



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

**“CARACTERÍSTICAS DE LAS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS DE
COMBUSTIBLES SÓLIDOS DE TRES ESPECIES DEL BOSQUE
VARILLAL DE NINA RUMI, LORETO-PERÚ, 2020”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:
CHRISTIAN ORLANDO PÉREZ VERA**

**ASESOR:
Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ
2022**



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 021-CTG-FCF-UNAP-2022

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 25 días del mes de mayo del 2022, a horas 09:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis titulada: "CARACTERÍSTICAS DE LAS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS DE TRES ESPECIES DEL BOSQUE VARILLAL DE NINA RUMI, LORETO-PERÚ, 2020", aprobada con R.D. Nº 0313-2020-FCF-UNAP, presentada por el bachiller CHRISTIAN ORLANDO PÉREZ VERA, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. Nº 0106-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Ronald Manuel Panduro Tejada, Dr.	: Presidente
Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.	: Miembro
Ing. Jarlín Arellano Valderrama, M.Sc.	: Miembro
Ing. Abrahan Cabudivo Moena, Dr.	: Asesor

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: **SATISFACTORIAMENTE**

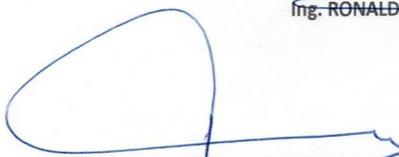
El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis han sido: **APROBADO** con la calificación **BUENO**

Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Siendo las **10:30 am.** Se dio por terminado el acto **ACADEMICO**


Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
Presidente


Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.
Miembro


Ing. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA, M.Sc.
Miembro

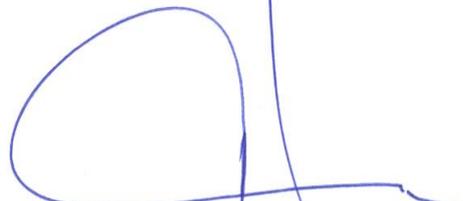

Ing. ABRAHAN CABUDIVÓ MOENA, Dr.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

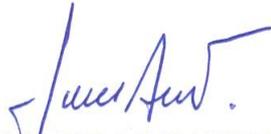
JURADO Y ASESOR



ING. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA
Reg. CIP N° 35493
Presidente



ING. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA
CIP N° 44895
Miembro



ING. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA
Reg. CIP N° 65945
Miembro



ING. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.
Reg. CIP N° 40295
ASESOR



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
53469833

Fecha de comprobación:
14.10.2021 15:44:50 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
14.10.2021 18:20:27 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: TESIS RESUMEN CHRISTIN PEREZ VERA

Recuento de páginas: 36 Recuento de palabras: 7201 Recuento de caracteres: 43964 Tamaño de archivo: 452.83 KB ID de archivo: 6438

14.2% de Coincidencias

La coincidencia más alta: 6.12% con la fuente de Internet (<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3853/G...>)

14.2% Fuentes de Internet 504 Página 38

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

19.5% de Citas

Citas 25 Página 39

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi madre,
pues, sin ella no lo habría logrado. Tu bendición a diario
a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien.
Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige a quienes han forjado mi camino, mis hijas Christina y Paris, mi madre Olinda, mi novia Joyce, pus, ellas me han dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez. Son ustedes quienes guían mis pasos y el destino de mi vida.

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACION	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO	3
1.1. Antecedentes del estudio	3
1.2. Bases teoricas	6
1.3. Definicion de terminos basicos	8
CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES	10
2.1. Formulacion de la hipotesis	10
2.2. Variables y su operacionales	10
CAPITULO III: METODOLOGIA	11
3.1. Tipo y diseño	11
3.2. Diseño muestral	11

3.3.	Procedimientos de recolección de datos	11
3.4.	Procesamiento y análisis de datos	15
CAPITULO IV: RESULTADOS		17
4.1	Rendimiento de las alternativas energéticas madera tostada y carbón del bosque varillal de Nina rumi	17
4.2	Densidad aparente de la madera tostada y carbón de tres especies del bosque varillal de Nina rumi	20
4.3	Carbono fijo de madera tostada y carbón de tres especies del bosque varillal de Nina rumi	23
4.4	Poder calorífico de la madera tostada y carbón de tres especies del bosque varillal de Nina rumi	26
CAPITULO V : DISCUSION		30
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		33
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES		35
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION		36
ANEXOS		39
1.	Mapa de ubicación de la zona de muestreo, zona de Nina rumi	40
2.	Ubicación de las especies a investigar	41
3.	Toma de datos para obtención de madera tostada y su rendimiento	42
4	Toma de datos para obtención de carbón y su rendimiento	43
5	Calculo carbono fijo y poder calorífico de la madera tostada y carbón	44
6	Análisis inmediato del carbón	45
7	Tabla de valores calculados de A para diversas relaciones V/V*C	47
8	Constancia de especies identificadas	48

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
1	Rendimiento de la madera tostada y carbón del bosque varillal	18
2	Análisis de varianza del rendimiento de madera tostada-Tukey-Bonferroni	19
3	Análisis de varianza del rendimiento de carbón-Tukey-Bonferroni	19
4	Densidad aparente de la madera tostada y carbón del bosque varillal	18
5	Análisis de varianza de la densidad aparente madera tostada Prueba de Tukey-Bonferroni	22
6	Análisis de varianza de la densidad aparente carbón-Prueba de Tukey-Boferroni	22
7	Carbono fijo de madera tostada y carbón de bosque varillal	24
8	Análisis de varianza del carbono fijo de madera tostada-Prueba de Tukey-Bonferroni	25
9	Análisis de varianza del carbono fijo de carbón-Prueba de Tukey-Bonferroni	25
10	Poder calorífico de madera tostada y carbón del bosque varillal	27
11	Análisis de varianza del poder calorífico de madera tostada-Prueba de Tukey-Bonferroni	28
12	Análisis de varianza del poder calorífico del carbón-Prueba de Tukey-Bonferroni	28
13	Correlación entre la densidad básica de la madera y el rendimiento madera tostada, carbón, poder calorífico	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág.
1	Rendimiento de madera tostada y carbón de tres especies de varillal	18
2	Densidad aparente madera tostada y carbón de tres especies de varillal	21
3	Carbono fijo de madera tostada y carbón de tres especies de varillal	24
4	Poder calorífico de madera tostada y carbón de tres especies de varillal	27

RESUMEN

En el presente estudio se determinó las características de las alternativas energéticas de combustibles sólidos de *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. “shimbillo de varillal”, *Miconia poeppigii* Triana. “rifari” y *Hevea guianensis* Aubl. “shiringa” del bosque varillal de Nina rumi. Para obtener las muestras se realizó una selección del inventario de los bosques de varillal, se extrajo muestras de madera teniendo en cuenta las densidades básicas de la madera, luego transportadas al laboratorio de Química y Energía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales para los ensayos utilizando una mufla eléctrica de hasta 1200 °C de temperatura. Los datos obtenidos fueron calculados mediante fórmulas validadas. Los resultados muestran que los mayores rendimientos en madera tostada y carbón se ha determinado en *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. “shimbillo de varillal”, *Miconia poeppigii* Triana. “rifari” con 73,68%, y 72,83%; 41,35 % y 39,50 %, respectivamente. El mayor poder calorífico fue determinado en carbón de “shimbillo de varillal” con 8243,25 Kcal/Kg, seguido por “rifari” con 8186,29 Kcal/Kg. Comparando la diferencia de medias con la Prueba de Tukey y Bonferroni se ha determinado que no son significativo. Existe alta correlación positiva entre la densidad básica de la madera con la densidad aparente, rendimiento de madera tostada, carbón y el poder calorífico del carbón en las especies evaluadas. Realizar plantaciones energéticas con especies que tienen un mayor rendimiento de madera tostada y carbón, además, de poseer un mayor poder calorífico.

Palabras claves: Potencia energética, Bosque varillal, Usos, Madera

ABSTRACT

In the present study, the characteristics of the energetic alternatives of solid fuels of *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth were determined. "varillal shimbillo", *Miconia poeppigii* Triana. "rifari" and *Hevea guianensis* Aubl. "shiringa" from the varillal forest of Nina rumi. To obtain the samples, a selection of the inventory of the varillal forests was carried out, wood samples were extracted taking into account the basic densities of the wood, then transported to the laboratory of Chemistry and Wood Energy of the Faculty of Forestry Sciences for the tests using an electric muffle up to 1200 °C temperature. The data obtained were calculated using validated formulas. The results show that the highest yields in toasted wood and charcoal have been determined in *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. "varillal shimbillo", *Miconia poeppigii* Triana. "rifari" with 73.68% and 72.83%; 41.35% and 39.50%, respectively. The highest calorific value was determined in "shimbillo de varillal" coal with 8243.25 Kcal/Kg, followed by "rifari" with 8186.29 Kcal/Kg. Comparing the difference in means with the Tukey and Bonferroni test, it has been determined that they are not significant. There is a high positive correlation between the basic density of the wood with the apparent density, yield of toasted wood, charcoal, and the calorific value of the charcoal in the evaluated species. Carry out energy plantations with species that have a higher yield of toasted wood and charcoal, as well as having a higher calorific value.

Keywords: Energy power, Varillal forest, Uses, Wood

INTRODUCCION

Gran parte de la producción actual de combustible de madera es insostenible, lo que contribuye de forma notable a la degradación de los bosques, suelos y a la emisión a la atmósfera de los gases de efecto invernadero. Por eso, se necesita adoptar tecnologías mejoradas para la conversión energética que garantice una energía accesible, fiable, sostenible y moderna, que es fundamental para abordar las consecuencias del cambio climático y eliminar la pobreza extrema, a fin de garantizar que los pueblos en desarrollo usen estas tecnologías y puedan atender la creciente demanda de energía de manera sostenible.

