\ comercial\ en\ m.$

$F = Factor\ de\ forma\ promedio$

$AB = Área\ Basal = D^2 \times \frac{\pi}{4}$

Análisis de los Modelos Matemáticos

Tabla 8

Resumen de los criterios de selección del mejor modelo

Modelo	R^2Adj	RMSE	RSE	AIC
1. Ecuación con área basal	0.807	0.431	0.437	46.645
2. Factor de Forma constante	0.278	0.422	0.434	47.115
3. Ecuación logarítmica de Schumacher - Hall	0.474	0.355	0.370	36.292

Tabla 9

Ponderación de los criterios de selección del mejor modelo

Modelo	R^2Adj	RMSE	RSE	AIC	Total
1. Ecuación con área basal	1	3	3	2	9
2. Factor de Forma constante	3	2	2	3	10
3. Ecuación logarítmica de Schumacher - Hall	2	1	1	1	5

Los resultados de la tabla 8, se ponderan y se presentan en la tabla 9, con la cual al totalizar las ponderaciones de cada modelo se observa que el mejor modelo para estimar los volúmenes de los árboles de *C. Alliodora* es el de Schumacher – Hall (modelo 3) con 5 puntos mientras que el segundo mejor modelo corresponde al del área basal (modelo 1) con 9 puntos.

Reajuste de Modelos Seleccionados. Con la detección de valores influyentes en los modelos de regresión seleccionados, seprocedió a eliminar dichas observaciones y ejecutar nuevamente los cálculos estadísticos de un análisis de regresión lineal para reajustar las ecuaciones. Bajo estos cálculos se obtuvieron nuevos indicadores y coeficientes de regresión, los cuales se presentan en la tabla 10.

Tabla 10

Resumen de los criterios de bondad de ajuste para los modelos seleccionados

Modelo	R^2Adj	RMSE	RSE	AIC
1. Ecuación con área basal	0.918	0.268	0.272	10.709
2 Ecuación logarítmica de Schumacher - Hall	0.574	0.270	0.284	15.350

Como se puede ver, los indicadores del modelo 1 mejoraron considerablemente a tal punto de superar en todos los resultados al modelo 3. Con el resultado de este análisis se concluye que el modelo ideal para estimar el volumen de los árboles de *C. Alliodora* es el modelo 1 el cual considera al área basal en su ecuación de regresión.

La ecuación del modelo 1 reajustado, queda definida de la siguiente manera:

$$V = 1.02194 \times AB \times F \times H \ \ldots \textbf{Ecu. 8}$$

3.2.3. Estimación de Coeficientes de Rendimiento a Partir del Modelo de Estimación de Volumen Real de Árbol en Pie

Coeficiente de Rendimiento de Madera Rolliza. Con el volumen estimado mediante la ecuación, se propuso el siguiente modelo deregresión lineal para estimar el volumen de las trozas:

$$a = \frac{V_{tr}}{V}$$

$$V_{tr} = a \times V \ \ldots \textbf{Ecu. 9}$$

Dónde:

$V_{tr} = Volumen\ total\ de\ troza$

$V = Volumen\ estimado\ mediante\ ecuación$

Los resultados del análisis de regresión del modelo propuesto se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 11

Resumen del análisis de varianza para el modelo propuesto

GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	p - Valor
1	23.710	23.710	309.370	2.20E-16

En la tabla 11 se evalúa la significancia del modelo propuesto, es decir si los datos están representando bien el comportamiento de los volúmenes a estimar. Como se observa el p- Valor resultante es muy cercano a cero, por lo tanto, se puede afirmar que el modelo es significativo y pertinente para poder realizar cálculos y estimaciones.

Tabla 12

Indicadores de bondad de ajuste para el modelo propuesto

R^2 Aj	RMSE
0.903	0.270

En la tabla 12, se muestran los indicadores de bondad de ajuste, los que permiten evaluar que tan confiable es el modelo propuesto para poder estimar los volúmenes detroza. Como se observa el coeficiente de determinación ajustado indica que losvolúmenes de árbol en pie explican en un 90.3% el comportamiento de los volúmenesde troza, respecto a la calidad de estimaciones se observa que los residuos no son muydispersos, en promedio varían un 27% alrededor de la recta de mejor ajuste.

Luego de confirmar la calidad y validez del modelo propuesto para estimar el volumen de troza, se muestra la ecuación de regresión estimada.

$$V = 0.92102 \times V \text{ ... Ecu. 10}$$

Al despejar la ecuación (10) se forma un cociente de volúmenes que teóricamente viene a ser un coeficiente de rendimiento en el proceso de trozado de madera. De estaforma el coeficiente de rendimiento seria de un 92.10%.

$$\frac{V_{tr}}{V} = a = CR_{tr} = 0.92102 = 92.10\% \text{ ... Ecu. 11}$$

Coeficiente de Rendimiento de Madera Aserrada (a'). Con el volumen de troza estimado mediante la ecuación, se propuso el siguiente modelo de regresión lineal para estimar el volumen de cuartón:

$$a' = \frac{V_{cr}}{V_{tr}}$$

$$V_{cr} = a' \times \mathrm{V}$$

Dónde:

V_{tr}: $Volumen\ de\ troza\ estimadi\ medante\ la\ ecuación$ (18)

V_{cr}: $Volumen\ decuartón$

Los resultados del análisis de regresión del modelo propuesto se muestran en las siguientes tablas

En la tabla 13 se evalúa la significancia del modelo propuesto, es decir si los datos están representando bien el comportamiento de los volúmenes a estimar. Como se observa el p - Valor resultante es muy cercano a cero, por lo tanto, se puede afirmar que el modelo es significativo y pertinente para poder realizar cálculos y estimaciones.

Tabla 13

Resumen del Análisis de Varianza Para el Modelo Propuesto

GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	p - Valor
1	2.922	2.922	322.510	2.20E-16

En la tabla 13 se evalúa la significancia del modelo propuesto, es decir si los datos están representando bien el comportamiento de los volúmenes a estimar. Como se observa el p - Valor resultante es muy cercano a cero, por lo tanto, se puede afirmar que el modelo es significativo y pertinente para poder realizar cálculos y estimaciones.

Tabla 14

Indicadores de bondad de ajuste para el modelo propuesto

R^2 Aj	RMSE
0.907	0.094

En la tabla 14, se muestran los indicadores de bondad de ajuste, los que permiten evaluar que tan confiable es el modelo para poder estimar los volúmenes de cuartón. Se obtuvo un coeficiente de determinación ajustado que indica que los volúmenes de troza explican en un 90.7% el comportamiento de los volúmenes de cuartón, respectoa la calidad de estimaciones se observa que los residuos no son muy dispersos, en promedio varían un 0.9% alrededor de la recta de mejor ajuste.

Luego de confirmar la calidad y validez del modelo propuesto para estimar el volumen de cuartón, se muestra la ecuación de regresión estimada.

$$V_{cr} = 0.35511 \times V_{tr} \text{ ... Ecu. 12}$$

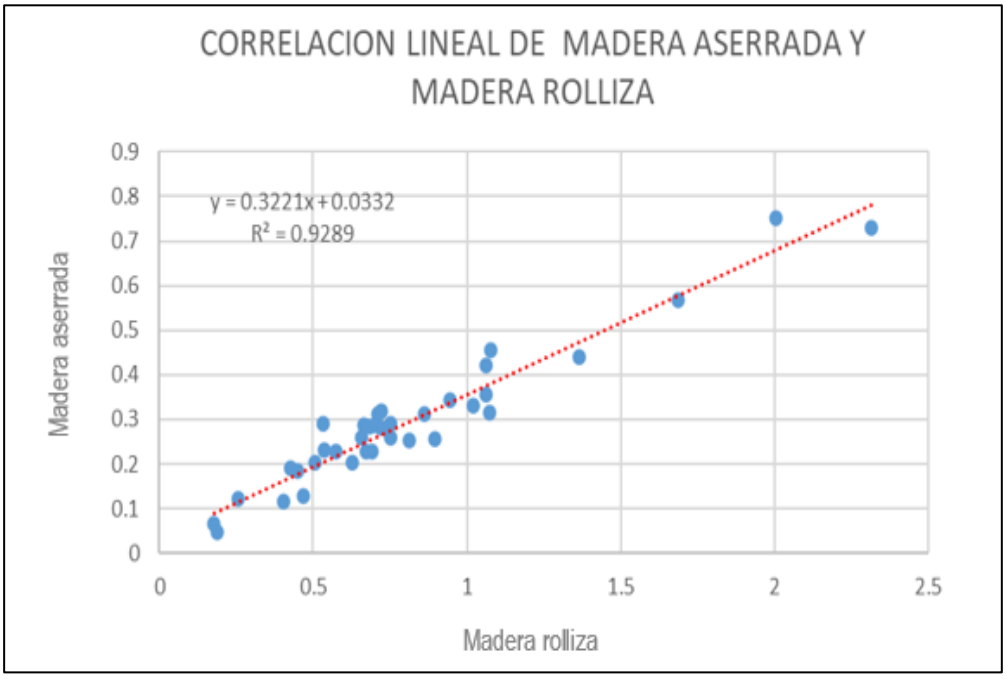
Por lo tanto, al despejar la ecuación (12), se obtiene como resultado un cociente de volúmenes que viene a ser el coeficiente de rendimiento.

$$\frac{V_{cr}}{V_{tr}} = a' = CR_{cr} = 0.35511 = 35.51\% \text{ ... Ecu. 13}$$

3.3. Relación Entre el Volumen de Madera Aserrada y el Volumen de Madera Rolliza

Figura 8

Determinación de la relación entre la madera aserrada y madera rolliza por correlación lineal



En la figura 8 se puede visualizar claramente que se obtuvo la ecuación de Regresión Lineal: Y = 0.3221X + 0.0332, donde Y es el volumen de la madera aserrada y X es volumen de madera rolliza; como resultado, se obtuvo un Coeficiente de determinación es R^2= 0.9289,

lo cual indica que se tiene una relación de 92.89 % entre el volumen de la madera rolliza y el volumen de madera aserrada obtenida de ella.

3.4. Estimación del Volumen Comercial de Madera de Laurel de Parcelas Agroforestales

El volumen del fuste comercial de Laurel está determinado en función de las variables DAP (cm) y altura comercial (m). En la siguiente tabla 15, mediante el modelo seleccionado y el valor del factor de forma se ha estimado los volúmenes a partir de un diámetro de 20 cm a 60 cm.

