

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Evaluación de las briquetas orgánicas, en el proceso de quema en hornos
artesanales, Rioja - 2019**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTORA:

Floreña Rafael Saldaña

ASESOR:

Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Código: 6052219

Moyobamba - Perú

2022



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Evaluación de las briquetas orgánicas, en el proceso de quema en hornos
artesanales, Rloja - 2019**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTORA:

Fiorela Rafael Saldaña

ASESOR:

Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Código: 6052219

Moyobamba - Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Evaluación de las briquetas orgánicas, en el proceso de quema en hornos
artesanales, Rioja - 2019**

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTORA:

Fiorela Rafael Saldaña

ASESOR:

Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Código: 6052219

Moyobamba – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Evaluación de las briquetas orgánicas, en el proceso de la quema en hornos artesanales, Rioja-2019

AUTORA:

Fiorela Rafael Saldaña

Sustentado y aprobado el día 12 de octubre del 2022, por los siguientes jurados:

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Presidente

Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález
Secretario

Ing. M.Sc. Angel Tuesta Casique
Miembro

Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Fiorela Rafael Saldaña**, egresado de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín, identificado con DNI N° 46476485, con la tesis titulada **“Evaluación de las briquetas orgánicas, en el proceso de la quema en hornos artesanales, Rioja-2019”**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 12 de Octubre del 2022.



Fiorela Rafael Saldaña

DNI N° 71222985



Dedicatoria

Primero que todo dedico esta investigación al Señor todopoderoso, que me brindó la oportunidad de sobrevivir en el mundo, por darme paciencia y dedicación necesaria a fin de concluir mi fase formativa de forma eficiente.

En segunda instancia lo dedico a mis padres, Elva de Jesús Saldaña Tello y Paulino Rafael Altamirano, por darme la oportunidad de elegir mi carrera, apoyarme en mis logros y peores momentos, para salir adelante.

Por ultimo lo dedico a mis hermanas, aunque hay a veces que me dieron un jalón de orejas, cuando me desesperaba, para luego me brindaban su apoyo de forma incondicional.

Fiorela Rafael Saldaña

Agradecimiento

Para poder agradecer, mi lista no terminaría nunca, pero al menos los que considero importante, primero al que doy las gracias de estar viva, a Dios que me guio, para poder concluir esta parte de mi vida

También agradezco a mis mayores que fueron mi soporte permanente, para poder terminar mi carrera universitaria.

Y a su vez al Ing Rubén Ruiz, que me brindó su apoyo y guía en el transcurso de todo el progreso de mi investigación.

Agradezco a los que por cinco años de formación, fueron más que maestros, fueron guías y amigos, por sus enseñanzas y consejos, aunque a veces nos terminaban contando parte de su experiencias de vida, en el salón de clases.

Fiorela Rafael Saldaña

Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
1.1. Antecedentes de la investigación.....	2
1.1.1. Internacional.....	2
1.1.2. Nacional	5
1.2. Bases teóricas.....	6
1.2.1. Briquetas	6
1.2.2. Aspectos botánicos de la materia prima utilizada	7
1.2.3. Hornos	10
1.2.3. Biomasa.....	11
1.2.5. Biocombustibles.....	15
1.3. Definición de términos básicos.....	16
CAPÍTULO II.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
2.1. Materiales.....	18
2.1.1. Materia prima.....	18
2.1.2. Aglomerante.....	18
2.1.3. Equipos	18
2.1.4. Componentes de la prensa artesanal	18

2.1.5. Horno artesanal	19
2.2. Métodos	19
2.2.1. Etapa preliminar	19
2.2.2. Etapa de experimentación	20
2.2.3. Etapa de gabinete	21
CAPÍTULO III	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1. Resultados	22
3.1.1. Proceso de fabricación de briquetas orgánicas.....	22
3.1.2. Análisis de los pasos del proceso normal de quema en hornos artesanales	31
3.1.3. Análisis de la incorporación de las briquetas en el proceso de quema de hornos artesanales.	47
3.1.4. Verificación estadística de la hipótesis	49
3.2. Discusiones	52
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	60
Anexo 1. Cantidad de biomasa usada durante el quemado de hornos artesanales	60
Anexo 2. Panel fotográfico	62

Índice de tablas

Tabla 1. Datos del paso uno del proceso de quema de hornos artesanales.....	34
Tabla 2. Datos del paso dos del proceso de quema de hornos artesanales	36
Tabla 3. Datos del paso tres, del proceso de quema de hornos artesanales.....	40
Tabla 4. Datos del paso tres, del proceso de quema de hornos artesanales.....	43
Tabla 5. Datos del paso cuatro, del proceso de quema de hornos artesanales.....	46
Tabla 6. Resumen del proceso de quema con briquetas de cáscara de coco	48
Tabla 7. Resumen del proceso de quema con briquetas de cáscara de plátano	48
Tabla 8. Resumen de los datos del proceso de quema de hornos artesanales	50
Tabla 9. Análisis de varianza.....	50
Tabla 10. Resumen de las cantidades de biomasa usada durante el quemado de horno artesanal.....	60