Con el fin de encontrar el tipo de biomasa con mejor potencial energético y que sirva como una alternativa como combustible sólido, es necesario realizar un análisis de sus características, este análisis nos permitirá conocer el valor porcentual respecto al peso de los elementos que constituyen la biomasa; es importante es la eficiencia de la conversión energética, como madera tostada, llegaría hasta un 85% de rendimiento físico y energético. En el presente trabajo de investigación se determinó las características físico-química y energética de las alternativas de combustibles sólidos de *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. “shimbillo de varillal”, *Miconia poeppigii* Triana. “rifari” y *Hevea guianensis* Aubl. “shiringa” del bosque varillal de Nina rumi, Loreto, Perú.

Este estudio es importante y útil la investigación, porque, se cuantifica la producción de bio-combustibles sólidos, se determina las características físico-químico inmediato es casi indispensable para conocer su poder

calorífico y encontrar un combustible eficiente Por ello, este análisis es esencial e importante, para conocer los grupos de elementos que tiene la madera tostada comparando con el carbón, como lo manifiesta (Ruiz, 2017, p. 44).

El tema debe ser una prioridad para región y el país, con la información que se tiene, se iniciaría la gestión de una Norma Técnica Peruana Energética a partir de la biomasa, para proponer iniciar plantaciones energéticas. La región Loreto con población mayormente rural y que se encuentra con 40% de pobreza, la demanda de una producción sostenible de madera tostada y carbón vegetal podría ofrecer oportunidades de reforestación y proporcionar a la población local una mayor seguridad de tenencia y puede aumentar su disposición y capacidad para invertir en enfoques sostenibles.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del estudio

Las siguientes propiedades de la biomasa combustible se consideran como las más relevantes a la hora de definir la calidad de un combustible: 1.- Contenido de humedad 2.- Poder calorífico inferior por unidad de masa seca 3.- Distribución del tamaño de partícula 4.- Densidad 5.- Contenido y composición de las cenizas 6.- Impurezas 7.- Contenido de cloruro y potasio (Jara, 2009, p. 25).

La madera ha servido desde hace mucho tiempo para cocinar y generar calor, sin embargo, su eficiencia como fuente de energía varía en función del modo de procesamiento. Por ejemplo, un fuego abierto sólo convierte un 5% del potencial energético de la madera. No obstante, esta cifra aumenta desde un 36%, con las estufas de madera tradicionales, a un 80%, con las estufas modernas de pellets de uso doméstico. (Cabrera, *et al.* 2011, citado por Chujutalli, 2017, p. 7).

Ruiz, (2017, p. 44) evaluando las características bio-combustibles de la madera tostada y carbón de plantaciones *Vochysia lomatophyla* “quillosa” de 17 años, 25 años y 36 años en Puerto Almendra, concluye que el mayor rendimiento en bio-combustible de madera tostada fue en la plantación de 36 años con 75,14%, el carbono fijo tiene 62,43% y el mayor poder calorífico con 6749,99 kcal/kg. Mientras que en carbón fue de 34,46%, existiendo un alto porcentaje de carbono fijo con 81,59%, existe alto poder calorífico promedio con 8586,02 kcal/kg.

Donayre, (2015, p. 40). en una investigación realizada en Puerto Almendra sobre el rendimiento energético de la madera tostada y carbón de tres especies forestales del arboretum “el huayo, concluye que el mayor rendimiento en madera tostada fue en la madera de “shimbillo negro” *M. limbatum* con 75,76% madera tostada y con 5298,77 kcal/kg. de poder calorífico, el mayor poder calorífico se ha determinado en el carbón de shimbillo negro a los 350°C con 8423,84 kcal/kg.

Garay, (2016, p. 48) concluye el mayor rendimiento del carbón lo presenta *Dipteryx micrantha* Harms “shihuahuaco” con el 73,06% a una temperatura de 300°C, seguido de una temperatura de 350°C con valor de 70,00% y a una temperatura de 400°C se obtuvo un valor de 67,13% de carbón a partir de la madera.

García-Rojas, et al. (2009, p. 147), realizando ensayos sobre el poder calorífico de la madera y el carbón de *Eucalyptus saligna* Smith a diferentes alturas del fuste comercial han determinado que el mayor valor calorífico obtenido fue en la parte más baja del fuste del árbol (madera: baja 20,33 kj/g; media 20,25 kj/g y alta 20,22 kj/g; carbón: baja 32,54 kj/g; media 32,30 kj/g y alta 32,24 kj/g), se observa el menor valor para la parte alta del fuste del árbol lo que se relaciona con el menor porcentaje de carbono fijo.

Con referencia a las plantaciones forestales o extracciones del bosque como en el caso del ámbito agrícola, en el forestal existe la posibilidad de realizar aprovechamientos tradicionales de producción de leñas, y del cultivo y explotación de especies que tradicionalmente han sido destinadas a la industria de la madera, papel, tablero, mueble, pero que ahora pueden ser igualmente explotadas desde la óptica de la producción de combustible. De

igual modo, para la producción de biomasa entran en juego nuevas especies que no tenían interés como productoras de materia prima industrial, con un diámetro ideal de corta en cm 10,0 - 11,25 - 12,25 - 13,75 – 15, marco ideal de plantación del chopo. Tras la corta, la humedad de la madera de chopo es del 50% con una densidad de 700 kg/m³. Luego de secarse pierde un 25% de humedad, con una densidad final de 525 kg/m³. El poder calorífico inferior (PCI) de la madera seca de chopo (0% de humedad) es de 4.100 kcal/kg (Montoya, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid citado por (IDEA, 2007, pp. 21, 23).

Fernández-Puratich y Oliver-Villanueva (2014, p. 71) han determinado que el potencial energético por árbol de *Quercus ilex*. Cuando el DAP tiene < 10,0 cm, la biomasa tiene 15,2 Kg, y el Poder Calorífico Inferior 0,258 GJ árbol-1, Mientras que cuando el DAP es mayor a $\geq 10,0$ cm; tiene una biomasa de 43,9 kg y un Poder calorífico Inferior de 0,746 GJ árbol-1.

En el estudio, “Uso Energético de la Paulownia” en España se realizó la caracterización energética para la especie *Paulownia tomentosa* y *elongata x fortunei*. Se analizaron las características energéticas físicas: humedad, densidad, tamaño y químicas: composiciones y poder calorífico, realizando pruebas experimentales y se utilizaron datos bibliográficos para estas características. Esa especie, cuanto más gruesa, húmeda y densa sea tardará más al ser quemada. La humedad es una variable física de suma importancia, pues influye significativamente en el poder calorífico que, a su vez, es una variable clave para el estudio del comportamiento energético de biocombustibles. En las pruebas se utilizó una bomba calorimétrica, estufa y

balanza para el poder calorífico (Martín, M.; Monteagudo, B.; Osado, I. y Castaño, P.; 2009, citado por Álvarez, 2017, p. 5)

1.2 Bases teóricas

Alternativas energéticas: Combustibles sólidos de la madera

Toda la biomasa vegetal tiene un factor común: Proviene de un proceso de fotosíntesis, en la que el dióxido de carbono presente en la atmósfera es capturado y combinado con el hidrógeno presente en el agua para formar diferentes macromoléculas que en su gran mayoría está compuesta por H, C y O. La biomasa, independiente de su origen, tiene una composición elemental muy similar. (Jara, 2009, p. 24)

La madera como combustible posee la ventaja de ser renovable, tiene bajo contenido de cenizas y cantidades ínfimas de óxidos, y presenta bajo poder calorífico; para la transformación de la madera a fuentes secundaria de energía es utilizada diversos procesos, especialmente la pirolisis, gasificación e hidrolisis (Martins, 1980, p. 10).

Un conocimiento de la potencialidad como fuente bio-combustible sólido es un pre-requisito indispensable para el análisis económico de los proyectos que envuelven la conversión del bosque para la producción de energía (Martins, 1980, p. 9).

Proceso termoquímico para combustibles sólidos de la madera

Para obtener madera tostada se utiliza el método termoquímico, y así mejorar las propiedades de la madera como combustible. Radica en calentar lento la biomasa en atmósfera inerte y a temperatura máxima de 280°C (**Fonseca et al., 1998 citado por Chujutalli 2017, p. 12**). Se produce un producto sólido

uniforme con bajo contenido de humedad y alto poder calorífico, que retienen aproximadamente el 70% del peso inicial y entre 80-90% del contenido de energía, comparado con la madera inicial puede ser llamado también pirólisis moderada (**Arcate, 2000, p. 3**). Para conocer con mayor detalle el proceso de “turrado de la madera”, es necesario tener en cuenta la teoría de la carbonización de la madera, (**Rivera, 1987 citado por Garay 2016, p. 9**). Una ventaja importante de la madera tostada, en comparación con la madera original, es su uniformidad. Debido al bajo contenido de humedad, la calidad del combustible es mejor y el costo del transporte menor (**Bourgeois y Doat, 1985, citado por Chujutalli, 2017, p. 12**). La madera tostada puede sustituir al carbón vegetal en gran número de aplicaciones, como combustible para cocinas de leña domésticas, para calentamiento de residencias, producción de madera pelletizada y en briquetas para uso comercial y doméstico (**Bourgeois y Doat 1985; Girard y Shah 1991; Battacharya et al. 1995, citado por Ruiz, 2017, p.12**).

Referente a la carbonización, **Rivera, (1987 citado por Ruiz, 2017, p. 12, 13 y Garay, 2016, p. 9)** manifiestan que el comportamiento de la madera durante el proceso de carbonización puede ser representado por la sumatoria de los comportamientos aislados de sus tres componentes principales: celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, aseguran que existe una interacción si estos componentes están juntos, por lo que el estudio de cada uno separadamente, puede representar una buena aproximación del fenómeno como un todo.