Tabla 15

Tabla volumétrica para la estimación del volumen del árbol de C. alliodora

Ecuación con área basal: V = 1.02194*AB*F*HNotas:																														
																														F = 0.5670846
D: DAP (cm)	ALTURA COMERCIAL (m)																													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
20	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55
21	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60
22	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66
23	0.05	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17	0.19	0.22	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.36	0.39	0.41	0.43	0.46	0.48	0.51	0.53	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.70	0.72
24	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.37	0.39	0.42	0.45	0.47	0.50	0.52	0.55	0.58	0.60	0.63	0.66	0.68	0.71	0.73	0.76	0.79
25	0.06	0.09	0.11	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.80	0.82	0.85
26	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.62	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.80	0.83	0.86	0.89	0.92
27	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30	0.33	0.36	0.40	0.43	0.46	0.50	0.53	0.56	0.60	0.63	0.66	0.70	0.73	0.76	0.80	0.83	0.86	0.90	0.93	0.96	1.00
28	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25	0.29	0.32	0.36	0.39	0.43	0.46	0.50	0.54	0.57	0.61	0.64	0.68	0.71	0.75	0.79	0.82	0.86	0.89	0.93	0.96	1.00	1.03	1.07
29	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.57	0.61	0.65	0.69	0.73	0.77	0.80	0.84	0.88	0.92	0.96	1.00	1.03	1.07	1.11	1.15
30	0.08	0.12	0.16	0.20	0.25	0.29	0.33	0.37	0.41	0.45	0.49	0.53	0.57	0.61	0.66	0.70	0.74	0.78	0.82	0.86	0.90	0.94	0.98	1.02	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23
31	0.09	0.13	0.17	0.22	0.26	0.31	0.35	0.39	0.44	0.48	0.52	0.57	0.61	0.66	0.70	0.74	0.79	0.83	0.87	0.92	0.96	1.01	1.05	1.09	1.14	1.18	1.22	1.27	1.31
32	0.09	0.14	0.19	0.23	0.28	0.33	0.37	0.42	0.47	0.51	0.56	0.61	0.65	0.70	0.75	0.79	0.84	0.89	0.93	0.98	1.03	1.07	1.12	1.17	1.21	1.26	1.31	1.35	1.40
33	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.59	0.64	0.69	0.74	0.79	0.84	0.89	0.94	0.99	1.04	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49
34	0.11	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.42	0.47	0.53	0.58	0.63	0.68	0.74	0.79	0.84	0.89	0.95	1.00	1.05	1.10	1.16	1.21	1.26	1.32	1.37	1.42	1.47	1.53	1.58
35	0.11	0.17	0.22	0.28	0.33	0.39	0.45	0.50	0.56	0.61	0.67	0.72	0.78	0.84	0.89	0.95	1.00	1.06	1.12	1.17	1.23	1.28	1.34	1.39	1.45	1.51	1.56	1.62	1.67
36	0.12	0.18	0.24	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.88	0.94	1.00	1.06	1.12	1.18	1.24	1.30	1.36	1.42	1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.77
37	0.12	0.19	0.25	0.31	0.37	0.44	0.50	0.56	0.62	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	1.00	1.06	1.12	1.18	1.25	1.31	1.37	1.43	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.81	1.87
38	0.13	0.20	0.26	0.33	0.39	0.46	0.53	0.59	0.66	0.72	0.79	0.85	0.92	0.99	1.05	1.12	1.18	1.25	1.31	1.38	1.45	1.51	1.58	1.64	1.71	1.77	1.84	1.91	1.97

D: DAP (cm)	Ecuación con área basal: V = 1.02194*AB*F*HNotas:																													F = 0.5670846
	ALTURA COMERCIAL (m)																													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
39	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.48	0.55	0.62	0.69	0.76	0.83	0.90	0.97	1.04	1.11	1.18	1.25	1.32	1.38	1.45	1.52	1.59	1.66	1.73	1.80	1.87	1.94	2.01	2.08
40	0.15	0.22	0.29	0.36	0.44	0.51	0.58	0.66	0.73	0.80	0.87	0.95	1.02	1.09	1.17	1.24	1.31	1.38	1.46	1.53	1.60	1.67	1.75	1.82	1.89	1.97	2.04	2.11	2.18
41	0.15	0.23	0.31	0.38	0.46	0.54	0.61	0.69	0.77	0.84	0.92	0.99	1.07	1.15	1.22	1.30	1.38	1.45	1.53	1.61	1.68	1.76	1.84	1.91	1.99	2.07	2.14	2.22	2.30
42	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	1.04	1.12	1.20	1.28	1.36	1.45	1.53	1.61	1.69	1.77	1.85	1.93	2.01	2.09	2.17	2.25	2.33	2.41
43	0.17	0.25	0.34	0.42	0.50	0.59	0.67	0.76	0.84	0.93	1.01	1.09	1.18	1.26	1.35	1.43	1.51	1.60	1.68	1.77	1.85	1.94	2.02	2.10	2.19	2.27	2.36	2.44	2.52
44	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.62	0.70	0.79	0.88	0.97	1.06	1.15	1.23	1.32	1.41	1.50	1.59	1.67	1.76	1.85	1.94	2.03	2.11	2.20	2.29	2.38	2.47	2.56	2.64
45	0.18	0.28	0.37	0.46	0.55	0.65	0.74	0.83	0.92	1.01	1.11	1.20	1.29	1.38	1.47	1.57	1.66	1.75	1.84	1.94	2.03	2.12	2.21	2.30	2.40	2.49	2.58	2.67	2.77
46	0.19	0.29	0.39	0.48	0.58	0.67	0.77	0.87	0.96	1.06	1.16	1.25	1.35	1.44	1.54	1.64	1.73	1.83	1.93	2.02	2.12	2.22	2.31	2.41	2.50	2.60	2.70	2.79	2.89
47	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.01	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61	1.71	1.81	1.91	2.01	2.11	2.21	2.31	2.41	2.51	2.61	2.71	2.82	2.92	3.02
48	0.21	0.31	0.42	0.52	0.63	0.73	0.84	0.94	1.05	1.15	1.26	1.36	1.47	1.57	1.68	1.78	1.89	1.99	2.10	2.20	2.31	2.41	2.52	2.62	2.73	2.83	2.94	3.04	3.15
49	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.76	0.87	0.98	1.09	1.20	1.31	1.42	1.53	1.64	1.75	1.86	1.97	2.08	2.19	2.29	2.40	2.51	2.62	2.73	2.84	2.95	3.06	3.17	3.28
50	0.23	0.34	0.46	0.57	0.68	0.80	0.91	1.02	1.14	1.25	1.37	1.48	1.59	1.71	1.82	1.93	2.05	2.16	2.28	2.39	2.50	2.62	2.73	2.84	2.96	3.07	3.19	3.30	3.41
51	0.24	0.36	0.47	0.59	0.71	0.83	0.95	1.07	1.18	1.30	1.42	1.54	1.66	1.78	1.89	2.01	2.13	2.25	2.37	2.49	2.60	2.72	2.84	2.96	3.08	3.20	3.31	3.43	3.55
52	0.25	0.37	0.49	0.62	0.74	0.86	0.98	1.11	1.23	1.35	1.48	1.60	1.72	1.85	1.97	2.09	2.22	2.34	2.46	2.58	2.71	2.83	2.95	3.08	3.20	3.32	3.45	3.57	3.69
53	0.26	0.38	0.51	0.64	0.77	0.89	1.02	1.15	1.28	1.41	1.53	1.66	1.79	1.92	2.05	2.17	2.30	2.43	2.56	2.68	2.81	2.94	3.07	3.20	3.32	3.45	3.58	3.71	3.84
54	0.27	0.40	0.53	0.66	0.80	0.93	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59	1.73	1.86	1.99	2.12	2.26	2.39	2.52	2.65	2.79	2.92	3.05	3.19	3.32	3.45	3.58	3.72	3.85	3.98
55	0.28	0.41	0.55	0.69	0.83	0.96	1.10	1.24	1.38	1.51	1.65	1.79	1.93	2.07	2.20	2.34	2.48	2.62	2.75	2.89	3.03	3.17	3.30	3.44	3.58	3.72	3.86	3.99	4.13
56	0.29	0.43	0.57	0.71	0.86	1.00	1.14	1.28	1.43	1.57	1.71	1.86	2.00	2.14	2.28	2.43	2.57	2.71	2.85	3.00	3.14	3.28	3.43	3.57	3.71	3.85	4.00	4.14	4.28
57	0.30	0.44	0.59	0.74	0.89	1.04	1.18	1.33	1.48	1.63	1.77	1.92	2.07	2.22	2.37	2.51	2.66	2.81	2.96	3.11	3.25	3.40	3.55	3.70	3.84	3.99	4.14	4.29	4.44
58	0.31	0.46	0.61	0.77	0.92	1.07	1.22	1.38	1.53	1.68	1.84	1.99	2.14	2.30	2.45	2.60	2.76	2.91	3.06	3.22	3.37	3.52	3.67	3.83	3.98	4.13	4.29	4.44	4.59
59	0.32	0.48	0.63	0.79	0.95	1.11	1.27	1.43	1.58	1.74	1.90	2.06	2.22	2.38	2.54	2.69	2.85	3.01	3.17	3.33	3.49	3.64	3.80	3.96	4.12	4.28	4.44	4.59	4.75
60	0.33	0.49	0.66	0.82	0.98	1.15	1.31	1.47	1.64	1.80	1.97	2.13	2.29	2.46	2.62	2.79	2.95	3.11	3.28	3.44	3.60	3.77	3.93	4.10	4.26	4.42	4.59	4.75	4.92

IV. DISCUSIÓN

En esta investigación se buscó determinar el rendimiento de madera de *Cordia Alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken, usando motosierra, donde se realizaron diversos análisis a partir de los cuales se determinó que el factor de forma promedio es de 0.95, un valor bastante alto y distante al obtenido de Quinatoa (2018) quien obtuvo un valor de 0.80, de la misma forma Sánchez (2012) determinó un valor de 0.60, el motivo por el cual el factor de forma de la *C. Alliodora* obtenido es mayor se debe a que los árboles muestreados tienen diámetros mayores a 0.55 m. Así mismo, Somarriba y Beer (1986) mencionan que el factor de forma puede ser menor a 0.6 cuando se ve afectado por factores como raíces tablares, torceduras del tronco, pudrición del duramen, bifurcaciones, etc.

Por otra parte, al evaluar el rendimiento de aserrío con motosierra, se obtuvo valores de volumen promedio de 0.895 m^3, volumen de troza medio 0.807 m^3 y volumen de cuartones medio de 0.293 m^3, estos valores son similares a los reportados por Somarriba *et al.* (2008) quien encontró que los árboles de *Cordia Alliodora* asociados a un cultivo agrícola tienen un volumen que oscila entre 0.84 y 1.74 m^3. Por el contrario, Sánchez (2012) cuando aplicó un valor de factor de forma igual a 0.6 obtuvo un volumen de 0.58 m^3 y cuando aplicó el valor de factor de forma 0.7 obtuvo un volumen de 0,68 m^3 para 30 árboles de *Cordia Alliodora*, determinando que el factor de forma 0.7 propuesto por el Ministerio del ambiente no coincide con la especie estudiada; por lo tanto, los productores no realizaban un cálculo eficiente para el aprovechamiento forestal.

Entre los modelos propuestos en esta investigación fue seleccionado el modelo V=1.02194*AB*F*H, ya que determinó de mejor forma el volumen de *Cordia Alliodora*, con un coeficiente de regresión (R2) de 0.92102 y un error estándar de los residuos de 0.272. tomando en cuenta que las variables independientes fueron diámetro y altura comercial conuna

variable dependiente que fue volumen. Por su parte el estudio realizado por Tinoco (2019) recomienda el modelo de Schumarcer y Hall por presentar un coeficiente de determinación (R^2) de 0.99 para *C.Alliodora*, la correlación (RŶY) de 0.99, por sesgo (BIAS) que tiende a cero, por la raíz cuadrada del error cuadrado medio (RQEM) de 0.24 ypor la media de las diferencias absolutas (MDA) de 0.002.

Los índices de rendimiento de la madera rolliza fueron un 92.10% de rendimiento y para trozas fue 35.51 % de rendimiento, estos valores son bastante bajos con respecto a los encontrados por Somarriba *et al*. (2008) quienobtuvo un rendimiento de 55 %. Por su parte Castillo (2021) cuando evaluó el rendimiento de la madera de *Cordia Alliodora*durante el aserrío con maquinaria distinta a la motosierra obtuvo un rendimiento de 79,65%y 78,69%. Otro estudio que evaluó el rendimiento de cuatro especies de latifoliadas por Leiva (2016), obtuvo un rendimiento promedio de 77.7972% en relación al diagrama de corte, esto como resultado del volumen de la troza de 5.3416 m3 y 4.1106 m3 de madera aserrada y observándose que la especie con el resultado más bajo es Rosul con 76.80 %, cedro con 77.37%, Sangre con 77.41% y con mayor resultado la Caoba con 79.61% de rendimiento de flitch o madera semielaborada. Con estos resultados queda en evidencia queal aserrar la madera con motosierra se tiene el menor rendimiento, lo cual se traduce en mayor desperdicio, esto se debe a que la motosierra presenta un grosor mayor en la cadena,por lo cual es necesario que el operario que realiza el corte cuenta con experiencia para así evitar hacer más de un corte.