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Diseño de la prensa artesanal	23
<i>Figura 2.</i> División usada para anotar lo temperatura dentro de un horno artesanal.....	33
<i>Figura 3.</i> Gráfico de los datos del paso 1 de prendido de hornos artesanales.....	35
<i>Figura 4.</i> Gráfico del paso 2, en el lado izquierdo del horno artesanal.....	37
<i>Figura 5.</i> Gráfico del paso 2, en el lado central parte de arriba del horno artesanal.....	38
<i>Figura 6.</i> Gráfico del paso 2, en el lado central del horno artesanal.....	38
<i>Figura 7.</i> Gráfico del paso 2, en el lado derecho del horno artesanal.....	39
<i>Figura 8.</i> Gráfico del paso 3, en el lado izquierdo del horno artesanal.....	41
<i>Figura 9.</i> Gráfico del paso 3, en el lado central la parte de arriba del horno artesanal.....	41
<i>Figura 10.</i> Gráfico del paso 3, en el lado central del horno artesanal.....	41
<i>Figura 11.</i> Gráfico del paso 3, en el lado derecho del horno artesanal.....	42
<i>Figura 12.</i> Gráfico del paso 4, en el lado izquierdo del horno artesanal.....	44
<i>Figura 13.</i> Gráfico del paso 4, en el lado central de la parte de arriba del horno artesanal.	44
<i>Figura 14.</i> Gráfico del paso 4, en el lado central del horno artesanal.....	44
<i>Figura 15.</i> Gráfico del paso 4, en el lado derecho del horno artesanal.....	45
<i>Figura 16.</i> Gráfico de la temperatura durante el horneado	46
<i>Figura 17.</i> Representación del análisis de varianza	51

Resumen

En los tiempos actuales el uso de briquetas orgánicas, es un tema que va calando poco a poco en la mente del ser humano, al buscar medidas alternativas como sustitutas preliminares de algunos insumos, en la presente investigación se determinó la evaluación de briquetas orgánicas, en el proceso de quema en hornos artesanales, realizado en el distrito de Rioja, provincia Rioja, en el departamento de San Martín, en su metodología se planteó en una estructura de tres etapas, preliminar, experimentación y gabinete, a su vez fue registrados en resultados, la cáscara de coco y de cáscara de plátano como materia prima sus briquetas obtuvieron una temperatura promedio de 407 °C y 388 °C, respectivamente, con relación a la leña que tuvo 390 °C y a su vez se tuvo en tiempo de quema, 175 minutos para la cáscara de plátano, 120 minutos con respecto a la cáscara de coco y en leña 175 minutos, para el termino del horneado, teniendo en cuenta con respecto a la materia prima cascarilla de arroz, que es difícil de compactar, por lo que se optó por no realizar la evaluación de esta, concluyendo que la prueba estadística realizada, acepta la hipótesis planteada, ya que las briquetas orgánicas, es significativo en el proceso de quema en hornos artesanales.

Palabras claves. Briquetas, orgánicas, horno, artesanal, leña.

Abstract

Nowadays, the use of organic briquettes is a topic that is gradually becoming part of the human mind, as alternative measures are sought as preliminary substitutes for some inputs. In the present investigation, the evaluation of organic briquettes was determined, using the process of burning in artisanal ovens, carried out in the district of Rioja, Rioja province, in the department of San Martín. The methodology was based on a three-stage structure: preliminary, experimental and laboratory. The results showed that coconut husk and banana peel as raw material for briquettes obtained an average temperature of 407 °C and 388 °C, respectively, compared to firewood which had 390 °C. In turn, the burning time was 175 minutes for banana peel, 120 minutes for coconut shell and 175 minutes for firewood, in order to finish the baking process. Considering that the rice husk raw material is difficult to compact, it was decided not to evaluate this raw material. In conclusion, the statistical test performed accepts the hypothesis, since the organic briquettes are significant in the burning process in artisanal oven.

Keywords. Briquettes, organic, oven, artisanal, firewood.



Introducción

Las briquetas, son una nueva visión de desarrollo, una visión holística, que beneficiaría tanto a las personas, en su estado de salud disminuyendo la inhalación de humo, como en su estado financiero, ya es de bajo costo y de fácil fabricación. También beneficia al medio en la que se encuentran, porque disminuye la contaminación del aire, al reducir la cantidad de humo que se desprende al quemarse, a su vez, se hace un rehúso de las cáscaras que en muchos casos, son desechadas, por lo que como destino final muchas veces son los botaderos de las ciudades, como al ambiente mismo, convirtiéndose en un foco de contaminación, cuando se empieza a secar, atrayendo, moscas y otros insectos, que transmiten enfermedades, afectando a todas la gente expuesta a ello.