Con referencia a las características químicas, **Cabudivo (1990, p. 9)**, manifiesta, para expresar la composición de carbones, son de uso ordinario dos tipos de análisis: En un análisis mediato, se hace las determinaciones de

cada uno de los principales elementos químicos y en el análisis inmediato se hace las determinaciones de cada uno de los principales grupos de constituyentes definidos como son: contenido de humedad, materias volátiles, cenizas y carbono fijo. Además, agrega que los contratos y especificaciones para el mercado del carbón se fundamentan frecuentemente sobre éste último método de análisis. **Remigio (1983 citado por Garay, 2016, p. 14 y ABNT, 1985, p. 3)**, afirman en el carbón vegetal, el carbono fijo es calculado sustrayéndose de 100 la suma de los porcentajes de humedad, materias volátiles y ceniza.

1.3 Definición de términos básicos.

Análisis: Es la distinción y la separación de las partes de un todo, hasta llegar a conocer sus principios o elementos **(WordPress.Org, 2013 citado por Garay 2016, p. 18)**.

Carbono fijo: Es un elemento químico sólido y no metálico que se encuentra en todos los compuestos orgánicos y en algunos inorgánicos, está representado por unas mallas paralelas distantes unas de otras de 0,36 mm esta red está formado por hexágonos de 0,142 mm de lado, teniendo un carbono en cada ángulo y algunos radicales periféricos que están situados al exterior de las moléculas. **(Briane y Doat, 1985; Rivera, 1987 citado por Ruiz, 2017, p. 12, 13)**.

Combustión: Reacción química en la que un elemento combustible se combina con otro comburente (generalmente oxígeno en forma de O₂ gaseoso), desprendiendo calor y produciendo un óxido **(INE, 2007 citado por Chujutalli, 2017, p. 17)**

Elemento químico: Sustancia cuyos átomos distintivos son los constituyentes básicos de toda materia. Por ejemplo, hidrógeno (H), hierro (Fe), sodio (Na), carbono (C) y oxígeno (O). **(Miller 1994, p. 7)**

Energía de la Biomasa: Energía renovable, originada gracias a la luz del sol y mediante la fotosíntesis por la materia vegetal y los hidratos de carbono sintetizados por las plantas **(INE, 2007, p. 16)**

Termoquímica: Proceso que utiliza el calor en un horno cerrado sin oxígeno para romper los enlaces covalentes que está constituido las moléculas de la biomasa para obtener diversos subproductos energéticos como el carbón, gas, etc. **(Doat, 1985 citado por Ruiz, 2017, p. 6).**

Torrefacción: Consiste en el calentamiento lento de la biomasa en atmósfera inerte y a una temperatura máxima de 280 °C, se produce un producto sólido uniforme con bajo contenido de humedad y alto poder calorífico comparado con la madera inicial. **(Fonseca, et al. 1998, citado por Ruiz, 2017, p. 11).**

CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES.

2.1 Formulación de la hipótesis

Las mejores características de las alternativas energéticas combustibles son determinadas en madera tostada con respecto al carbón en tres especies del bosque varillal de Nina rumi, Loreto, Perú- 2020.

a. Variables y su operacionalización.

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
A. Bosque de varillal ;	Constituido por bosques que tienen suelos arenosos secos y húmedos donde existen árboles con fustes tipo varillas y algunas veces árboles.	Cuantitativa	Población arbórea	Nominal	Inventario de la población arbórea
B. Combustibles sólidos: Madera tostada y carbón	Capacidad que tiene la biomasa de generar energía mediante reacción química H y C y formando CO ₂ y H ₂ O	Cuantitativa	Características: <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento • Densidad aparente • Carbono fijo • Poder calorífico 	Nominal	Tabla de rendimiento y densidad aparente. análisis químico inmediato. poder calorífico.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño

La investigación es del tipo descriptivo y de nivel básico, el diseño metodológico del estudio para alcanzar el objetivo propuesto es Cuantitativo. Se hizo una cuantificación de lo que está ocurriendo con las variables de estudio para describir las características de las alternativas combustibles sólidos de la madera de tres especies del bosque de varillal de la zona de Nina Rumi.

3.2 Diseño muestral

Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por todos los arboles del bosque varillal.

La muestra fue determinada por tres especies de densidades básicas diferentes en el bosque varillal, saliendo seleccionado las especies *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. “shimbillo de varillal”, *Miconia poeppigii* Triana. “rifari” y *Hevea guianensis* Aubl. “shiringa”

3.3 Procedimiento de recolección de datos

3.3.1 Materiales de campo y gabinete

De campo

Libreta de campo, Jalones, Wincha, Botas, Machete, Bolsas de plástico, Rafia, Capota, Etiquetas plásticas, Chinchas, Cámara fotográfica, Clinómetro Suunto, GPS Garmin, Plumón indeleble

De gabinete

Papel bond A4, Computadora, USB, Calculadora, Impresora, Cartuchos de tinta, Plumón indeleble

a) Fase de pre campo

En base al procedimiento preliminar antes de visita al campo, se ubicó con la información de imágenes satelitales (SIG) para el reconocimiento de los tipos de bosques y ubicar el bosque varillal.

3.3.2 Fase de campo

Una vez que se ha realizado la georeferenciación en el mapa, entonces se tuvo que ir al campo a verificar lo que indica.

Se seleccionaron 3 árboles por cada especie maderable que no tengan defectos, se apearon y obtuvieron viguetas de 1 m y se llevaron a la carpintería para obtener probetas de 3cm x 3cm x 10 cm. y llevadas al laboratorio.

3.3.3 Fase de Laboratorio

Acondicionamiento de muestras

Las muestras probetas se acondicionaron en una mufla eléctrica hasta 100°C +/- 5°C hasta peso constante. Para determinar el contenido se aplicó la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{P_i - P_f}{P_f} \times 100$$

Donde:

P_i= Peso inicial de la muestra, en gramos.

P_f= Peso final constante, en gramos

Densidad de la madera

$$D_b = P_{sm}/V_{hm}$$

Dónde:

D_b = Densidad madera, en kg/m^3 .

P_{sm} = Peso seco de la madera, en kg

V_m = Volumen de la madera, en m^3

La madera de las tres especies seleccionadas son clasificadas en densidades básicas baja, media o alta respectivamente: Densidad baja $< 400\text{kg}/\text{m}^3$; Densidad media $410 \text{ kg}/\text{m}^3 - 600 \text{ kg}/\text{m}^3$ y Densidad Alta $>610 \text{ kg}/\text{m}^3$; (JUNAC-PADT-REFORT 1979 citado por Chujutalli, 2017, p. 20).

Ensayos termoquímicos

Como en los ensayos no todo es carbón, entonces se lo ha denominado termoquímica como lo menciona Doat (1985, p. 6). Para obtención de madera tostada y carbón se realizó de acuerdo al siguiente detalle: Para obtener madera tostada se utilizó una mufla eléctrica hasta una temperatura constante de 280°C . Para obtener el carbón se utilizó una mufla eléctrica hasta una temperatura constante de 350°C .

Características de alternativas energéticas combustibles solidos

a) Rendimiento de la madera tostada

Según Doat (1985, p. 4)

$$R\% = (P_2/P_1) * 100$$

Dónde:

$R\%$ = Rendimiento de la madera tostada en, porcentaje.

P_1 = Peso de la madera inicial, en gramos.

P_2 = Peso de la madera tostada, en gramos.

b) Rendimiento del carbón

Según Doat (1985, p. 4)

$$R\% = (P_2/P_1) * 100$$

Dónde:

R% = Rendimiento del carbón en, porcentaje.

P1 = Peso de la madera inicial, en gramos.

P2 = Peso del carbón, en gramos

c) Densidad aparente madera tostada y carbón

Se realizo con muestras obtenidas de los ensayos de madera tostada y carbón. Para determinar el volumen de las probetas se utilizó el método de medición directa mediante el uso del vernier, consistente en medir el largo x ancho x espesor de las probetas, se calculará mediante la siguiente expresión:

$$D_b = P_{sm}/V_{hm}$$

Dónde:

D_b = Densidad madera tostada y/o carbón, en g/cm³.

P_{sm} = Peso seco de la madera tostada y/o carbón, en g

V_m = Volumen de la madera tostada y/o carbón, en cm³

d) Carbono fijo en madera tostada y carbón

El carbono fijo es uno de los componentes más activos en la combustión, genera calor. El contenido de carbono fijo es una medida indirecta, es calculado por diferencia de 100% menos la suma de las otras determinaciones realizadas (ABNT 1985, p. 2). ver anexo.

El contenido de carbono fijo se calculará según la siguiente expresión:

$$Cf\% = 100 - (H\% + Mv\% + Cz\%)$$

Dónde:

Cf% = Carbono fijo de la madera tostada y carbón, en porcentaje.

H% = Humedad de la madera tostada y/o carbón, en porcentaje.

MV% = Materia volátil de la madera tostada y/o carbón, en porcentaje.

Cz% = Cenizas de la madera tostada y/o carbón, en porcentaje

e) Poder calorífico de la madera tostada y carbón

El poder calorífico superior es calculado indirectamente a través de los resultados del análisis químico inmediato, aplicando la fórmula de Gouthal mencionado por (Guimaraes *et al.* 1982 citado por Ruiz, 2017, p. 32)

$$PCs = (82C + AV) \text{ Kcal/kg}$$

Donde:

PCs= Poder calorífico superior de madera tostada o carbón, en kcal/kg

C = Contenido de carbono fijo, en porcentaje

V = Contenido de materias volátiles, en porcentaje

A = Coeficiente dado por la relación $V/V+C$

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Las comparaciones de las características de las alternativas energéticas de combustibles sólidos de tres especies del bosque varillal de la comunidad de Nina Rumi, son establecidas mediante la aplicación del ANVA con nivel de significación de 0,05. Además, se realizaron la prueba estadística de significación de Tukey al $\alpha = 0,05$ y también, la prueba estadística de Bonferroni también al $\alpha = 0,05$ para comparar la diferencia de medias y el

nivel de significancia de las tres diferentes especies de combustibles sólidos madera tostada y carbón. Además, se correlacionado la densidad básica de la madera en relación con las características del producto.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Rendimiento de las alternativas energéticas madera tostada y carbón del bosque varillal de Nina rumi

En el cuadro 1 y en la figura 1, se presentan los resultados de rendimiento de la producción de madera tostada y carbón del bosque de varillal de la zona de Nina rumi. Teniendo el mayor rendimiento en madera tostada en la especie de *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth “Shimbillo de varillal” con promedio de 73,68 % seguido de *Miconia poeppigii* Triana. “rifari” con 72,83 %, estando la *Hevea guianensis* Aubl. “Shiringa” como la de menor rendimiento con 68,90 %. De manera similar, el rendimiento del carbón va en forma descendiente “Simbillo de varillal” con 41,35 %, seguido de “Rifari” con 39,50 % y “Shiringa” con 37,90 %.