En este estudio se logró identificar un índice de rendimiento de la madera de *Cordia Alliodora* de 35.51 %, el mismo que difiere a los que obtuvo Quispe (2019), cuyo valor fue de 68,29% de rendimiento para madera aserrada de *Virola flexuosa*, en su investigación, proceso un total de 20 árboles (217 trozas), de las cuales se procesaron un total de 30,17 m^3 de madera en rola obteniendo 19,16 m3 de madera aserrada; así mismo obtuvo un rendimiento de 47, 07% en madera aserrada para la especie *Centrolobium ochroxylum*, en donde se procesó 20

árboles (259 trozas) que dieron un total de 35,33 m^3 de madera en rola obteniendo 16,23 m^3 de madera aserrada. Por otro lado, Quiróz *et al*.,(2005), obtuvieron valores similares a los obtenidos en la presente investigación, alcanzando rendimientos de 39, 30 y 27%, para las maderas de *Gmelina arborea*, *Acacia mangium* y *Terminalia ivorensis* respectivamente, al mismo tiempo que los coeficientes de residuos de madera que al integrar las diferentes fases del procesamiento sumaron de 61- 73% del volumen original de materia prima rolliza, estas diferencias pueden deberse al tipode aserrado que se le da a la madera, esto es reforzado por Bámaca, citado por Louman *et al*.(2006) que mencionan que el rendimiento está fuertemente ligado a la fase de la cadena y la definición de productos para lo cual se va a aserrar la madera

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se realizó el censo comercial en las parcelas agroforestales obteniendo un total de 237 árboles de *Cordia Alliodora*, los cuales fueron integrados para el desarrollo de la presente investigación.

El volumen promedio de 37 árboles de *C. Alliodora* fue de 0.895 m^3 por árbol, como mínimo 0.231 m^3 y como el mayor volumen calculado 2.055 m^3. Se obtuvieron un total de 105 trozas con un volumen promedio de 0.807 m^3, volumen mínimo de 0.177 m^3 y volumen máximo de 2.316 m^3, que arrojaron 125 cuartones conun volumen promedio obtenido de 0.293 m^3, con valores extremos de 0.048 m^3y 0,751 m^3.

El rendimiento de aserrío para *C. Alliodora* usando motosierra en plantaciones agroforestales en el distrito de San Ignacio y se identificó que para madera rolliza el rendimiento es de 92.10% y para madera aserrada es 35.51%, el cual se estimó a partir de la ecuación 17 que obtuvo una mejor ponderación a los indicadores de bondad del reajustado con un coeficiente de regresión (R^2) de 0.92102 y un error estándar de los residuos de 0.272.

El modelo 1 emplea mejor la regresión Lineal: Y = 0.3221X + 0.0332, que determinóla relación que existe entre el volumen de madera aserrada y el volumen de madera rolliza, obteniendo un grado de correlación de R^2= 0.9289.

5.2. Recomendaciones

A los pobladores que cuentan con plantaciones de *Cordia Alliodora (Ruiz y Pav.)* Oken, de Palla Peña se les recomienda que realicen prácticas silviculturales con la finalidad de que logren obtener un mejor rendimiento maderable.

A futuros investigadores, se recomienda realizar otros estudios de rendimiento de la especie en estudio yotras especies que se aprovechan en la región, que permitan comparar y pronosticar óptimos resultados, determinando el volumen de aprovechamiento forestal maderable para fines comerciales y otros.

Para futuros estudios se recomienda establecer una tabla de rendimiento para plantaciones agroforestales de *Cordia Alliodora (Ruiz y Pav.)* Oken, ser recomienda el uso del modelo matemático Área Basal con un coeficiente de regresión lineal de 0.60392.

Para futuros tesistas de la Universidad Nacional de Jaén otros estudios de investigación en la región donde se aprovechan árboles de *C. Alliodora* en sistemas agroforestales y que además compongan otros factores como edad de plantación, tratamiento silvicultural, y otros equipos de aserrío.

Al público interesado sugerir el uso de tabla volumétrica *C. Alliodora*, basado en el modelo matemático propuesto en la investigación.

A los docentes de la Universidad Nacional de Jaén, se recomienda promover estudios de investigación de la *C. Alliodora* en proyectos de aprovechamiento forestal maderable.

A los productores se recomienda la siembra de café bajo sombra con la especie *C. Alliodora* para obtener ingresos económicos a corto plazo por su comercio maderable.





VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barturén Vega, L. M. (2018). *Sobrevivencia de Cordia alliodora, Pinus tecunumanii, Eucalyptus saligna, Cedrela odorata del proyecto «Microcuenca San Miguel de las Naranjas» - Jaén* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/115/1/Bartur%C3%A9n_VLM.pdf

Cancino Cancino, J. O. (2012). *Dendrometría Básica*: Universidad de Concepción. http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/407

Castillo Sosa, K. V. (2021). *Cuantificación del aprovechamiento de la madera de Cordia alliodora y Triplaris cumingiana en la fabricación de muebles en la parroquia Simón Plata Torres, Ecuador* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15875

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF). (1988). *Cordia alliodora (Ruiz & Pavon) Oken: Experiencias en Colombia* [Serie, documentación N° 15]. Compilado por: Paul van der Poel. Bogotá, Colombia. http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3975/1/025.pdf

Cumplido, O. R. (2002). *Tablas de volúmenes y de Incrementos para Tres Especies del Genero Pinus de Tres Predios del Estado de Chihuahua, México.* [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo].

Fernández Zarate, F. H. (2018). *Propiedades organolépticas, físicas y mecánicas de la madera de Cordia alliodora (R. y P.) Oken de parcelas agroforestales en Jaén, Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/113/1/Fernandez_ZFH.pdf

Geoservidor del INEI (2023). *Portal Infraestructura de Datos Especiales*. https://ide.inei.gob.pe/

Guevara Ramirez, J. S. (2020). *Rendimiento y calidad de madera de Eucalyptus saligna al aserrío con sierra cinta, Jaén, 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4401/T016_44239001_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gobierno Regional de Cajamarca. (2012). *Resolución Ejecutiva Regional N°179-2012-GR-CAJ/P. Por la cual se categoriza de acuerdo a Ley, como caserío al centro poblado Palla Peña, Distrito Tabaconas, Provincia San Ignacio*. https://portal.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/documentos/documentos/RER-179-2012-GR-CAJ-P.pdf

Samayoa Tercero, A. y Guoron López, A. (2016). *Guía para estudios de rendimiento de transformación primaria en la industria forestal de Guatemala* [Serie Técnica GT-011]. Instituto Nacional de Bosques y Organización Internacional de las Maderas Tropicales. https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3090/Technical/Guia%20rendimientos.pdf?v=1526457646

Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y Universidad NacionalAgraria La Molina (UNALM). (2008). *Metodología para determinar el Coeficiente de Rendimiento de madera Rolliza (troza) a madera aserrada*. Lima, Perú. https://www.serfor.gob.pe/pdf/normatividad/2008/resojefa/RJ_159-2008-INRENA.pdf

Leiva Sosa, M. R. (2016). *Evaluación Del Rendimiento de especies Coníferas y latifoliadas utilizadas en la industria forestal del departamento del Progreso* [Tesis de Licenciatura,

Universidad Rafael Landívar]. http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/06/09/Leiva-Mario.pdf

Leyva Miguel, I., Rojas Romero, A. y Segurado Gil, Y. (2017). Determinación del rendimiento y calidad dimensional de la madera aserrada en aserríos en la Provincia de Guantánamo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES, 5*(3), 340-351. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6222088

Loechle Andaluz, B. (2001). *Análisis de costos de aserrío con motosierra y transporte con mulas, de la especie Prumnopitys Harsmsiana (Romerillo Rojo) en los bosques de neblina de San Ignacio – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina].

Loetsch, F., Zohrer, F. & Haller, K. (1973). *Forest Inventory* (2 ed., Vol. II). Munich: BLV Verlagsgesellchaft

Louman, B., Meza, A., Quirós, D y Carrera, F. (2006). *Planificación del aprovechamiento forestal.* En Orozco, L., Brumér, C. y Quirós D (Eds). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. *https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Aprovechamiento%20de%20impacto%20reducido%20en%20bosques%20latifoliados.pdf*

Paucar Montero, T. (2016). *Coeficiente de aserrío y productividad de tablillas para pisos de las especies Myroxylon balsamum Harms (Fabaceae) y Aspidosperma macrocarpon (Apocynaceae), Mazamari – Zatipo* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3477/Paucar%20Montero.pdf?sequence=1

Portella Flores, C. J. (2021). *Rendimiento en aserrío de Couratari guianensis y Tabebuia serratifolia en la empresa forestal Otorongo S.A.C, Madre de Dios* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4950/portella-flores-camelia-jadira.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pineda-Herrera, E., Manzano-Méndez, F., Valdez-Hernández, J. I. y Beltrán- Rodríguez, L. A. (2018). Crecimiento diamétrico de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en un sistema agroforestal de Oaxaca, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 15(37), 25-33. https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v15n37/2215-2504-kuru-15-37-25.pdf

Quinatoa Aigaje, J. M. (2018). *Evaluación de la variabilidad genética y dasométrica de nueve procedencias de Cordia alliodora R&P (Laurel) en la estación experimental central de la amazonia (eeca), parroquia San Carlos, cantón La Joya de los Sachas, provincia de Francisco de Orellana* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8733

Quirós, R., Chinchilla, O. y Gómez, M. (2005). Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. *Agronomía Costarricense, 29*(2),7-15. Universidad de Costa Rica. https://www.redalyc.org/pdf/436/43629201.pdf

Quispe Mamani, W. B. (2019). *Rendimiento en aserrío con motosierra, aplicando el sistema de corte "Flitchs", para dos especies forestales de la amazonia: Gabu (Virola flexuosa) y Huasicucho (Centrolobium ochroxylum) en las comunidades Nuevo Porvenir y Villa Esperanza del municipio de Palos Blancos* [Tesis de Grado, Universidad Mayorde San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA. https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22210/T-2677.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramirez Correa, D. I. (2019). *Rendimiento de aserrío de copaiba (Copaifera reticulata Ducke) y lupuna (Ceiba pentandra (L.) Gaertn) en Tahuamanu Madre de Dios* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3184/T016_76451049_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rios Panduro, H. (2019). *Costos de aserrío y transporte de madera aserrada de Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f. ex Schumann en el bosque de Padre Marquez-Loreto* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1625/TS_HRP_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sanabria-Cascante, J. C. y Serrano-Montero, R. (2016). Rendimiento en aserrío y posibilidades de uso industrial de las trozas de primer raleo de una plantación de laurel (*Cordia alliodora* Ruiz & Pavon Oken). *En Marcha*, *12*(2), 97–42. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2743

Sánchez Sarango, Y. A. (2012). *Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales: Chuncho (Cedrelinga catenaeformis), Laurel (Cordia alliadora), Sangre de Gallina (Otoba sp), Ceibo (Ceiba samauma) y Canelo (Nectandra sp)* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2213/1/33T0103.pdf

Schumacher, F. X. and Hall, F. S. (1933). Logarithmic expresión of timber-tree volume. *Journal of Agricultural Research*, *47*(9), 719-734.

Somarriba, E. y Beer, J. (1986). *Dimensiones, volúmenes y crecimiento de Cordia alliodoraen*

sistemas agroforestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turriaba, Costa Rica. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8467/Dimensiones_volumenes_y_crecimiento.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Somarriba, E., Suárez, A., Botina, A., Chalaca, D., Calero Borge, W. A., & Botina Garzón, A. M. (2008). Aprovechamiento, rendimiento maderable y carbono perdido en los residuos de *Cordia alliodora* de regeneración natural en cacaotales (*Theobroma cacao*) y bananales (*Musa* AAA cv. Gros Michel) de Talamanca, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. *Agroforestería en las Américas,* (46), 34 – 39. https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5790

Tinoco Zamora, J. A. (2019). *Ecuaciones volumétricas para estimar la producción de Cordia alliodora (Ruiz y Pavón) Oken en plantaciones agroforestales de café del centro poblado San Miguel de las Naranjas, Jaén – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2976/T016_47310533_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Jaén, por contribuir en nuestra formación académica.