Según la interrogante, “*¿Por qué las briquetas orgánicas, afectan el proceso de quema de hornos artesanales, Rioja – 2019?*” de la cual se basó la investigación y se tuvo como hipótesis, “*las briquetas orgánicas afectan significativamente, el proceso de quema en hornos artesanales, Rioja-2019*”

El estudio es importante porque las briquetas orgánicas es una alternativa viable, que reutiliza las cáscaras de algunas materias primas que descartamos, en este caso aplicándole al proceso de quema en hornos artesanales, lo que reduce el consumo de leña, teniendo limitaciones mayoritariamente en el manejo de la cascarilla de arroz al momento de la formación de esta briqueta, ya que con el procedimiento establecido no se pudo compactar de manera uniforme, lo que llevó a eliminar esta materia prima y evaluar solamente con las dos restantes, sin llegar a afectar los resultados finales.

Teniendo como objetivo general, evaluar las briquetas orgánicas, en el proceso de quema en hornos artesanales, Rioja – 2019 y como objetivos específicos, (a) detallar el proceso de fabricación briquetas orgánicas, (b) analizar los pasos del proceso normal de quema en hornos artesanales e (c) incorporar de las briquetas en el proceso de quema de hornos artesanales.

El estudio fue estructurado de modo que la lectura, comprensión y manejos futuros sea sencillo, con un estándar básico de tres capítulos, que se dividen en revisión bibliográfica, juntos tanto materiales como metodología terminando con la unión de resultados con discusiones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Internacional

Macías (2017), detalló sobre la preparación y caracterización física y química de la briqueta con el fin de darle mayor valor agregado a los residuos agroindustriales tales como: cascarilla de arroz, polvillo, cuesco y aserrín. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial A x B x C que constó de 12 tratamientos y 2 réplicas. Los factores de estudio fueron: Para establecer las diferencias entre los niveles se aplicaron pruebas de significación Tukey ($p < 0,05$), mediante el programa estadístico StatGraphics e Infostat. Para el proceso de compactación se diseñó y fabricó moldes de formas cilíndricas y rectangulares de 10 y 15 cm de altura, las cuales garantizaron la solidez del material al momento de extraer el molde. Se realizó análisis físicos y químicos a las briquetas, determinó que el mejor tratamiento fue preparado con cáscara de arroz 4 %, polvillo 14 %, cuesco 10 %, Aserrín 12 %, de forma cuadrada con un tamaño de 10 cm , se procedió a realizar pruebas de temperatura y tiempo de combustión, donde alcanzo un rango de (127-240)°C en un tiempo de 30 minutos para ser totalmente calcinada.

Niño (2019), examinó el comportamiento de las briquetas fabricadas a partir de una mezcla de cascarilla de arroz y aserrín de pino permitió evidenciar que las variables respuesta del proceso de densificación, en distintos grados respecto a las variables independientes (temperatura del proceso, proporción de mezcla de biomasa, tiempo de compactación). El diseño experimental consistió en un modelo factorial mixto de tres factores: temperatura (90 °C y 110 °C), tiempo de compactación (20 s, 40 s y 60 s) y proporción de biomasa (25 %, 50 % y 75 %), obteniendo en total 18 tratamientos. Las variables de mayor importancia fueron la temperatura del proceso y la proporción de cascarilla de arroz en la mezcla de biomasa, teniendo las mejores propiedades de resistencia mecánica con los niveles de temperatura alto (110 °C) y menor proporción de cascarilla en la mezcla (25 %) que favorecen los procesos de densificación y aglomeración de partículas.

Pavón (2019), determinó en su estudio el poder calorífico y tiempo de combustión de cuatro modelos de briquetas con el propósito de la utilización de los agregado a los residuos de la madera mediante, para la elaboración se mezcló con dos tipos aglutinantes (melaza y cola blanca). Como resultado se observó que los prototipos con las mezclas; 70 % (aserrín); 30 % (melaza) y 80 % (aserrín); 20 % (cola blanca), al finalizar el proceso los prototipos analizados presentaban temperaturas que oscilan entre 116– 422 °C. Concluyendo que la mezcla óptima para la producción de briquetas son: (80 % aserrín; 20 % cola blanca) y (70 % aserrín; 30 % melaza). Dentro de los parámetros de combustión se determinó que los prototipos más eficientes fueron aquellos que tenían como aglutinante resina sintética debido a su eficiencia en el tiempo de combustión. Las muestras más eficientes a los diferentes parámetros de combustión fueron aquellos que tenían como cola blanca por presencia de llama, no obstante, los prototipos que tiene melaza también poseen características favorables como la velocidad de combustión y el equivalente de combustible consumido.