En los cuadros 2 y 3 se presenta el análisis de varianza y la Prueba de Tukey y Bonferroni del rendimiento de madera tostada y carbón de cada una de las especies estudiadas “Shimbillo de varillal”, “Rifari” y “Shiringa”, mostrando una $(p) = 0,0005$ con respecto a la F, es decir, es significativo, al realizar la Prueba estadística de Tukey y la Prueba estadística de Bonferroni comparando la diferencia de medias tanto la Q y la B es menor con una $(p) < 0,05$.

Cuadro 1. Rendimiento de la madera tostada y carbón del bosque varillal

Especies	Densidad básica (Kg/m ³)	Tipo de combustible	
		Madera tostada (%)	Carbón (%)
<i>Inga tarapotensis</i> Spruce ex Benth. "shimbillo de varillal"	600	73,55	41,55
		73,85	41,85
		73,65	40,65
		Promedio	73,68
<i>Miconia poeppigii</i> Triana. "rifari"	570	72,85	39,85
		72,93	38,93
		72,72	39,72
		Promedio	72,83
<i>Hevea guianensis</i> Aubl. "shiringa"	530	69,05	37,05
		68,77	38,77
		68,88	37,88
		Promedio	68,90

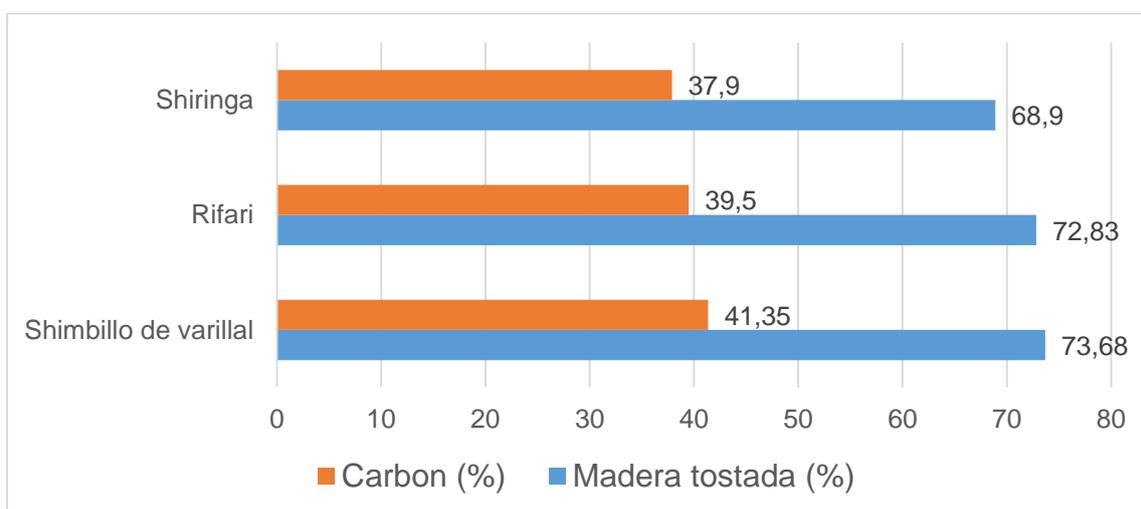


Figura 1. Rendimiento de madera tostada y carbón de tres especies de varillal

Cuadro 2. Análisis de varianza del rendimiento de madera tostada-Tukey-Bonferroni

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	108,00 e+03	53999,034	51,5633	0,0005
Error	6	6283,427	1047,238		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	115,5333	6,1837	< 0,05		
Media (S y SH)=	151,9667	8,1337	< 0,01		
Media (R y SH)=	267,5000	14,3173	< 0,01		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R)=	115,5333	51,3393	< 0,05		
Media (S y SH)=	151,9667	51,3393	< 0,05		
Media (R y SH)=	267,5000	51,3393	< 0,05		

Cuadro 3. Análisis de varianza del rendimiento de carbón-Tukey-Bonferroni

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	17,885	8,943	19,4713	0,0031
Error	6	2,756	0,459		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	1,8500	4,7281	< 0,05		
Media (S y SH)=	3,4500	8,8172	< 0,01		
Media (R y SH)=	1,6000	4,0891	<0,05		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R)=	1,8500	1,0752	< 0,05		
Media (S y SH)=	3,4500	1,0752	< 0,05		
Media (R y SH)=	1,6000	1,0752	<0,05		

4.2 Densidad aparente de la madera tostada y carbón de tres especies del bosque varillal de Nina rumi.

En el cuadro 4 y en la figura 2, se presentan los resultados de la densidad aparente de la madera tostada y carbón del bosque de varillal de la zona de Nina rumi. Teniendo la densidad aparente la especie de *Inga tarapotensis* con promedio de 513,33 kg/m³ seguido de *Miconia poeppigii* con 471,47 kg/m³, estando la *Hevea guianensis* como la de menor densidad aparente con 341,67 kg/m³. De manera similar, la densidad aparente del carbón va en forma descendiente *Inga tarapotensis* con 376,67 kg/m³, seguido de *Miconia poeppigii* con 360,00 kg/m³ y *Hevea guianensis* con 341,67 kg/m³.

En el cuadro 5 se presenta el análisis de varianza y la Prueba estadística de Tukey y Prueba estadística de Bonferroni de la densidad aparente de madera tostada de cada una de las especies estudiadas *Inga tarapotensis*, *Miconia poeppigii* y *Hevea guianensis*, mostrando una $(p) = 0,0001$ con respecto a la Prueba de F, es decir, es significativo, al realizar la Prueba estadística de Tukey y la Prueba estadística de Bonferroni comparando la diferencia de medias tanto la Q y la B es menor con una $(p) < 0,05$. También, en el cuadro 6 se presenta el análisis de varianza mostrando una $(p) = 0,0007$, siendo significativa la densidad aparente entre cada una de las especies evaluadas y realizando la comparación de la diferencia de medias con la Prueba estadística de Tukey y la Prueba estadística de Bonferroni confirma el análisis de varianza siendo significativa porque la (p) es menor a 0,05.

Cuadro 4. Densidad aparente de la madera tostada y carbón del bosque varillal

Especie	Densidad básica (Kg/m ³)	Densidad M. tostada (Kg/m ³)	Densidad carbón (Kg/m ³)
<i>Inga tarapotensis</i> Spruce Shimbillo de varillal	600	510	380
		520	380
		510	370
Promedio		513,33	376,67
<i>Miconia poeppigii</i> Triana. Rifari	570	470	360
		475	355
		470	365
Promedio		471,47	360,00
<i>Hevea guianensis</i> Aubl. "Shiringa"	530	440	340
		440	345
		430	340
Promedio		436,67	341,67

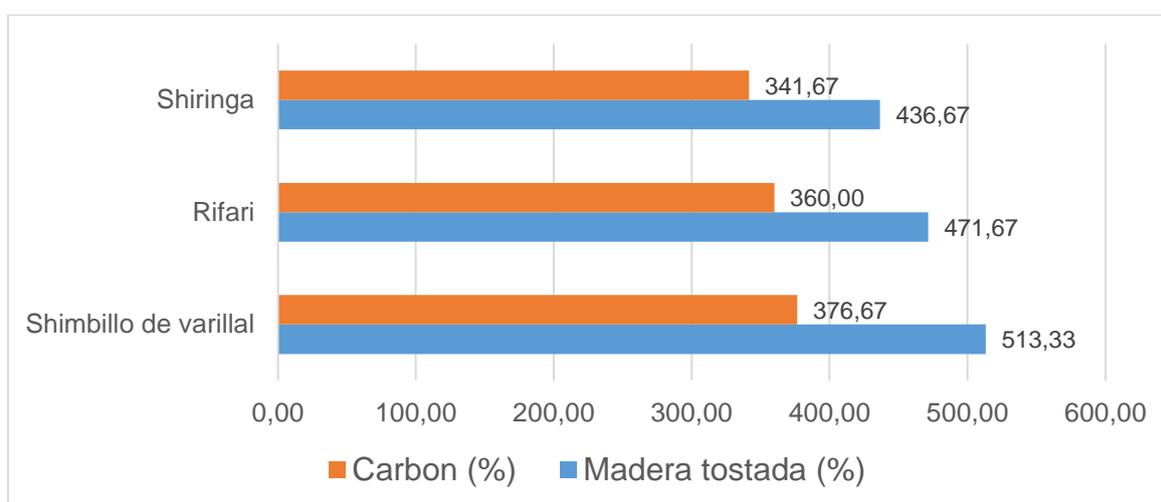


Figura 2. Densidad aparente de madera tostada y carbón de tres especies de varillal

Cuadro 5. Análisis de varianza de la densidad aparente madera tostada Prueba de Tukey-Bonferroni

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	8838,889	4419,444	176,7778	0,0001
Error	6	150,000	25,000		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	41,6667	14,4338	< 0,01		
Media (S y SH)=	76,6667	26,5581	< 0,01		
Media (R y SH)=	35,0000	12,1244	<0,01		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R) =	41,6667	7,9323	< 0,05		
Media (S y SH)=	76,6667	7,9323	< 0,05		
Media (R y SH)=	35,0000	7,9323	<0,05		

Cuadro 6. Análisis de varianza de la densidad aparente carbón-Prueba de Tukey-Boferroni