Al M.Sc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo, por el asesoramiento.

Al Ing. M. Sc. Helder Efraín Aguirre, por su colaboración y asesoramiento en el proyecto piloto.

Al equipo técnico de la Cooperativa Cenfrocafé y a Practical Action por promover proyectosde investigación.

Jhan Piers Balbuena Campos, por su colaboración en el desarrollo de la presente investigación.

A mis compañeros Claudia, Paúl y Sheila por apoyarnos en el desarrollo de la etapa de campo del proyecto de investigación.

A todas las personas que nos apoyaron durante el desarrollo de la presente investigación.

DEDICATORIA

“A Dios y a mi familia”

Lilibeth Claudina Román meza.

“Dedicado al amor”.

Iván Pizarro Mori.

.

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Foto 1. Inicio de convenio y exposición del proyecto de investigación



Foto 2. Firma del acta de compromiso por parte de los productores para la ejecución de la investigación.



Foto 3. Georreferenciación y levantamiento de datos de los árboles de C. alliodora.



Foto 4. Medición del DAP (diámetro altura del pecho).

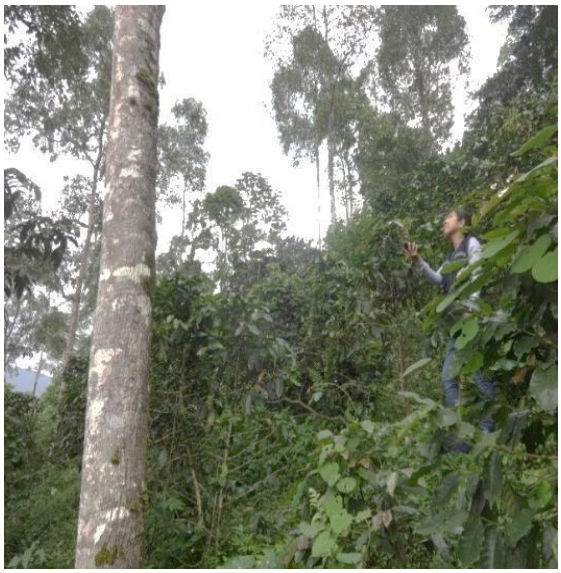


Foto 5. Medición de la altura total con el distanciómetro.



Foto 6. Medición de altura comercial.



Foto 7. Apeo de los árboles C. alliodora.



Foto 8. Medición de la longitud total del árbol C. alliodora.



Foto 9. Medición de la longitud comercial del rollizo de C. allidora.



Foto 10. Medición de la circunferencia cada un metro del rollizo de C. allidora.



Foto 11. Recolección de datos dasométricos de árbol en pie



Foto 12. Recolección de datos dasométricos de árbol apeado



Foto 13. Recanteado y despunte de la troza.



Foto 14. Medición de parámetros en árbol de *Cordia alliodora* apeado.



Foto 15. Codificación correlativa de la madera aserrada.



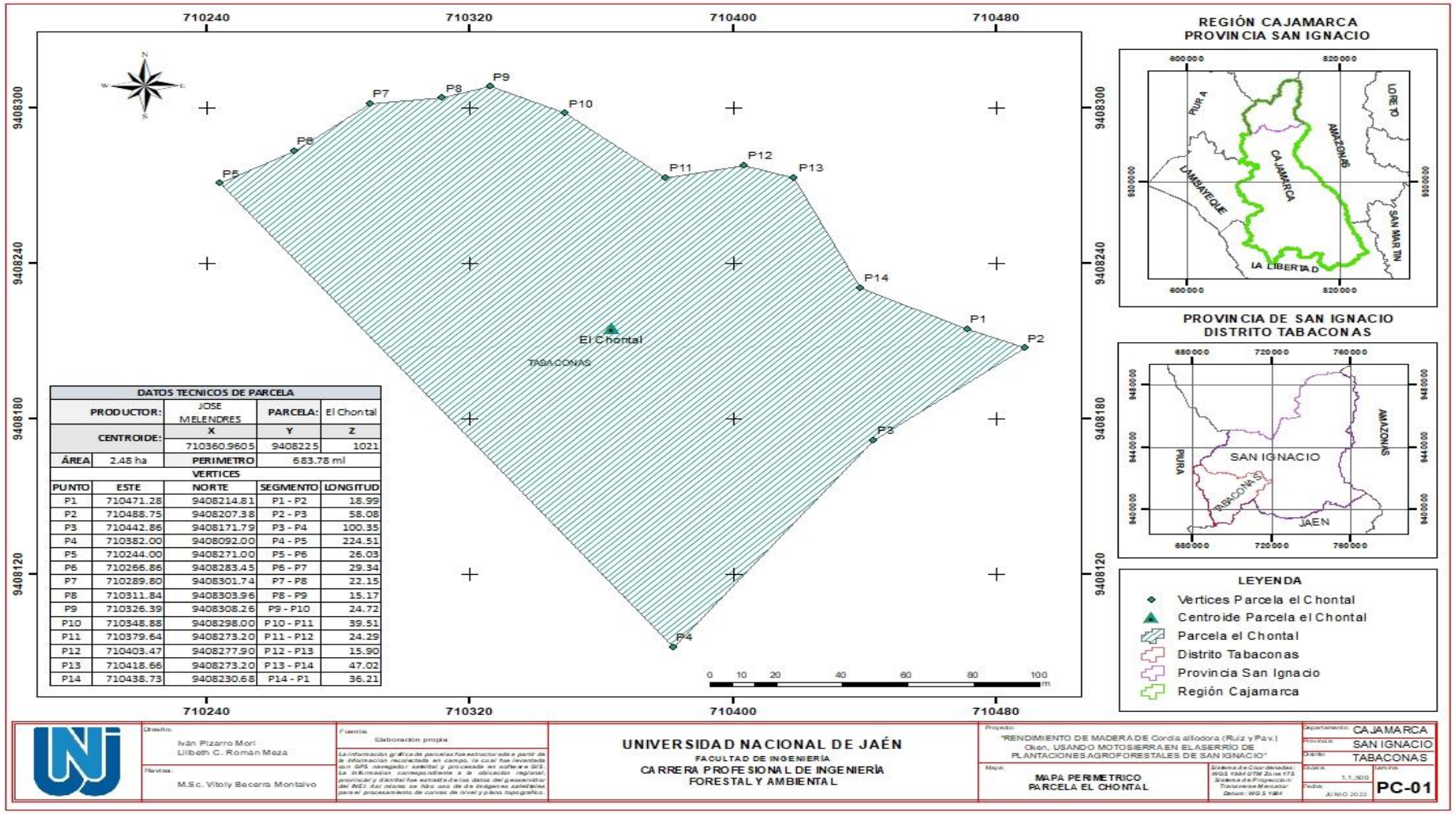
Foto 16. Medición del largo, ancho y espesor de la madera aserrada.



Foto 17. Producto final.

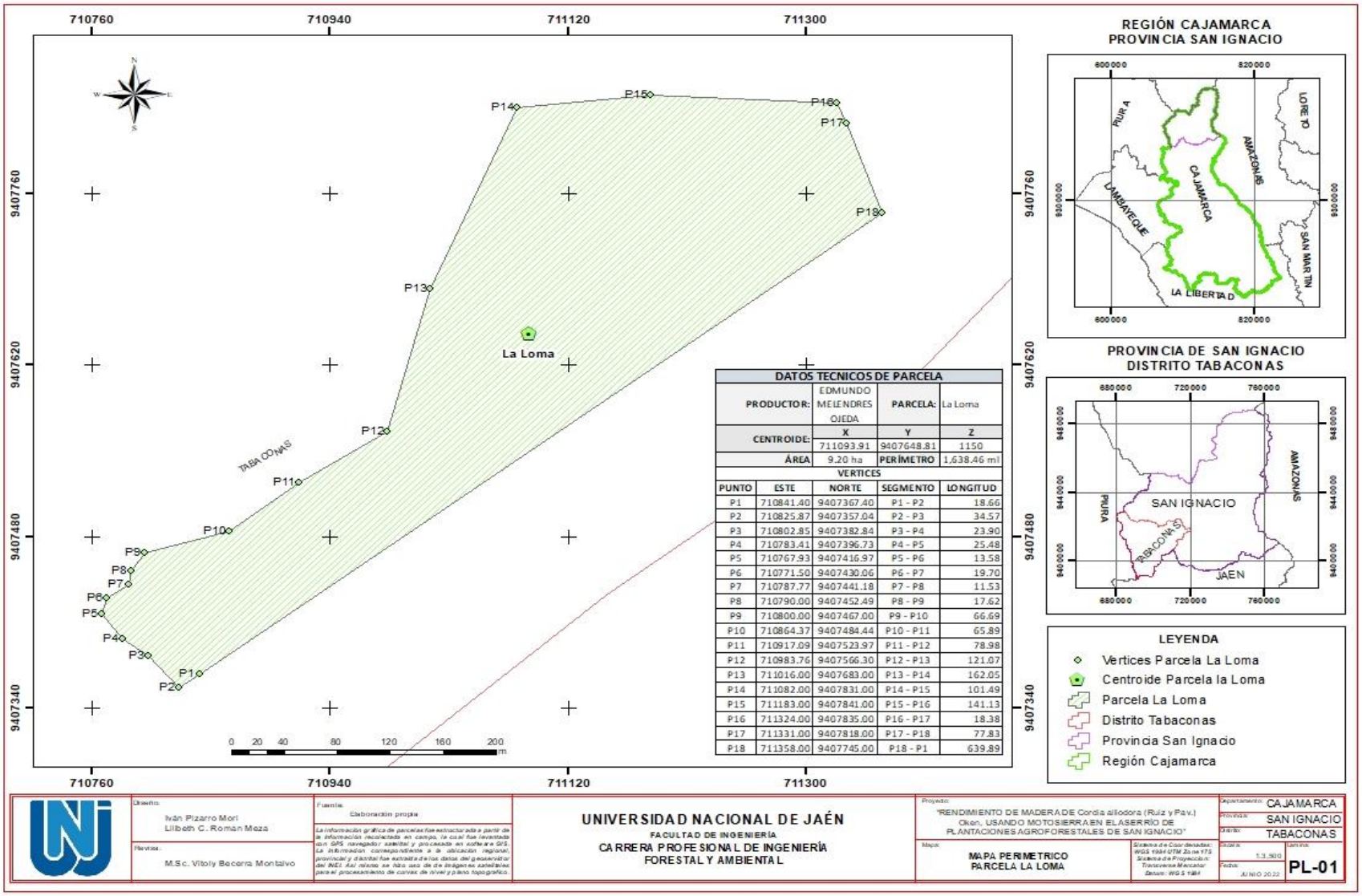
Anexo 2. Planos perimétricos de las parcelas muestreadas.

Mapa 1. *Plano perimétrico de parcela El Chontal.*



DATOS TECNICOS DE PARCELA				
PRODUCTOR:	JOSE MELENDRES		PARCELA:	El Chontal
CENTROIDE:	X		Y	Z
	710360.9605		9408225	1021
ÁREA	2.48 ha	PERIMETRO	683.78 ml	
VERTICES				
PUNTO	ESTE	NORTE	SEGMENTO	LONGITUD
P1	710471.28	9408214.81	P1 - P2	18.99
P2	710488.75	9408207.38	P2 - P3	58.08
P3	710442.86	9408171.79	P3 - P4	100.35
P4	710382.00	9408092.00	P4 - P5	224.51
P5	710244.00	9408271.00	P5 - P6	26.03
P6	710266.86	9408283.45	P6 - P7	29.34
P7	710289.80	9408301.74	P7 - P8	22.15
P8	710311.84	9408303.96	P8 - P9	15.17
P9	710326.39	9408308.26	P9 - P10	24.72
P10	710348.88	9408298.00	P10 - P11	39.51
P11	710379.64	9408273.20	P11 - P12	24.29
P12	710403.47	9408277.90	P12 - P13	15.90
P13	710418.66	9408273.20	P13 - P14	47.02
P14	710438.73	9408230.68	P14 - P1	36.21

Mapa 2. *Plano perimétrico de parcela La Loma.*



DATOS TECNICOS DE PARCELA				
PRODUCTOR:	EDMUNDO MELENDRES OJEDA		PARCELA:	La Loma
CENTROIDE:	X		Y	Z
	711093.91		9407648.81	1150
ÁREA	9.20 ha		PERÍMETRO	1,638.46 ml

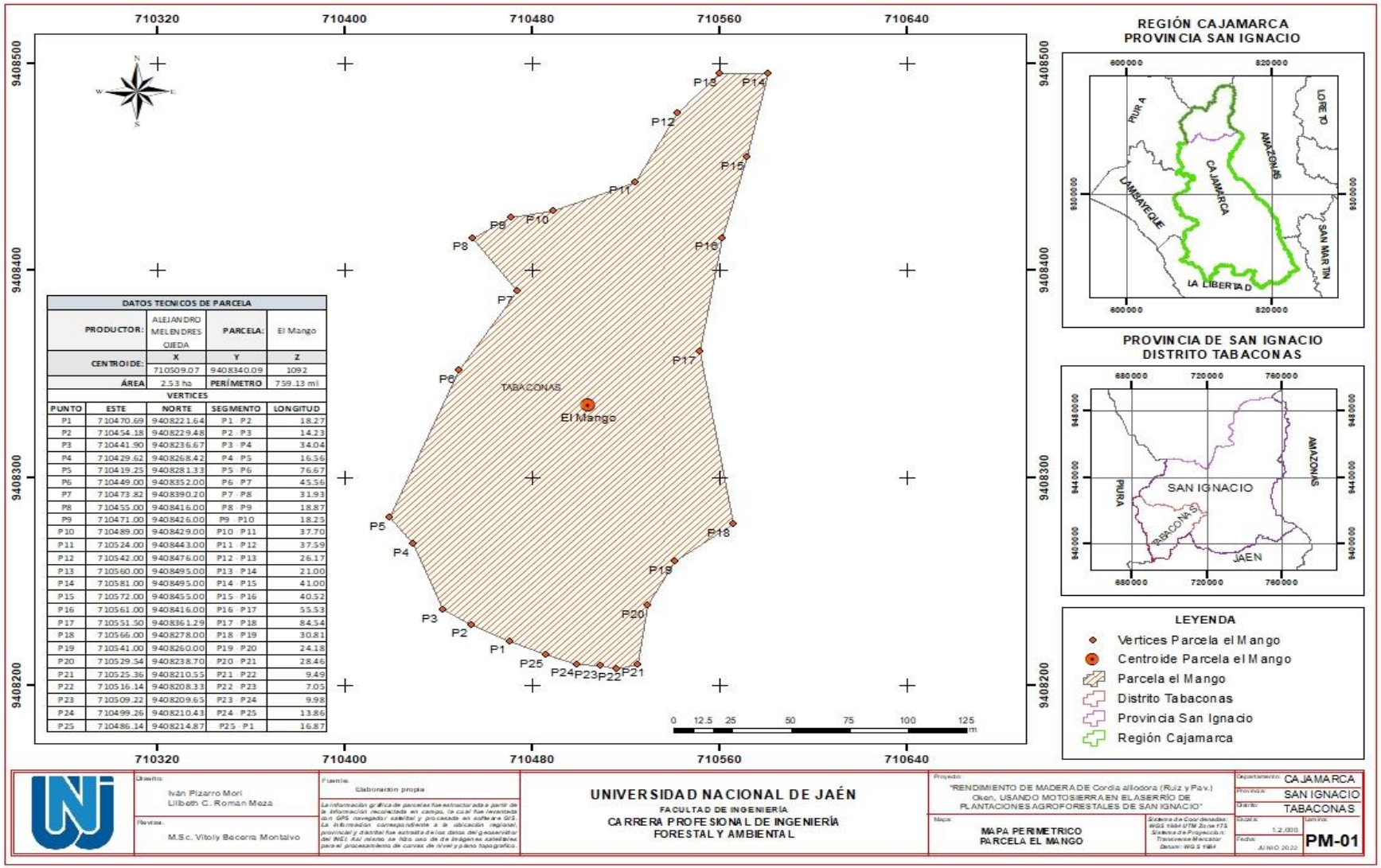
VERTICES				
PUNTO	ESTE	NORTE	SEGMENTO	LONGITUD
P1	710841.40	9407367.40	P1 - P2	18.66
P2	710825.87	9407357.04	P2 - P3	34.57
P3	710802.85	9407382.84	P3 - P4	23.90
P4	710783.41	9407396.73	P4 - P5	25.48
P5	710767.93	9407416.97	P5 - P6	13.58
P6	710771.50	9407430.06	P6 - P7	19.70
P7	710787.77	9407441.18	P7 - P8	11.53
P8	710790.00	9407452.49	P8 - P9	17.62
P9	710800.00	9407467.00	P9 - P10	66.69
P10	710864.37	9407484.44	P10 - P11	65.89
P11	710917.09	9407523.97	P11 - P12	78.98
P12	710983.76	9407566.30	P12 - P13	121.07
P13	711016.00	9407683.00	P13 - P14	162.05
P14	711082.00	9407831.00	P14 - P15	101.49
P15	711183.00	9407841.00	P15 - P16	141.13
P16	711324.00	9407835.00	P16 - P17	18.38
P17	711331.00	9407818.00	P17 - P18	77.83
P18	711358.00	9407745.00	P18 - P1	639.89

Diseño: Iván Pizarro Mori, Lilibeth C. Roman Meza
Revisó: M.Sc. Vitoly Becerra Montalvo
Fuente: Elaboración propia
La información gráfica de parcelas fue extractada a partir de la información recolectada en campo, la cual fue revestida con GPS navegador satelital y procesada en software GIS. La información correspondiente a la ubicación regional, provincial y distrital fue extraída de los datos del geoservidor del INEI. Así mismo se hizo uso de de imágenes satelitales para el procesamiento de curvas de nivel y plano topográfico.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

Proyecto: "RENDIMIENTO DE MADERA DE Cordia alliodora (Ruiz y Pav.) Oken, USANDO MOTOSIERRA EN EL ASERRÍO DE PLANTACIONES AGROFORESTALES DE SAN IGNACIO"
Mapa: MAPA PERIMETRICO PARCELA LA LOMA
Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
Sistema de Proyección: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
Departamento: CAJAMARCA
Provincia: SAN IGNACIO
Distrito: TABACONAS
Escala: 1:3,500
Fecha: JUNIO 2022
Lámina: PL-01

Mapa 3. *Plano perimétrico de parcela El Mango.*



DATOS TECNICOS DE PARCELA				
PRODUCTOR:	ALEJANDRO MELENDRES OJEDA		PARCELA:	El Mango
CENTROIDE:	X		Y	Z
	710509.07		9408340.09	1092
ÁREA	2.53 ha		PERÍMETRO	759.13 ml

VERTICES

PUNTO	ESTE	NORTE	SEGMENTO	LONGITUD
P1	710470.69	9408221.64	P1 P2	18.27
P2	710454.18	9408229.48	P2 P3	14.23
P3	710441.90	9408236.67	P3 P4	34.04
P4	710429.62	9408268.42	P4 P5	16.56
P5	710419.25	9408281.33	P5 P6	76.67
P6	710449.00	9408352.00	P6 P7	45.56
P7	710473.82	9408390.20	P7 P8	31.93
P8	710455.00	9408416.00	P8 P9	18.87
P9	710471.00	9408426.00	P9 P10	18.25
P10	710489.00	9408429.00	P10 P11	37.70
P11	710524.00	9408443.00	P11 P12	37.59
P12	710542.00	9408476.00	P12 P13	26.17
P13	710560.00	9408495.00	P13 P14	21.00
P14	710581.00	9408495.00	P14 P15	41.00
P15	710572.00	9408455.00	P15 P16	40.52
P16	710561.00	9408416.00	P16 P17	55.53
P17	710551.50	9408361.29	P17 P18	84.54
P18	710566.00	9408278.00	P18 P19	30.81
P19	710541.00	9408260.00	P19 P20	24.18
P20	710529.54	9408238.70	P20 P21	28.46
P21	710525.36	9408210.55	P21 P22	9.49
P22	710516.14	9408208.33	P22 P23	7.05
P23	710509.22	9408209.65	P23 P24	9.98
P24	710499.26	9408210.43	P24 P25	13.86
P25	710486.14	9408214.87	P25 P1	16.87

Diseño: Iván Pizarro Mori, Lilibeth C. Roman Meza
Revisor: M.Sc. Vitoly Becerra Montalvo
Fuente: Elaboración propia
La información gráfica de parcelas fue extractada a partir de la información recolectada en campo, la cual fue levantada con GPS navegador satelital y procesada en software GIS. La información correspondiente a la ubicación regional, provincial y distrital fue extraída de los datos del geoservidor del INEI. Así mismo se hizo uso de de imágenes satelitales para el procesamiento de curvas de nivel y plano topográfico.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

Proyecto: "RENDIMIENTO DE MADERA DE Cordia alliodora (Ruiz y Pav.) Oken, USANDO MOTOSIERRA EN EL ASERRÍO DE PLANTACIONES AGROFORESTALES DE SAN IGNACIO"
Mapa: MAPA PERIMETRICO PARCELA EL MANGO
Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
Sistema de Proyección: Transversa Mercator
Datum: WGS 1984

Departamento: CAJAMARCA
Provincia: SAN IGNACIO
Distrito: TABACONAS
Escala: 1:2,000
Fecha: JUNIO 2022
Carrera: PM-01

Anexo 3. Fichas para levantamiento de datos en campo.

Tabla 18

Ficha de registro de censo forestal.

FICHA DE INVENTARIO DE ÁRBOL EN PIE

PRODUCTOR: ……. **NOMBRE DE PARCELA: …….** **TIPO DE SIEMBRA: ……..**

REGISTRADOR: …… **LOCALIDAD: …….**
FECHA: ……

N°	NOMBRE PRODUCTOR	CODIGO ARBOL	NOMBRE PARCELA	TIPO SIEMBRA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	CAP (Cm)	ALTURA TOTAL (m)	ALTURA COMERCIAL (m)	SANIDAD ARBOL	TIPO FUSTE	EDAD ARBOL	DAP (m)
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

Anexo 4. Ficha de inventario de árbol apeado.

Tabla 19

Ficha de registro de árbol apeado.

FICHA DE INVENTARIO DE ÁRBOL APEADO

PRODUCTOR: ……. **NOMBRE DE PARCELA: …….** **TIPO DE SIEMBRA: …….**

REGISTRADOR: …… **LOCALIDAD: …….**

FECHA:……

N°	PRODUCTOR	PARCELA	ESPECIE NOMBRE COMUN	FECHA DE APEO	CÓDIGO ÁRBOL	CAP (cm)	TOCÓN (cm)		CIRCUNFERENCIAS DE SECCIONES DE UN METRO DE LONGITUD (cm)		SECCIÓN FINAL (cm)		LONG FUSTE COMERCIAL (m)	LONG TOTAL (m)
							CT	H			CF	L		
1									C1	C11				
									C2	C12				
									C3	C13				
									C4	C14				
									C5	C15				
									C6	C16				
									C7	C17				
									C8	C18				
									C9	C19				

Anexo 5. Ficha de inventario de troza

Tabla 20

Ficha de registro de madera rolliza.