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	1838,889	919,444	41,3750	0,0007
Error	6	133,333	22,222		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	16,6667	6,1237	< 0,05		
Media (S y SH)=	35,0000	12,8598	< 0,01		
Media (R y SH)=	18,3333	6,7361	< 0,01		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R)=	16,6667	7,4786	< 0,05		
Media (S y SH)=	35,0000	7,4786	< 0,05		
Media (R y SH)=	18,3333	7,4786	<0,05		

4.3 Carbono fijo de madera tostada y carbón de tres especies del bosque varillal de Nina rumi

En el cuadro 7 y en la figura 3, se presentan los resultados del carbono fijo de la madera tostada del bosque de varillal de la zona de Nina rumi. Teniendo a la especie de *Hevea guianensis* como la de mayor carbono fijo con 49,30 % seguido de *Miconia poeppigii* con 48,07 % y *Inga tarapotensis* con promedio de 43,03 %. De manera similar el carbono fijo del carbón *Hevea guianensis* es el que tiene mayor porcentaje con 85,85 % seguido de *Miconia poeppigii* con 85,61 % y con el menor porcentaje esta *Inga tarapotensis* con 84,96%., es decir, lo contrario de la densidad básica de la madera, cuanto mayor es la densidad de la madera menor es el carbono fijo. En el cuadro 8 se presenta el análisis de varianza y la Prueba estadística de Tukey y Prueba estadística de Bonferroni del carbono fijo de la madera tostada de cada una de las especies estudiadas *Inga tarapotensis*, *Miconia poeppigii* y *Hevea guianensis*, mostrando una $(p) = 0,0002$ con respecto a la Prueba de F, es decir, es significativo, al realizar la Prueba estadística de Tukey y la Prueba estadística de Bonferroni comparando la diferencia de medias tanto la Q y la B es menor con una $(p) < 0,05$. También, en el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza del carbón mostrando una $(p) = 0,0388$, siendo significativa el carbono fijo entre cada una de las especies evaluadas y realizando la comparación de la diferencia de medias con la Prueba estadística de Tukey y la Prueba estadística de Bonferroni confirma el análisis de varianza siendo significativa porque la (p) es menor a 0,05. Solamente, la comparación de medias ente las especies de *Miconia poeppigii* con *Hevea guianensis*, es no significativo tanto en madera tostada como en el carbón.

Cuadro 7. Carbono fijo de madera tostada y carbón de bosque varillal

Especie	M. tostada Carbono fijo (%)	Carbón carbono fijo (%)
<i>Inga tarapotensis</i> Spruce ex Benth	43,70	85,17
Shimbillo de varillal	42,30	84,41
	43,10	85,29
Promedio	43,03	84,96
<i>Miconia poeppigii</i> Triana.	47,90	85,41
Rifari	47,55	85,79
	48,75	85,64
Promedio	48,07	85,61
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	49,50	86,09
Shiringa	49,00	85,89
	49,40	85,58
Promedio	49,30	85,85

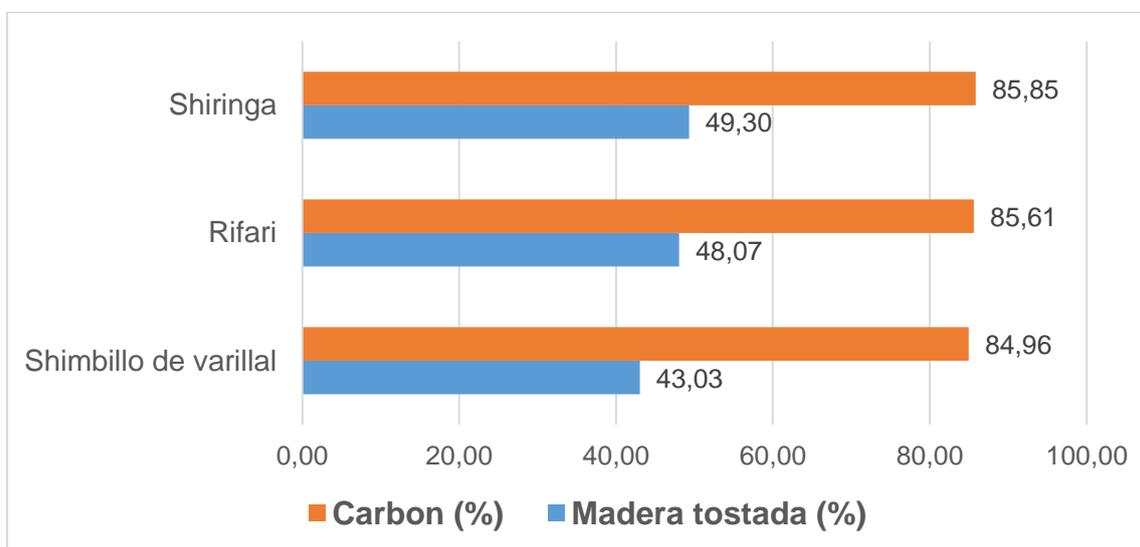


Figura 3. Carbono fijo de madera tostada y carbón de tres especies de varillal

Cuadro 8. Análisis de varianza del carbono fijo de madera tostada-Prueba de Tukey-Bonferroni

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	66,127	33,063	105,0556	0,0002
Error	6	1,888	0,315		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	5,0333	15,5406	< 0,01		
Media (S y SH)=	6,2667	19,3486	< 0,01		
Media (R y SH)=	1,2333	3,8080	< 0,05		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R)=	5,0333	0,8900	< 0,05		
Media (S y SH)=	6,2667	0,8900	< 0,05		
Media (R y SH)=	1,2333	0,8900	< 0,05		

Cuadro 9. Análisis de varianza del carbono fijo de carbón-Prueba de Tukey-Bonferroni

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	1,293	0,646	5,8694	0,0388
Error	6	0,661	0,110		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	0,6567	3,4278	> 0,05		
Media (S y SH)=	0,8967	4,6806	< 0,05		
Media (R y SH)=	0,2400	1,2528	> 0,05		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R)=	0,6567	0,5264	< 0,05		
Media (S y SH)=	0,8967	0,5264	< 0,05		
Media (R y SH)=	0,2400	0,5264	ns		

4.4 Poder calorífico de las alternativas energéticas madera tostada y carbón de tres especies del bosque varillal de Nina rumi

En el cuadro 10 y en la figura 4, se presentan los resultados del poder calorífico del bosque de varillal de la zona de Nina rumi. Teniendo en madera tostada a la “Shiringa” como la de mayor poder calorífico con 6053,10 kcal/kg seguido de “Shimbillo de varillal” con 5901,13 kcal/kg y “Rifari” con 5785,60 kcal/kg. Mientras que el mayor poder calorífico del carbón se ha determinado en el “Shimbillo de varillal” con 8243,25 kgcal/kg seguido del “rifari” con 8186,29 kgca/kg y con el menor valor esta la “Shiringa” con 8126,51 kgcal/kg. En el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza y la Prueba estadística de Tukey y Prueba estadística de Bonferroni del poder calorífico de la madera tostada de cada una de las especies estudiadas “Shimbillo de varillal”, “Rifari” y “Shiringa”, mostrando una $(p)= 0,0005$ con respecto a la Prueba de F, es decir, es significativo; al realizar la Prueba estadística de Tukey y la Prueba estadística de Bonferroni comparando la diferencia de medias entre especies tanto la Q y la B con una $(p)= < 0,05$, confirma el análisis de varianza. También, en el cuadro 12 se presenta el análisis de varianza del carbón mostrando una $(p)=0,0078$, siendo también significativa el poder calorífico entre cada una de las especies evaluadas; pero, realizando la comparación de la diferencia de medias con la Prueba estadística de Tukey y la Prueba estadística de Bonferroni solamente, es no significativo entre las medias de “Shimbillo de varillal” y “Rifari”.

Cuadro 10. Poder calorífico de madera tostada y carbón del bosque varillal

Especies	Madera tostada Poder calorífico (kcal/kg)	Carbón Poder calorífico (kcal/kg)
<i>Inga tarapotensis</i> Spruce Shimbillo de varillal	5925,65	8237,94
	5873,85	8208,62
	5903,90	8192,78
Promedio	5901,13	8243,25
<i>Miconia poeppigii</i> Triana. Rifari	5781,80	8202,42
	5747,90	8178,78
	5827,10	8188,48
Promedio	5785,60	8186,29
<i>Hevea guianensis</i> Aubl. Shiringa	6072,75	8114,98
	6018,85	8091,78
	6067,70	8154,36
Promedio	6053,10	8126,51

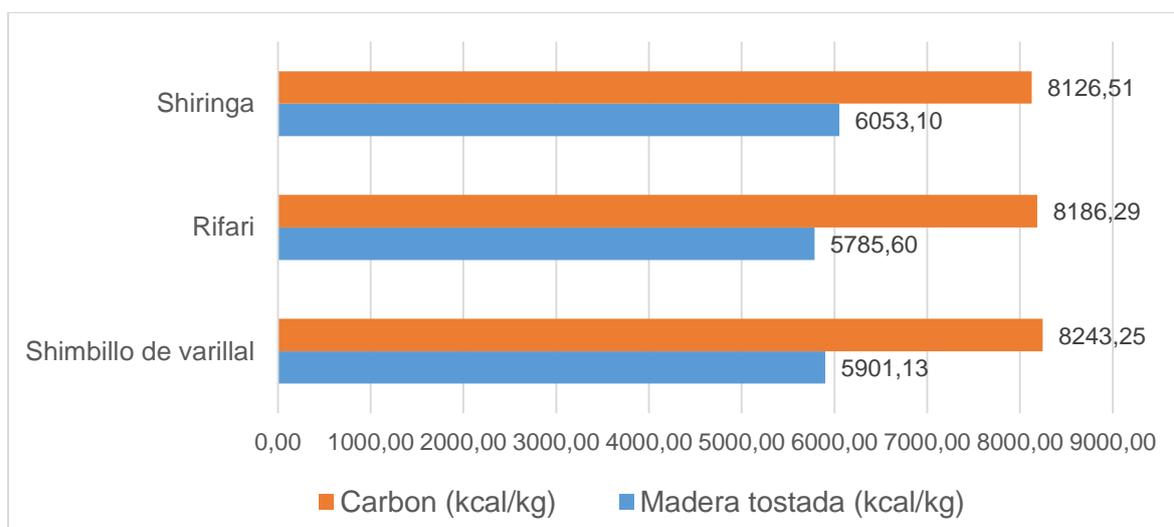


Figura 4. Poder calorífico de madera tostada y carbón de tres especies de varillal