FICHA DE INVENTARIO DE TROZA

PRODUCTOR: ..... NOMBRE DE PARCELA: ..... TIPO DE SIEMBRA: .....

REGISTRADOR: ..... LOCALIDAD: ..... FECHA:.....

N°	CODIGO TROZA	CODIGO ARBOL	D - DIAMETRO MAYOR (cm)		d - DIAMETRO MENOR (cm)		LONGITUD (m)	HUECO (cm)		GRIETA (cm)		RAJADURA (cm)		CURVATURA (cm)	
			D1	D2	d1	d2		DIAMETRO	LONGITUD	PROFUNDIDAD	LONGITUD	ABERTURA	LONGITUD	ALTURA	LONGITUD
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															

Anexo 6. *Ficha de registro de madera aserrada.*

CODIGO DE TROZA: ...../					
N°	**ESPESOR (mm)**	**ANCHO (cm)**	**LARGO (m)**	**CATEGORIA**	**OBSERVACIÓN**
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

Anexo 7. *Árboles seleccionados como muestra*

N°	Nombre Productor	Código Árbol	Nombre Parcela	Tipo Siembra	Nombre Común	Cap (Cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Sanidad Árbol	Tipo Fuste	Edad Árbol	Dap (m)
1	Alejandro Melendres Ojeda	639	El Mango	Agroforestal	Laurel	125.00 Cm	19.00 m	14.00 m	Sano	Recto	15 años	0.3979 m
2	Alejandro Melendres Ojeda	722	El Mango	Agroforestal	Laurel	121.00 Cm	19.00 m	9.00 m	Sano	Recto	17 años	0.3852 m
3	Alejandro Melendres Ojeda	723	El Mango	Agroforestal	Laurel	119.00 Cm	21.00 m	13.00 m	Sano	Recto	17 años	0.3788 m
4	Alejandro Melendres Ojeda	724	El Mango	Agroforestal	Laurel	100.00 Cm	19.00 m	13.00 m	Sano	Recto	17 años	0.3183 m
5	Alejandro Melendres Ojeda	733	El Mango	Agroforestal	Laurel	181.00 Cm	21.00 m	12.00 m	Enfermo	Torcido	25 años	0.5761 m
6	Alejandro Melendres Ojeda	739	El Mango	Agroforestal	Laurel	131.00 Cm	19.00 m	14.00 m	Sano	Recto	15 años	0.4170 m
7	Alejandro Melendres Ojeda	742	El Mango	Agroforestal	Laurel	102.00 Cm	17.00 m	13.00 m	Sano	Recto	15 años	0.3247 m
8	Alejandro Melendres Ojeda	745	El Mango	Agroforestal	Laurel	121.00 Cm	15.00 m	10.00 m	Sano	Recto	17 años	0.3852 m
9	Alejandro Melendres Ojeda	747	El Mango	Agroforestal	Laurel	125.00 Cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	17 años	0.3979 m
10	Alejandro Melendres Ojeda	749	El Mango	Agroforestal	Laurel	131.00 Cm	17.00 m	8.00 m	Sano	Recto	17 años	0.4170 m
11	Alejandro Melendres Ojeda	769	El Mango	Agroforestal	Laurel	107.00 Cm	19.00 m	11.00 m	Enfermo	Recto	15 años	0.3406 m
12	Alejandro Melendres Ojeda	775	El Mango	Agroforestal	Laurel	128.00 Cm	20.00 m	11.00 m	Sano	Recto	20 años	0.4074 m
13	Alejandro Melendres Ojeda	792	El Mango	Agroforestal	Laurel	115.00 Cm	15.00 m	9.00 m	Sano	Recto	13 años	0.3661 m
14	Edmundo Melendres Ojeda	001	La Loma	Agroforestal	Laurel	126.00 Cm	27.50 m	28.50 m	Sano	Recto	15 años	0.4011 m
15	Edmundo Melendres Ojeda	011	La Loma	Agroforestal	Laurel	69.00 Cm	13.00 m	8.50 m	Sano	Recto	13 años	0.2196 m
16	Edmundo Melendres Ojeda	012	La Loma	Agroforestal	Laurel	71.00 Cm	14.50 m	9.00 m	Sano	Recto	13 años	0.2260 m
17	Edmundo Melendres Ojeda	013	La Loma	Agroforestal	Laurel	170.00 Cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	13 años	0.5411 m
18	Edmundo Melendres Ojeda	052	La Loma	Agroforestal	Laurel	120.00 Cm	17.00 m	11.00 m	Sano	Recto	15 años	0.3820 m
19	Edmundo Melendres Ojeda	139	La Loma	Agroforestal	Laurel	139.00 Cm	28.00 m	17.50 m	Sano	Recto	15 años	0.4425 m

N°	Nombre Productor	Código Árbol	Nombre Parcela	Tipo Siembra	Nombre Común	Cap (Cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Sanidad Árbol	Tipo Fuste	Edad Árbol	Dap (m)
20	Edmundo Melendres Ojeda	194	La Loma	Agroforestal	Laurel	120.00 Cm	22.50 m	16.50 m	Sano	Recto	10 años	0.3820 m
21	Edmundo Melendres Ojeda	284	La Loma	Agroforestal	Laurel	60.00 Cm	8.50 m	5.00 m	Sano	Recto	10 años	0.1910 m
22	Edmundo Melendres Ojeda	288	La Loma	Agroforestal	Laurel	129.00 Cm	17.00 m	9.50 m	Sano	Recto	10 años	0.4106 m
23	José Melendres Ojeda	010	El Chontal	Agroforestal	Laurel	103.00 Cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	18 años	0.3279 m
24	José Melendres Ojeda	019	El Chontal	Agroforestal	Laurel	135.00 Cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	18 años	0.4297 m
25	José Melendres Ojeda	028	El Chontal	Agroforestal	Laurel	140.00 Cm	13.50 m	12.50 m	Sano	Recto	18 años	0.4456 m
26	José Melendres Ojeda	029	El Chontal	Agroforestal	Laurel	135.00 Cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	18 años	0.4297 m
27	José Melendres Ojeda	033	El Chontal	Agroforestal	Laurel	134.00 Cm	15.00 m	13.50 m	Sano	Recto	20 años	0.4265 m
28	José Melendres Ojeda	054	El Chontal	Agroforestal	Laurel	134.00 Cm	13.50 m	12.50 m	Sano	Recto	16 años	0.4265 m
29	José Melendres Ojeda	055	El Chontal	Agroforestal	Laurel	155.00 Cm	16.50 m	15.50 m	Sano	Recto	16 años	0.4934 m
30	José Melendres Ojeda	056	El Chontal	Agroforestal	Laurel	101.00 Cm	16.00 m	15.00 m	Sano	Recto	16 años	0.3215 m
31	José Melendres Ojeda	057	El Chontal	Agroforestal	Laurel	89.00 Cm	11.50 m	10.50 m	Sano	Recto	16 años	0.2833 m
32	José Melendres Ojeda	058	El Chontal	Agroforestal	Laurel	135.00 Cm	12.50 m	11.50 m	Sano	Recto	17 años	0.4297 m
33	José Melendres Ojeda	066	El Chontal	Agroforestal	Laurel	107.00 Cm	15.50 m	14.50 m	Sano	Recto	15 años	0.3406 m
34	José Melendres Ojeda	068	El Chontal	Agroforestal	Laurel	120.00 Cm	15.50 m	10.50 m	Sano	Recto	15 años	0.3820 m
35	José Melendres Ojeda	071	El Chontal	Agroforestal	Laurel	80.00 Cm	13.00 m	12.50 m	Sano	Recto	15 años	0.2546 m
36	José Melendres Ojeda	083	El Chontal	Agroforestal	Laurel	80.00 Cm	10.50 m	9.50 m	Sano	Recto	15 años	0.2546 m
37	José Melendres Ojeda	086	El Chontal	Agroforestal	Laurel	66.00 Cm	8.50 m	6.50 m	Sano	Recto	15 años	0.2101 m

Anexo 8. Base de datos con las variables consideradas para el estudio.

N°	Nombre de la parcela	Código árbol	V: Volumen (m3)	H: Altura comercial (m)	D: DAP (m)	V_troza: Volumen Troza (m^3)	V_cuartón: Volumen cuartón (m^3)
1	La Loma	194	0.6542	16.5	0.3820	0.5058	0.2017
2	La Loma	284	2.0546	5	0.5093	2.0034	0.7514
3	La Loma	288	0.7735	9.5	0.4106	0.7223	0.2820
4	La Loma	1	0.9440	28.5	0.4011	0.7507	0.2588
5	La Loma	139	1.3176	17.5	0.4425	1.3647	0.4387
6	La Loma	13	1.8697	11	0.5411	1.6872	0.5673
7	La Loma	11	0.9335	8.5	0.2196	0.8633	0.3127
8	La Loma	12	0.3092	9	0.2260	0.4679	0.1275
9	La Loma	52	0.9457	11	0.3820	0.7014	0.2869
10	El Mango	722	0.8048	9	0.3852	0.8406	0.2843
11	El Mango	723	1.0552	13	0.3788	0.9429	0.3448
12	El Mango	724	0.7632	13	0.3183	0.5725	0.2265
13	El Mango	639	1.3821	14	0.3979	1.0189	0.3322
14	El Mango	742	0.5281	13	0.3247	0.4476	0.1859
15	El Mango	739	1.4202	14	0.4170	1.0772	0.4546
16	El Mango	769	0.7666	11	0.3406	0.6649	0.2864
17	El Mango	745	1.0142	10	0.3852	0.8965	0.2557
18	El Mango	792	0.8455	9	0.3661	0.7090	0.3117
19	El Mango	747	0.8996	11	0.3979	0.6830	0.2828

N°	Nombre de la parcela	Código árbol	V: Volumen (m3)	H: Altura comercial (m)	D: DAP (m)	V_troza: Volumen Troza (m^3)	V_cuartón: Volumen cuartón (m^3)
20	El Mango	749	0.7581	8	0.4170	0.8134	0.2518
21	El Mango	775	0.8813	11	0.4074	0.7533	0.2891
22	El Mango	733	1.9818	12	0.5761	2.3161	0.7283
23	El Chontal	68	0.5660	10.5	0.3820	0.6253	0.2025
24	El Chontal	66	0.3194	14.5	0.3406	0.2547	0.1213
25	El Chontal	71	0.7391	12.5	0.2546	0.5320	0.2905
26	El Chontal	86	0.5339	6.5	0.2101	0.5357	0.2314
27	El Chontal	83	0.2508	9.5	0.2546	0.1773	0.0673
28	El Chontal	57	0.2310	10.5	0.2833	0.1871	0.0479
29	El Chontal	58	0.7340	11.5	0.4297	0.4034	0.1158
30	El Chontal	56	0.4826	15	0.3215	0.4246	0.1892
31	El Chontal	55	0.8732	15.5	0.4934	0.6895	0.2283
32	El Chontal	54	1.2651	12.5	0.4265	1.0605	0.4217
33	El Chontal	19	0.8313	15.5	0.4297	0.6571	0.2601
34	El Chontal	10	0.6551	15.5	0.3279	0.6704	0.2278
35	El Chontal	29	0.7871	14.5	0.4297	0.7196	0.3199
36	El Chontal	33	0.7649	13.5	0.4265	1.0725	0.3143
37	El Chontal	28	1.1825	12.5	0.4456	1.0627	0.3549

Anexo 9. Procesamiento de datos estadísticos.