**Cuadro 11. Análisis de varianza del poder calorífico de madera tostada-
Prueba de Tukey-Bonferroni**

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	108,00 e+03	53999,034	51,5633	0,0005
Error	6	6283,427	1047,238		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	115,5333	6,1837	< 0,05		
Media (S y SH)=	151,9667	8,1337	< 0,01		
Media (R y SH)=	267,5000	14,3173	< 0,01		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R)=	115,5333	51,3393	< 0,05		
Media (S y SH)=	151,9667	51,3393	< 0,05		
Media (R y SH)=	267,5000	51,3393	< 0,05		

**Cuadro 12. Análisis de varianza del poder calorífico del carbón-Prueba de
Tukey-Bonferroni**

F. de variación	GL	SQ	QM	F	(p)
Tratamientos	2	13972,906	6986,453	12,5724	0,0078
Error	6	3334,179	555,697		
Tukey	Dif. Medias	Q	(p)		
Media (S y R)=	23,2200	1,7061	> 0,05		
Media (S y SH)=	92,7400	6,8141	< 0,01		
Media (R y SH)=	69,5200	5,1080	< 0,05		
Bonferroni	Dif. Medias	B	(p)		
Media (S y R)=	23,2200	37,3978	ns		
Media (S y SH)=	92,7400	37,3978	< 0,05		
Media (R y SH)=	69,5200	37,3978	< 0,05		

Cuadro 13. Correlación entre la densidad básica de la madera y el rendimiento madera tostada, carbón, poder calorífico

Especie	Densidad básica madera (Kg/m ³)	Densidad M. tostada (Kg/m ³)	Densidad Carbón (Kg/m ³)	Rendimiento M. tostada %	Rendimiento Carbón %	C. fijo M. tostada %	C. fijo Carbón %	P. calorífico M. tostada Kcal/kg	P. calorífico Carbón Kcal/Kg
Shimbillo de varillal	600	513	377	73,68	41,35	43,03	84,96	5901,13	8243,25
Rifari	570	472	360	72,83	39,50	48,07	85,61	5785,60	8186,29
Shiringa	530	437	342	68,90	37,90	49,30	85,85	6053,10	8126,51
r =		0,99	1,00	0,96	0,99	-0,91	-0,94	-0,63	1,00

CAPITULO V. DISCUSION

Referente al rendimiento de la madera tostada y carbón del bosque varillal de Nina rumi, se puede indicar que las especies evaluadas siguiendo la metodología de la termoquímica, es decir, las muestras de madera colocadas dentro de un vaso de crisol y sometidas a una temperatura de 280 °C para obtener madera tostada aproximadamente durante 15 minutos, obteniendo un mayor rendimiento de madera tostada en la especie de “Shimbillo de varillal” y “Rifari” con promedios de 73,68% y 72,83%; posiblemente por contener mayor densidad en su estructura maderable, siendo la “Shiringa” el de menor densidad maderable y tiene el menor rendimiento en madera tostada de 68,90%; es decir, se debe a la mayor densidad de la madera, estos resultados son similares a los encontrados por Chujutalli, (2017, p. 35) realizando trabajos en la zona de Puerto Almendra determino el mayor rendimiento en madera tostada a los 280°C en “shimbillo negro” *M. limbatum* con 75,76%, seguido de “pucuna caspi” *I. tricornis* con 74,53% y “huira caspi” *N. yapurensis* con 65,47%; este resultado se debe principalmente porque la madera tostada es obtenida a temperatura máxima de 280°C la madera no se destruye solamente se degrada la hemicelulosa y es evaporado el agua libre, agua higroscópica con liberación de grandes cantidades de CO₂, ácido acético con algunos fenoles quedando como producto final la madera tostada, guardando una buena consistencia (Tito *et al.* 2011, Doat 1985, citado por Ruiz, 2017, p. 31)

Con referencia para obtener carbón y sus rendimientos en el cuadro 1 se tiene que el “Shimbillo de varillal” “Rifari” y “Shiringa”, obtuvieron rendimientos promedios de 41,35%, 39,50% y 37,90% respectivamente, porque, las muestras de madera, fueron sometidas a una temperatura de 350°C durante aproximadamente 30 minutos, la madera empieza a tener rendimientos mucho menores al de madera

tostada, pero, siguiendo los mismos patrones, es decir, a mayor densidad maderable mayor rendimiento de carbón, resultados similares a los encontrados por Chujutalli, (2017, p. 35); también, como lo indica Ruiz, (2017, p. 31) el carbón, que es obtenida a mayor temperatura 300°C los componentes de la madera hemicelulosa, celulosa y parte de la lignina se destruye obteniendo como residuo el carbón, por lo tanto menor peso y menor rendimiento como lo confirma Rodríguez y Cabudivo, (2004, p. 3) porque, a mayor densidad maderable existe mayor concentración de lignina en las paredes celulares, se conoce que la lignina es un compuesto cementante que le da rigidez al fuste del árbol, y la madera con alta concentración de lignina al ser sometido a mayores temperaturas tienen mayor resistencia a la descomposición. De acuerdo al cuadro 4 y la figura 2 la densidad de la madera esta relacionada con la densidad aparente de la madera tostada y la densidad aparente del carbón, además, también con los rendimientos de cada uno de ellos y el poder calorífico del carbón, como se muestra en el cuadro 13 donde se correlaciona la densidad básica de la madera y la densidad aparente de madera tostada, carbón, rendimiento de madera tostada y carbón y el poder calorífico del carbón; obteniéndose un alto porcentaje de correlación entre 96%-100%.

Referente al carbono fijo, se puede indicar que en el cuadro 7, el que tiene mayor porcentaje es la especie de menor densidad básica de la madera, tanto, en madera tostada y carbón; porque ocurre estos resultados, se hace un análisis más profundo de los componentes que está constituido la madera tostada y el carbón, indica el porcentaje de ceniza, humedad y los productos volátiles, la madera de menor densidad se quema más rápido porque las paredes celulares no tienen mayor concentración de lignificación, los componentes de la madera hemicelulosa, celulosa se destruye rápidamente, por lo tanto, evapora lo que es ácido acético,

liquido piroleñoso, metanol y otros componentes y queda como residuo madera tostada y carbón con mayores paredes destruido, como se le resta del 100%, entonces queda puro a eso le denomina carbono fijo como lo confirma Rodríguez y Cabudivo, (2004, p. 3)

Sin embargo, cuando se determina el poder calorífico, se tiene que ver solamente el carbono fijo y los volátiles, en el cuadro 10 se observa a la “shiringa” el que tiene mayor poder calorífico y de menor densidad básica, seguido de “rifari” y “shimbillo de varillal” siguiendo lo contrario de la densidad básica con 6053,10 kcal/kg; 5785 Kcal/kg y 5901,13 Kcal/Kg respectivamente. En el cuadro 13 se observa que existe correlación directa solo en el carbón y es 100%. Mientras que el poder calorífico de la madera tostada está en función a la densidad baja de la especie.

El análisis estadístico realizado a los resultados de las características energéticas de las tres especies la mayoría son significativos, solamente en el poder calorífico no son significativos al realizar la Prueba de Tukey y Bonferroni al comparar las medias de “shimbillo de varillal” con “rifari”.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

- 6.1 El mayor rendimiento en madera tostada se obtuvo en *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. con promedio de 73,68 % seguido de *Miconia poeppigii* Triana. con 72,83 %, estando la *Hevea guianensis* Aubl. como de menor rendimiento con 68,90 %. Mientras que el mayor rendimiento de carbón fue en *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. con 41,35 %, seguido de *Miconia poeppigii* Triana. con 39,50 % y *Hevea guianensis* Aubl con 37,90 %.
- 6.2 La mayor densidad aparente es de *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth con promedio de 513,33 kg/m³ seguido de *Miconia poeppigii* Triana. con 471,47 kg/m³, estando la *Hevea guianensis* Aubl como la de menor densidad aparente con 341,67 kg/m³. De manera similar, la mayor densidad aparente del carbón fue en *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth con 376,67 kg/m³, seguido de *Miconia poeppigii* Triana. con 360,00 kg/m³ y *Hevea guianensis* Aubl. con 341,67 kg/m³.
- 6.3 El mayor porcentaje de carbono fijo se ha determinado en *Hevea guianensis* Aubl. con menor densidad básica y aparente con 49,30 % seguido de *Miconia poeppigii* Triana. con 48,07 % y *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth con promedio de 43,03 %. De manera similar se determino el carbono fijo en el carbón de *Hevea guianensis* Aubl es el que tiene mayor porcentaje con 85,85 % seguido de *Miconia poeppigii* Triana. con 85,61 % y con el menor porcentaje esta *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth con 84,96%.
- 6.4 El poder calorífico de las alternativas energéticas de madera tostada, se tiene a la *Hevea guianensis* Aubl como la de mayor poder calorífico con 6053,10 kcal/kg seguido de *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth con 5901,13 kcal/kg y *Miconia poeppigii* Triana. con 5785,60 kcal/kg. Mientras que el mayor poder

calorífico del carbón se ha determinado en el *Inga tarapotensis* Spruce ex Benth. con 8243,25 kcal/kg seguido del *Miconia poeppigii* con 8186,29 kcal/kg y con el menor valor esta la *Hevea guianensis* con 8126,51 kcal/kg.