Tabla 1. *Factor de forma y clase diamétrica por árbol.*

N°	Nombre de la parcela	Código árbol	FF: Factor Forma	Clase DAP (cm)
1	La Loma	194	0.7737	[35 - 40>
2	La Loma	284	0.5299	[50 - 55>
3	La Loma	288	0.6362	[40 - 45>
4	La Loma	1	0.5501	[40 - 45>
5	La Loma	139	0.4595	[40 - 45>
6	La Loma	13	0.6780	[50 - 55>
7	La Loma	11	0.6211	[20 - 25>
8	La Loma	12	0.4278	[20 - 25>
9	La Loma	52	0.4838	[35 - 40>
10	El Mango	722	0.3423	[35 - 40>
11	El Mango	723	0.7281	[35 - 40>
12	El Mango	724	0.4052	[30 - 35>
13	El Mango	639	0.6312	[35 - 40>
14	El Mango	742	0.2852	[30 - 35>
15	El Mango	739	0.5060	[40 - 45>
16	El Mango	769	0.5269	[30 - 35>
17	El Mango	745	0.4525	[35 - 40>
18	El Mango	792	0.5773	[35 - 40>
19	El Mango	747	0.6228	[35 - 40>
20	El Mango	749	0.6049	[40 - 45>
21	El Mango	775	0.4796	[40 - 45>
22	El Mango	733	0.5450	[55 +
23	El Chontal	68	0.6716	[35 - 40>
24	El Chontal	66	0.3709	[30 - 35>
25	El Chontal	71	0.6299	[25 - 30>
26	El Chontal	86	0.6568	[20 - 25>
27	El Chontal	83	0.9096	[25 - 30>
28	El Chontal	57	0.7943	[25 - 30>
29	El Chontal	58	0.4321	[40 - 45>
30	El Chontal	56	0.6814	[30 - 35>

N°	Nombre de la parcela	Código árbol	FF: Factor Forma	Clase DAP (cm)
31	El Chontal	55	0.7784	[45 - 50>
32	El Chontal	54	0.4411	[40 - 45>
33	El Chontal	19	0.4117	[40 - 45>
34	El Chontal	10	0.5926	[30 - 35>
35	El Chontal	29	0.4971	[40 - 45>
36	El Chontal	33	0.6151	[40 - 45>
37	El Chontal	28	0.6324	[40 - 45>
		Promedio (F)		0.5671

Tabla 2. *Base consolidada incluyendo las variables calculadas.*

N°	Nombre de parcela	Código árbol	V: Volumen(m^3)	H: Altura Comercial(m)	D: DAP (m)	Volumen Troza (m^3)	Volumen cuartón (m^3)	FF: Factor Forma	Clase DAP (cm)	AB: Área Basal	Ln(V)	Ln(H)	Ln(D)	Ln(FF* D2*H)
1	La Loma	194	0.6542	16.5	0.3820	0.5058	0.2017	0.7737	[35 - 40>	0.1146	-0.4244	2.8034	-0.9624	0.8373
2	La Loma	284	2.0546	5	0.5093	2.0034	0.7514	0.5299	[50 - 55>	0.2037	0.7201	1.6094	-0.6747	0.2188
3	La Loma	288	0.7735	9.5	0.4106	0.7223	0.2820	0.6362	[40 - 45>	0.1324	-0.2568	2.2513	-0.8901	0.4299
4	La Loma	1	0.9440	28.5	0.4011	0.7507	0.2588	0.5501	[40 - 45>	0.1263	-0.0577	3.3499	-0.9136	1.4814
5	La Loma	139	1.3176	17.5	0.4425	1.3647	0.4387	0.4595	[40 - 45>	0.1538	0.2758	2.8622	-0.8154	1.1901
6	La Loma	13	1.8697	11	0.5411	1.6872	0.5673	0.6780	[50 - 55>	0.2300	0.6258	2.3979	-0.6141	1.1285
7	La Loma	11	0.9335	8.5	0.2196	0.8633	0.3127	0.6211	[20 - 25>	0.0379	-0.0688	2.1401	-1.5158	-0.9327
8	La Loma	12	0.3092	9	0.2260	0.4679	0.1275	0.4278	[20 - 25>	0.0401	-1.1737	2.1972	-1.4872	-0.8184
9	La Loma	52	0.9457	11	0.3820	0.7014	0.2869	0.4838	[35 - 40>	0.1146	-0.0558	2.3979	-0.9624	0.4319
10	El Mango	722	0.8048	9	0.3852	0.8406	0.2843	0.3423	[35 - 40>	0.1165	-0.2171	2.1972	-0.9541	0.2478
11	El Mango	723	1.0552	13	0.3788	0.9429	0.3448	0.7281	[35 - 40>	0.1127	0.0537	2.5649	-0.9708	0.5822
12	El Mango	724	0.7632	13	0.3183	0.5725	0.2265	0.4052	[30 - 35>	0.0796	-0.2702	2.5649	-1.1447	0.2343
13	El Mango	639	1.3821	14	0.3979	1.0189	0.3322	0.6312	[35 - 40>	0.1243	0.3236	2.6391	-0.9216	0.7547
14	El Mango	742	0.5281	13	0.3247	0.4476	0.1859	0.2852	[30 - 35>	0.0828	-0.6384	2.5649	-1.1249	0.2739
15	El Mango	739	1.4202	14	0.4170	1.0772	0.4546	0.5060	[40 - 45>	0.1366	0.3508	2.6391	-0.8747	0.8484

N°	Nombre de parcela	Códig oárbol	V: Volumen (m^3)	H: Altura Comercial (m)	D: DAP (m)	Volumen Troza(m^3)	Volumen cuartón (m^3)	FF: Factor Forma	Clase DAP (cm)	AB: Área Basal	Ln(V)	Ln(H)	Ln(D)	Ln(FF* D2*H)
16	El Mango	769	0.7666	11	0.3406	0.6649	0.2864	0.5269	[30 - 35>	0.0911	- 0.2658	2.3979	-1.0771	0.2025
17	El Mango	745	1.0142	10	0.3852	0.8965	0.2557	0.4525	[35 - 40>	0.1165	0.0141	2.3026	-0.9541	0.3531
18	El Mango	792	0.8455	9	0.3661	0.7090	0.3117	0.5773	[35 - 40>	0.1052	-0.1678	2.1972	-1.0050	0.1461
19	El Mango	747	0.8996	11	0.3979	0.6830	0.2828	0.6228	[35 - 40>	0.1243	-0.1058	2.3979	-0.9216	0.5135
20	El Mango	749	0.7581	8	0.4170	0.8134	0.2518	0.6049	[40 - 45>	0.1366	-0.2769	2.0794	-0.8747	0.2888
21	El Mango	775	0.8813	11	0.4074	0.7533	0.2891	0.4796	[40 - 45>	0.1304	- 0.1263	2.3979	-0.8979	0.5609
22	El Mango	733	1.9818	12	0.5761	2.3161	0.7283	0.5450	[55 +	0.2607	0.6840	2.4849	-0.5514	1.3409
23	El Chontal	68	0.5660	10.5	0.3820	0.6253	0.2025	0.6716	[35 - 40>	0.1146	-0.5692	2.3514	-0.9624	0.3853
24	El Chontal	66	0.3194	14.5	0.3406	0.2547	0.1213	0.3709	[30 - 35>	0.0911	-1.1413	2.6741	-1.0771	0.4788
25	El Chontal	71	0.7391	12.5	0.2546	0.5320	0.2905	0.6299	[25 - 30>	0.0509	-0.3024	2.5257	-1.3679	-0.2512
26	El Chontal	86	0.5339	6.5	0.2101	0.5357	0.2314	0.6568	[20 - 25>	0.0347	-0.6275	1.8718	-1.5602	-1.2899
27	El Chontal	83	0.2508	9.5	0.2546	0.1773	0.0673	0.9096	[25 - 30>	0.0509	- 1.3831	2.2513	-1.3679	-0.5257
28	El Chontal	57	0.2310	10.5	0.2833	0.1871	0.0479	0.7943	[25 - 30>	0.0630	-1.4654	2.3514	-1.2613	-0.2124
29	El Chontal	58	0.7340	11.5	0.4297	0.4034	0.1158	0.4321	[40 - 45>	0.1450	-0.3092	2.4423	-0.8446	0.7119
30	El Chontal	56	0.4826	15	0.3215	0.4246	0.1892	0.6814	[30 - 35>	0.0812	-0.7286	2.7081	-1.1348	0.3973
31	El Chontal	55	0.8732	15.5	0.4934	0.6895	0.2283	0.7784	[45 - 50>	0.1912	-0.1356	2.7408	-0.7065	1.2867
32	El Chontal	54	1.2651	12.5	0.4265	1.0605	0.4217	0.4411	[40 - 45>	0.1429	0.2352	2.5257	-0.8521	0.7804

N°	Nombre de parcela	Código árbol	V: Volumen (m^3)	H: Altura Comercial (m)	D: DAP (m)	Volumen Troza(m^3)	Volumen cuartón (m^3)	FF: Factor Forma	Clase DAP (cm)	AB: Área Basal	Ln(V)	Ln(H)	Ln(D)	Ln(FF* D2*H)
33	El Chontal	19	0.8313	15.5	0.4297	0.6571	0.2601	0.4117	[40 - 45>	0.1450	- 0.1848	2.7408	- 0.8446	1.0104
34	El Chontal	10	0.6551	15.5	0.3279	0.6704	0.2278	0.5926	[30 - 35>	0.0844	- 0.4230	2.7408	- 1.1152	0.4693
35	El Chontal	29	0.7871	14.5	0.4297	0.7196	0.3199	0.4971	[40 - 45>	0.1450	- 0.2394	2.6741	- 0.8446	0.9437
36	El Chontal	33	0.7649	13.5	0.4265	1.0725	0.3143	0.6151	[40 - 45>	0.1429	- 0.2680	2.6027	- 0.8521	0.8573
37	El Chontal	28	1.1825	12.5	0.4456	1.0627	0.3549	0.6324	[40 - 45>	0.1560	0.1677	2.5257	- 0.8083	0.8680

Tabla 3. *Tabla volumétrica para la estimación del volumen del árbol de C. alliodora.*

Ecuación con área basal:	V = 1.02194*AB*F*H																			Notas: F = 0.5670846										
D: DAP (cm)	ALTURA COMERCIAL (m)																													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
20	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55
21	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60
22	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66
23	0.05	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17	0.19	0.22	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.36	0.39	0.41	0.43	0.46	0.48	0.51	0.53	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.70	0.72
24	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.37	0.39	0.42	0.45	0.47	0.50	0.52	0.55	0.58	0.60	0.63	0.66	0.68	0.71	0.73	0.76	0.79
25	0.06	0.09	0.11	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.80	0.82	0.85
26	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.62	0.65	0.68	0.71	0.74	0.77	0.80	0.83	0.86	0.89	0.92
27	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30	0.33	0.36	0.40	0.43	0.46	0.50	0.53	0.56	0.60	0.63	0.66	0.70	0.73	0.76	0.80	0.83	0.86	0.90	0.93	0.96	1.00
28	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25	0.29	0.32	0.36	0.39	0.43	0.46	0.50	0.54	0.57	0.61	0.64	0.68	0.71	0.75	0.79	0.82	0.86	0.89	0.93	0.96	1.00	1.03	1.07
29	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.57	0.61	0.65	0.69	0.73	0.77	0.80	0.84	0.88	0.92	0.96	1.00	1.03	1.07	1.11	1.15
30	0.08	0.12	0.16	0.20	0.25	0.29	0.33	0.37	0.41	0.45	0.49	0.53	0.57	0.61	0.66	0.70	0.74	0.78	0.82	0.86	0.90	0.94	0.98	1.02	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23
31	0.09	0.13	0.17	0.22	0.26	0.31	0.35	0.39	0.44	0.48	0.52	0.57	0.61	0.66	0.70	0.74	0.79	0.83	0.87	0.92	0.96	1.01	1.05	1.09	1.14	1.18	1.22	1.27	1.31
32	0.09	0.14	0.19	0.23	0.28	0.33	0.37	0.42	0.47	0.51	0.56	0.61	0.65	0.70	0.75	0.79	0.84	0.89	0.93	0.98	1.03	1.07	1.12	1.17	1.21	1.26	1.31	1.35	1.40
33	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.59	0.64	0.69	0.74	0.79	0.84	0.89	0.94	0.99	1.04	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49
34	0.11	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.42	0.47	0.53	0.58	0.63	0.68	0.74	0.79	0.84	0.89	0.95	1.00	1.05	1.10	1.16	1.21	1.26	1.32	1.37	1.42	1.47	1.53	1.58
35	0.11	0.17	0.22	0.28	0.33	0.39	0.45	0.50	0.56	0.61	0.67	0.72	0.78	0.84	0.89	0.95	1.00	1.06	1.12	1.17	1.23	1.28	1.34	1.39	1.45	1.51	1.56	1.62	1.67
36	0.12	0.18	0.24	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53	0.59	0.65	0.71	0.77	0.83	0.88	0.94	1.00	1.06	1.12	1.18	1.24	1.30	1.36	1.42	1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.77
37	0.12	0.19	0.25	0.31	0.37	0.44	0.50	0.56	0.62	0.69	0.75	0.81	0.87	0.93	1.00	1.06	1.12	1.18	1.25	1.31	1.37	1.43	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.81	1.87
38	0.13	0.20	0.26	0.33	0.39	0.46	0.53	0.59	0.66	0.72	0.79	0.85	0.92	0.99	1.05	1.12	1.18	1.25	1.31	1.38	1.45	1.51	1.58	1.64	1.71	1.77	1.84	1.91	1.97