- 6.5 El análisis estadístico realizado en la madera tostada y carbón se ha llegado a obtener que el análisis de varianza con una $(p) = 0,05$ para los rendimientos, densidad aparente, carbono fijo y poder calorífico son significativos y al comparar las diferencias de medias con la prueba estadística de Tukey y Bonferroni, también, fueron significativos en $(p) = 0,05$; solamente la diferencia de medias del poder calorífico entre *Inga tarapotensis* y *Miconia poeppigii*, son no significativo.
- 6.6 Existe una alta correlación positiva entre la densidad básica de la madera con la densidad aparente y rendimiento de madera tostada, carbón y el poder calorífico del carbón. Mientras, con el carbono fijo en madera tostada y carbón es negativa.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar transformándola en madera tostada y carbón a la madera de *Inga tarapotensis* y *Miconia poeppigii* por tener los mayores rendimientos y densidad aparente.
2. Utilizar al *Inga tarapotensis* y *Miconia poeppigii* como una de las mejores alternativas energéticas por poseer un poder calorífico intermedio y esta relacionado con su buen rendimiento productivo en madera tostada, carbón y densidad aparente.
3. Utilizar a la *Hevea guianensis* como “mecha” por su facilidad de encendido y poseer alto poder calorífico para el encendido dentro de hornos tanto de madera tostada y carbón de cualquier especie.
4. Proponer a los concesionarios a realizar plantaciones energéticas con especies que tienen un mayor rendimiento de madera tostada y carbón, además, de poseer un mayor poder calorífico.
5. Iniciar la transferencia de tecnología en las comunidades con la finalidad de que la población use el producto transformado en madera tostada como combustible.

CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACION

Álvarez, L. M. 2017. Diseño de la investigación de caracterización energética de las cinco especies arbóreas más utilizadas para el consumo de leña en Santa Cruz del Quiché. Trabajo de Graduación para obtención del título de Ingeniera Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 105 pág.

Arcate, J. 2000. New process for torrefied wood manufacturing. *Bioenergy update*. No. 4, vol, 2, April 2000.

<http://www.techtp.com/Bioenergy%20Update%20.pdf>.

Asociación Brasileira de Normas Técnicas/ABNT. 1985. Carbón vegetal. Análisis inmediato. Método de ensayo N° NBR 8112. Sistema de Metrología Normalización y Calidad Industrial. Rio de Janeiro. 6 pág.

Cabudivo, A.1990. Rendimiento y Análisis Químico Inmediato del carbón de Tres Especies Forestales Tropicales de la zona de Genaro Herrera. UNAP. Facultad de Ingeniería Forestal. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Iquitos. 67 pág.

Chujutalli, E. X. 2017. Potencial bio-combustible de la madera tostada y carbón de tres especies maderables de la parcela 2 del arboretum el Huayo, Puerto Almendra, Loreto-Perú, 2017. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 53 p.

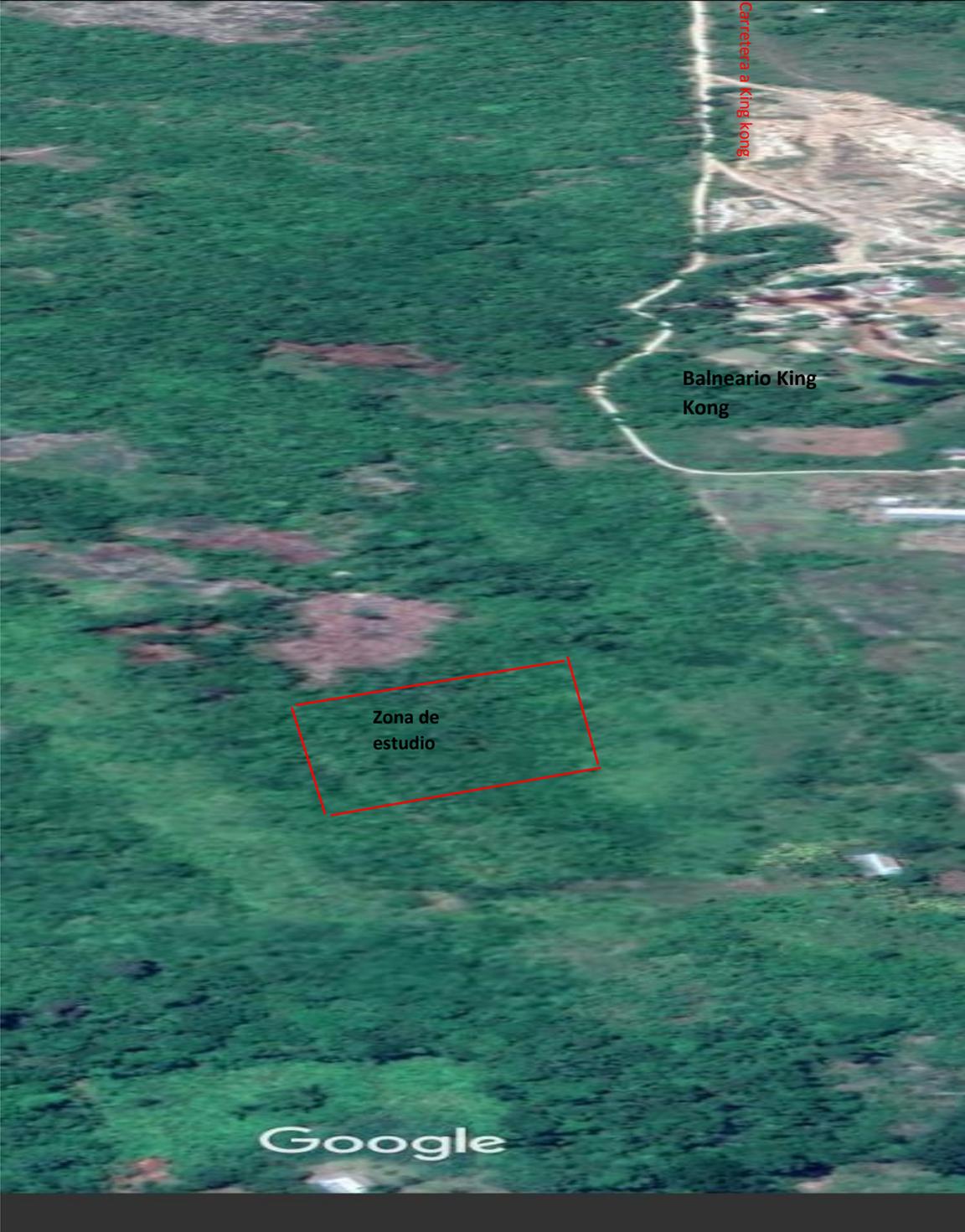
Donayre, G. 2015. Rendimiento energético de la madera tostada y carbón de tres especies forestales del arboretum “el huayo, Puerto Almendra, Iquitos-Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la

- Amazonia Peruana. Iquitos. 67 pág.
- Doat, J. 1985. Un Nouveau Produit Energetique pour les Pays en Developpement le Bois Torrefie. En Revue boiset Forests des Tropiques N° 8, 2° trimestre. 1985. 8 p.
- Fernández-Puratich, H. y Oliver-Villanueva, J. V. 2014. Cuantificación de biomasa y valor energético de renovales de *Quercus ilex* en condiciones mediterráneas. Bosque 35(1): 65-74
- Garay, K. 2016. Evaluación del rendimiento y calidad del carbón de *Dipteryx micrantha* Harms (shihuahuaco) y *Cedrelinga cateniformis* Ducke (tornillo), en el CIEFOR- Puerto Almendra, Iquitos-Perú-2015. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 80 p.
- García-Rojas, L.; Márquez-Montesino, F.; Aguiar-Trujillo, L.; Arauso-Pérez, J.; Carballo-Abreu, L.; Orea- Igarza, U. y Zanzi, R. 2009. Rendimiento de los productos de la descomposición térmica de la madera de *Eucalyptus salignas* Smith a diferentes alturas del fuste comercial. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(2): 147-154.
- IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2007. Biomasa: Cultivos energéticos. Gobierno de España Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid. 56 pág.
- Instituto Nacional de Ecología-INE. 2007. Glosario ecológico. Instituto Nacional de Ecología. Andalucía. 132 pág.
- Jara, H. 2009. Biomasa y sus propiedades como combustible. CMPC Celulosa Planta Laja. En: *Revista Celulosa y Papel*. ATCP pp. 24-28

- Martins, H. 1980. Madeira como fonte de energía. En: Uso da madeira para fins energéticos. Fundacao Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC. Belo Horizonte. Serie de Publicacoes Técnicas. pp. 9-26.
- Miller, G. T. 1994. Ecología y medio ambiente: Introducción a la ciencia ambiental, el desarrollo sustentable y la conciencia de conservación del planeta Tierra. México, 16 pág.
- Rodríguez, C. y Cabudivo, A. 2004. Evaluación de las características Físico-químico y Energética de leña seca al aire, leña tostada y carbón de residuos de aserrío de tres especies forestales en Puerto Almendra. UNAP. Facultad de Ingeniería Forestal. Artículo Científico. Iquitos. 15 pág
- Ruiz, M. 2017. Características bio-combustibles de la madera tostada y carbón de plantaciones *Vochysia lomatophyla* "quillosa" de diferentes edades, Puerto Almendra, Iquitos-Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 59 pág.

ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de los bosques de la zona de Nina rumi



Anexo 2. Ubicación de las especies a investigar

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Densidad básica (kg/m ³)	DAP (cm)	Altura Comercial (m)	Altura Total (m)	Ubicación geográfica		
							UTM	18 M	Altura del terreno (m.s.n.m.)
Shimbillo de varillal	<i>Inga tarapotensis</i>	Fabaceae	600	13	2	7	9573769	679985	100
Rifari	<i>Miconia poeppigii</i>	Melastomataceae	530	16	7	13	9573795	679950	92
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i>	Euphorbiaceae	570	12	10	14	9573796	679996	100

Anexo 3. Toma de datos para obtención de madera tostada y su rendimiento

Especie	Densidad básica madera (Kg/m ³)	muestra madera seca (antes del ensayo) (g.)	madera tostada (después del ensayo) (g.)	Rendimiento (280°-285°) (%)	Densidad m. tostada (Kg/m ³)	Madera tostada			
						Humedad %	Materia volátil %	ceniza %	carbono fijo %
Shimbillo de varillal	600	1,00	73,55	73,55	510	2,25	52,05	2,00	43,70
	600	1,00	73,85	73,85	520	2,25	53,45	2,00	42,30
	600	1,00	73,65	73,65	510	2,24	52,66	2,00	43,10
Total Promedio				221,05	1530	6,74	158,16	6,00	129,10
				73,68	510	2,25	52,72	2,00	43,03
Rifari	570	1,00	72,85	72,85	500	2,50	46,35	3,25	47,90
	570	1,00	72,93	72,93	500	2,48	46,22	3,75	47,55
	570	1,00	72,72	72,72	490	2,51	45,74	3,00	48,75
Total Promedio				218,5	1590	7,49	138,31	10,00	144,20
				72,83	530	2,50	46,10	3,33	48,07
Shiringa	530	1,00	69,05	69,05	470	3,25	44,75	2,50	49,50
	530	1,00	68,77	68,77	460	3,04	44,46	3,50	49,00
	530	1,00	68,88	68,88	470	3,28	44,82	2,50	49,40
Total Promedio				206,70	1400	9,57	134,03	8,50	147,90
				68,90	460	3,19	44,68	2,83	49,30

Anexo 4. Toma de datos para obtención de carbón y su rendimiento

Especie	Densidad básica madera (Kg/m ³)	muestra madera seca (antes del ensayo) (g.)	Carbón (350°) (después del ensayo) (g.)	Rendimiento (350°) (%)	Densidad carbón (Kg/m ³)	Carbón			
						Humedad %	Materia volátil %	ceniza %	carbono fijo %
Shimbillo de varillal	600	1.00	41.55	41.55	380	1.35	11.00	2.48	85.17
	600	1.00	41.85	41.85	380	1.36	11.70	2.53	84.41
	600	1.00	40.65	40.65	370	1.36	10.90	2.45	85.29
Total				124.05	1130	4.07	33.60	7.46	254.87
Promedio				41.35	376.67	1.36	11.20	2.49	84.96
Rifari	570	1.00	39.85	39.85	360	1.41	10.80	2.38	85.41
	570	1.00	38.93	38.93	355	1.41	10.40	2.40	85.79
	570	1.00	39.72	39.72	365	1.41	10.60	2.35	85.64
Total Promedio				118.5	1080	4.23	31.80	7.13	256.84
				39.5	360.00	1.41	10.60	2.38	85.61
Shiringa	530	1.00	37.05	37.05	340	2.01	9.10	2.80	86.09
	530	1.00	38.77	38.77	345	2.01	9.20	2.90	85.89
	530	1.00	37.88	37.88	340	2.02	9.80	2.60	85.58
Total Promedio				113.7	1025	6.04	28.10	8.30	257.56
				37.9	341.67	2.01	9.37	2.77	85.85

Anexo 5. Calculo del carbono fijo y poder calorífico de la madera tostada y carbón

Especies	Ensayos	Madera seca	Leña tostada						Carbon					
			Poder calorifico (kcal/kg)	Carbono fijo (C) (%)	Materia volatil (V) (%)	V/V+C	Valor de (A)	Poder calorifico (kcal/kg)	Rendimiento energetico (%)	Carbono fijo (C) (%)	Materia volatil (V) (%)	V/V+C	Valor de (A)	Poder calorifico (kcal/kg)
Shimbillo	1	4721.00	43.70	52.05	0.54	45	5925.65	79.67	85.17	11.00	0.11	114	8237.94	57.31
	2	4721.00	42.30	53.45	0.56	45	5873.85	80.37	84.41	11.70	0.12	110	8208.62	57.51
	3	4721.00	43.1	52.66	0.55	45	5903.90	79.96	85.29	10.90	0.11	110	8192.78	57.62
Total		14163.00	129.1	158.16		45	17703.40	240.01	254.87	33.60	0.12	114	24639.34	172.44
Promedio		4721.00	43.03	52.72	0.55	45	5901.13	80.00	84.96	11.20	0.12	114	8243.25	57.27
Rifari	1	4721.00	47.90	46.35	0.49	40	5781.80	81.65	85.41	10.80	0.11	111	8202.42	57.56
	2	4721.00	47.55	46.22	0.49	40	5747.90	82.13	85.79	10.40	0.11	110	8178.78	57.72
	3	4721.00	48.75	45.74	0.48	40	5827.10	81.02	85.64	10.60	0.11	110	8188.48	57.65
Total		14163.00	144.20	138.31		40	17356.80	244.81	256.84	31.80	0.11	110	24569.68	172.93
Promedio		4721.00	48.07	46.10	0.49	40	5785.60	81.60	85.61	10.60	0.11	110	8186.29	57.84
Shiringa	1	4735.00	49.50	44.75	0.47	45	6072.75	77.97	86.09	9.10	0.10	116	8114.98	58.35
	2	4735.00	49.00	44.46	0.48	45	6018.85	78.67	85.89	9.20	0.10	114	8091.78	58.52
	3	4735.00	49.40	44.82	0.48	45	6067.70	78.04	85.58	9.80	0.10	116	8154.36	58.07
Total		14205.00	147.90	134.03		45	18159.30	234.68	257.56	28.10	0.10	116	24361.12	174.93
Promedio		4735.00	49.30	44.68	0.48	45	6053.10	78.22	85.85	9.37	0.10	116	8126.51	58.27

Anexo 6. Análisis inmediato del carbón

Norma de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 1985).

Humedad (H)

En un crisol previamente seco sin tapa se pesa 1 gramo de muestra, luego colocarlo en una estufa previamente calentado a 105 ± 2 °C, se dejará por dos horas hasta peso constante, se retira las muestras de la estufa, se enfría en un desecador y se determina el peso final (ABNT, 1985). La humedad se calculará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$H\% = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Donde:

A : Crisol + masa de la muestra original, en g.

B : crisol + masa seca, en g.

C : crisol vacío, en g.

Materia volátil (MV)

En un crisol con tapa previamente seca se pesa 1 gramo de muestra exento de humedad, se coloca sobre la puerta de la mufla previamente calentada a 900 ± 10 °C permaneciendo en esa posición durante 3 minutos luego se introduce al interior de la mufla y se deja en esa posición por 7 minutos con la puerta cerrada, se retira la muestra, se enfría en un desecador y se pesa la masa final (ABNT, 1985).

La materia volátil se determina según la siguiente expresión:

$$Mv = \frac{m_2 - m_3}{m} \times 100$$

Donde:

Mv = Contenido de materia volátil, en porcentaje.

m = Masa de la muestra, en gramos.

m2 = Masa inicial del crisol + muestra, en gramos

m3 = Masa final del crisol + muestra, en gramos.

Ceniza (C)

En un crisol sin tapa previamente seco se pesa 1 gramo de muestra exento de humedad, se coloca en una mufla previamente calentada a 700 +/-10°C. Se deja el crisol en la mufla hasta que la muestra se quemé completamente. Luego se retira y se enfría en un desecador, se pesa la masa final (ABNT, 1985). El contenido de cenizas se calcula según la siguiente expresión:

$$Cz = \frac{m1 - m0}{m} \times 100$$

Donde:

Cz = Contenido de cenizas, en porcentaje

m0 = Masa del crisol, en gramos

m1 = Masa del crisol + residuo, en gramos

m = Masa de la muestra, en gramos

Carbono Fijo (Cf)

El contenido de carbono fijo se calcula según la siguiente expresión:

$$Cf\% = 100 - (H\% - Mv\% - Cz\%)$$

Anexo 7 Tabla de valores calculados de A para diversas relaciones V/V+C

V/V+C	A
<0.05	150
0.05	145
0.10	130
0.15	117
0.20	109
0.25	103
0.30	96
0.35	89
0,40	80

Fuente: Guimarães, Aguiuelio y Batista (1982).

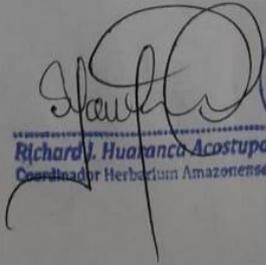
LEYENDA:

V= Materias volátiles (%)

C= Carbono fijo (%)

A= Coeficiente dado por la relación (V/V+C)

Anexo 8. Constancia de especies identificadas

	UNAP	Centro de Investigación de Recursos Naturales Herbarium Amazonense — AMAZ		
INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN AUT-ICND-2017-005				
CONSTANCIA n.º 030-2021-AMAZ-UNAP				
El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana				
HACE CONSTAR:				
Que, las muestra botánica presentada por el bachiller CHRISTIAN PÉREZ VERA de Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales pertenece a la tesis de pre grado titulado “CARACTERÍSTICAS DE LAS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS DE COMBUSTIBLES SOLIDOS DE TRES ESPECIES DEL BOSQUE VARILLAL DE NINA RUMI, LORETO-PERÚ, 2020” han sido DETERMINADAS en este Herbarium Amazonense (AMAZ) , del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), como a continuación se indica:				
Nº	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR	
1	FABACEAE	<i>Inga tarapotensis</i>	Spruce ex Benth.	“shimbillo de varillal”
2	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia poeppigii</i>	Triana	“rifari”
3	EUPHORBIACEAE	<i>Hevea guianensis</i>	Aubl.	“shiringa”
4	EUPHORBIACEAE	<i>Hevea nitida</i>	Mart. ex Müll. Arg.	“shiringa”
Determinador: Ing. Juan Celidonio Ruiz Macedo				
A los cuatro días del mes de octubre de dos mil veintiuno, se expide la presente constancia al interesado para los fines que se estime conveniente.				
Atentamente,				
				
		Richard J. Huazanca Acostupa Coordinador Herbarium Amazonense		
Dirección Pevas/Nanay – Iquitos Perú		Página 1 de 1	CONSTANCIA n.º 023-2021-AMAZ-UNAP	