Ecuación con área basal: **V = 1.02194*AB*F*H** **Notas:** **F = 0.5670846**

D: DAP (cm)	ALTURA COMERCIAL (m)																												
	2	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
39	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.48	0.55	0.62	0.69	0.76	0.83	0.90	0.97	1.04	1.11	1.18	1.25	1.32	1.38	1.45	1.52	1.59	1.66	1.73	1.80	1.87	1.94	2.01	2.08
40	0.15	0.22	0.29	0.36	0.44	0.51	0.58	0.66	0.73	0.80	0.87	0.95	1.02	1.09	1.17	1.24	1.31	1.38	1.46	1.53	1.60	1.67	1.75	1.82	1.89	1.97	2.04	2.11	2.18
41	0.15	0.23	0.31	0.38	0.46	0.54	0.61	0.69	0.77	0.84	0.92	0.99	1.07	1.15	1.22	1.30	1.38	1.45	1.53	1.61	1.68	1.76	1.84	1.91	1.99	2.07	2.14	2.22	2.30
42	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	1.04	1.12	1.20	1.28	1.36	1.45	1.53	1.61	1.69	1.77	1.85	1.93	2.01	2.09	2.17	2.25	2.33	2.41
43	0.17	0.25	0.34	0.42	0.50	0.59	0.67	0.76	0.84	0.93	1.01	1.09	1.18	1.26	1.35	1.43	1.51	1.60	1.68	1.77	1.85	1.94	2.02	2.10	2.19	2.27	2.36	2.44	2.52
44	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.62	0.70	0.79	0.88	0.97	1.06	1.15	1.23	1.32	1.41	1.50	1.59	1.67	1.76	1.85	1.94	2.03	2.11	2.20	2.29	2.38	2.47	2.56	2.64
45	0.18	0.28	0.37	0.46	0.55	0.65	0.74	0.83	0.92	1.01	1.11	1.20	1.29	1.38	1.47	1.57	1.66	1.75	1.84	1.94	2.03	2.12	2.21	2.30	2.40	2.49	2.58	2.67	2.77
46	0.19	0.29	0.39	0.48	0.58	0.67	0.77	0.87	0.96	1.06	1.16	1.25	1.35	1.44	1.54	1.64	1.73	1.83	1.93	2.02	2.12	2.22	2.31	2.41	2.50	2.60	2.70	2.79	2.89
47	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.01	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61	1.71	1.81	1.91	2.01	2.11	2.21	2.31	2.41	2.51	2.61	2.71	2.82	2.92	3.02
48	0.21	0.31	0.42	0.52	0.63	0.73	0.84	0.94	1.05	1.15	1.26	1.36	1.47	1.57	1.68	1.78	1.89	1.99	2.10	2.20	2.31	2.41	2.52	2.62	2.73	2.83	2.94	3.04	3.15
49	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.76	0.87	0.98	1.09	1.20	1.31	1.42	1.53	1.64	1.75	1.86	1.97	2.08	2.19	2.29	2.40	2.51	2.62	2.73	2.84	2.95	3.06	3.17	3.28
50	0.23	0.34	0.46	0.57	0.68	0.80	0.91	1.02	1.14	1.25	1.37	1.48	1.59	1.71	1.82	1.93	2.05	2.16	2.28	2.39	2.50	2.62	2.73	2.84	2.96	3.07	3.19	3.30	3.41
51	0.24	0.36	0.47	0.59	0.71	0.83	0.95	1.07	1.18	1.30	1.42	1.54	1.66	1.78	1.89	2.01	2.13	2.25	2.37	2.49	2.60	2.72	2.84	2.96	3.08	3.20	3.31	3.43	3.55
52	0.25	0.37	0.49	0.62	0.74	0.86	0.98	1.11	1.23	1.35	1.48	1.60	1.72	1.85	1.97	2.09	2.22	2.34	2.46	2.58	2.71	2.83	2.95	3.08	3.20	3.32	3.45	3.57	3.69
53	0.26	0.38	0.51	0.64	0.77	0.89	1.02	1.15	1.28	1.41	1.53	1.66	1.79	1.92	2.05	2.17	2.30	2.43	2.56	2.68	2.81	2.94	3.07	3.20	3.32	3.45	3.58	3.71	3.84
54	0.27	0.40	0.53	0.66	0.80	0.93	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59	1.73	1.86	1.99	2.12	2.26	2.39	2.52	2.65	2.79	2.92	3.05	3.19	3.32	3.45	3.58	3.72	3.85	3.98
55	0.28	0.41	0.55	0.69	0.83	0.96	1.10	1.24	1.38	1.51	1.65	1.79	1.93	2.07	2.20	2.34	2.48	2.62	2.75	2.89	3.03	3.17	3.30	3.44	3.58	3.72	3.86	3.99	4.13
56	0.29	0.43	0.57	0.71	0.86	1.00	1.14	1.28	1.43	1.57	1.71	1.86	2.00	2.14	2.28	2.43	2.57	2.71	2.85	3.00	3.14	3.28	3.43	3.57	3.71	3.85	4.00	4.14	4.28
57	0.30	0.44	0.59	0.74	0.89	1.04	1.18	1.33	1.48	1.63	1.77	1.92	2.07	2.22	2.37	2.51	2.66	2.81	2.96	3.11	3.25	3.40	3.55	3.70	3.84	3.99	4.14	4.29	4.44
58	0.31	0.46	0.61	0.77	0.92	1.07	1.22	1.38	1.53	1.68	1.84	1.99	2.14	2.30	2.45	2.60	2.76	2.91	3.06	3.22	3.37	3.52	3.67	3.83	3.98	4.13	4.29	4.44	4.59
59	0.32	0.48	0.63	0.79	0.95	1.11	1.27	1.43	1.58	1.74	1.90	2.06	2.22	2.38	2.54	2.69	2.85	3.01	3.17	3.33	3.49	3.64	3.80	3.96	4.12	4.28	4.44	4.59	4.75
60	0.33	0.49	0.66	0.82	0.98	1.15	1.31	1.47	1.64	1.80	1.97	2.13	2.29	2.46	2.62	2.79	2.95	3.11	3.28	3.44	3.60	3.77	3.93	4.10	4.26	4.42	4.59	4.75	4.92

Tabla 3

Estimación del volumen inicial, volumen de troza y cuartón: coeficientes de rendimiento de C. alliodora.

N°	Parcela	Código árbol	V: Volumen (m3)	Volumen estimado	V_troza: Volumen Troza (m^3)	Volumen Troza estimado	V_cuartón: Volumen cuartón (m^3)	Volumen cuartón estimado
			V = 1.02194*AB*F*H		CR = 92.102%		CR = 35.511%	
1	La Loma	194	0.6542	1.0958	0.5058	1.0092	0.2017	0.3584
2	La Loma	284	2.0546	0.5903	2.0034	0.5437	0.7514	0.1931
3	La Loma	288	0.7735	0.7291	0.7223	0.6715	0.2820	0.2385
4	La Loma	1	0.9440	2.0867	0.7507	1.9219	0.2588	0.6825
5	La Loma	139	1.3176	1.5593	1.3647	1.4362	0.4387	0.5100
6	La Loma	13	1.8697	1.4661	1.6872	1.3503	0.5673	0.4795
7	La Loma	11	0.9335	0.1866	0.8633	0.1719	0.3127	0.0610
8	La Loma	12	0.3092	0.2092	0.4679	0.1927	0.1275	0.0684
9	La Loma	52	0.9457	0.7305	0.7014	0.6728	0.2869	0.2389
10	El Mango	722	0.8048	0.6077	0.8406	0.5597	0.2843	0.1988
11	El Mango	723	1.0552	0.8490	0.9429	0.7819	0.3448	0.2777
12	El Mango	724	0.7632	0.5995	0.5725	0.5522	0.2265	0.1961
13	El Mango	639	1.3821	1.0088	1.0189	0.9291	0.3322	0.3299
14	El Mango	742	0.5281	0.6237	0.4476	0.5745	0.1859	0.2040
15	El Mango	739	1.4202	1.1080	1.0772	1.0205	0.4546	0.3624
16	El Mango	769	0.7666	0.5808	0.6649	0.5349	0.2864	0.1900
17	El Mango	745	1.0142	0.6752	0.8965	0.6219	0.2557	0.2208

N°	Parcela	Código árbol	V: Volumen (m3)	Volumen estimado	V_troza: Volumen Troza (m^3)	Volumen Troza estimado	V_cuartón: Volumen cuartón (m^3)	Volumen cuartón estimado
			V = 1.02194*AB*F*H		CR = 92.102%		CR = 35.511%	
18	El Mango	792	0.8455	0.5489	0.7090	0.5056	0.3117	0.1795
19	El Mango	747	0.8996	0.7926	0.6830	0.7300	0.2828	0.2592
20	El Mango	749	0.7581	0.6331	0.8134	0.5831	0.2518	0.2071
21	El Mango	775	0.8813	0.8311	0.7533	0.7655	0.2891	0.2718
22	El Mango	733	1.9818	1.8130	2.3161	1.6698	0.7283	0.5930
23	El Chontal	68	0.5660	0.6973	0.6253	0.6422	0.2025	0.2281
24	El Chontal	66	0.3194	0.7656	0.2547	0.7051	0.1213	0.2504
25	El Chontal	71	0.7391	0.3689	0.5320	0.3398	0.2905	0.1207
26	El Chontal	86	0.5339	0.1306	0.5357	0.1203	0.2314	0.0427
27	El Chontal	83	0.2508	0.2804	0.1773	0.2582	0.0673	0.0917
28	El Chontal	57	0.2310	0.3836	0.1871	0.3533	0.0479	0.1254
29	El Chontal	58	0.7340	0.9666	0.4034	0.8902	0.1158	0.3161
30	El Chontal	56	0.4826	0.7057	0.4246	0.6499	0.1892	0.2308
31	El Chontal	55	0.8732	1.7174	0.6895	1.5817	0.2283	0.5617
32	El Chontal	54	1.2651	1.0351	1.0605	0.9534	0.4217	0.3385
33	El Chontal	19	0.8313	1.3028	0.6571	1.1999	0.2601	0.4261
34	El Chontal	10	0.6551	0.7584	0.6704	0.6985	0.2278	0.2480
35	El Chontal	29	0.7871	1.2187	0.7196	1.1225	0.3199	0.3986
36	El Chontal	33	0.7649	1.1179	1.0725	1.0296	0.3143	0.3656