Rodríguez et al. (2014), detallaron la capacidad energética de las briquetas preparadas partiendo de cascarilla de café para la sustitución de leña en la preparación de rosquillas, ubicado en Nicaragua, en su metodología se realizó a través de ensayos, tanto de forma inicial como crítica y de repeticiones continuas, teniendo en resultados, que el proceso de quema en hornos artesanales es de 1 hora 30 minutos (leña) con una temperatura de horno de 270 °C en el momento del horneado, demorando 32 minutos en coser las rosquillas, finalizando con una temperatura de 170 °C y 1 hora 15 minutos (prototipo de briqueta), con una temperatura de horno de 500 °C, teniendo de por sí esperar 20 minutos para que la temperatura baje a 400 °C, para que al momento de hornear no se quemara, solo demora en hornear 10 minutos, aprovechando que la temperatura se mantuvo se realizó dos horneadas consecutivas, terminando con una temperatura de 145 °C. En una comparación final entre la briqueta desarrollada y la leña, es la briqueta la que presenta un aumento de poder calorífico, una menor proporción de ceniza y un aumento del tiempo de quema, que en un punto de vista ambiental tiene un desarrollo muy satisfactorio y destacable.

Vera (2014), estudió el diseño de una muestra de briqueta a partir de biomasa vegetal deshidratada, con el fin de generar energía calórica, teniendo en su metodología tres fases disciplinarias, consistiendo en campo, laboratorio y transferencia de tecnología, los resultados describen que las briquetas: en el experimento 1, con los materiales principales se tuvo a la cáscara de café, una porción de aserrín y corteza de caña de azúcar, unidos con un pegamento hecho caseramente, tuvo un poder calórico de 8395,22 cal/g, con un porcentaje de ceniza de 4,35%, en el experimento 2 tuvo como materiales primarios a la cáscara de café, unidos con cisco de arroz, corteza de caña de azúcar, con pegamento casero, con un poder calórico de 8568,98 cal/g, con un porcentaje de ceniza de 8,04% y el experimento 3, tuvo como materiales a la corteza de caña de azúcar que fue sumado a la cáscara de café y estiércol con el pegamento casero, con un poder calórico de 6525,96 cal/g, con un porcentaje de ceniza de 12,77%. Concluyendo que la briqueta que presento un mayor poder calorífico fue la que se utilizó 60% (cascarilla de café), 20% (cisco de arroz) y un 20% (bagazo de caña), acompañada con 50 g de aglomerante.

Valiente (2017), en su trabajo de grado, detalla como objetivo, a la evaluación de la viabilidad ambiental y económica de elaborar briquetas a partir del residuo agroindustrial de arroz como alternativa de sustitución de la leña proveniente de fuentes no controladas en el municipio de el progreso ubicado en el departamento de Jutiapa, Guatemala, la metodología a usar es a través de un diseño experimental, a través de siete experimentos bases, que se midió a través de la utilización de diferentes cantidades en porcentaje de cascarilla de arroz y almidón de yuca para evaluar la adhesión y determinar la mejor opción, el análisis realizado, la humedad, cenizas, poder calorífico, el tiempo de combustión y el costo de elaborar briquetas industrialmente, se evaluó el costo de las materias primas, mano de obra, energía eléctrica, mantenimiento, empaque y la inversión inicial, como resultado, un promedio de humedad de 48,53 %, de ceniza 9,806 %, de poder calórico 14,113 mj/kg y el periodo de combustión de 69,90 minutos. Llegando a la conclusión que la composición óptima para elaborar briquetas a base del residuo agroindustrial, que permite maximizar el uso de biomasa y disminuir los componentes adicionales es de 70% cascarilla de arroz y 30% aglutinante de almidón de yuca.

1.1.2. Nacional

Aguirre y Costilla (2017), describieron el desarrollo de briquetas procesadas a partir de arroz (cascarilla y polvillo), determinando principalmente sus características físicas, metódicamente ejecutaron un diseño experimental de carácter correlacional, teniendo una muestra de las briquetas según tres proporciones, los resultados registraron que los experimentos en la cual la proporción cumplió 60% (engrudo) y 40% (pajilla) teniendo en cuenta que después del secado una mayor densidad, contextura y compactación, terminado el análisis con la verificación del quemado que se promedió en 13 minutos generando mínimo humo, llegando a concluir que la briqueta de proporciones optimas refleja en sus datos además que le da una masa uniforme que ayudara en la comprensión para tener una textura sólida, también tiene una resistencia a una comprensión de 400 psi, habiendo utilizado como aglomerante, las proporciones de 50 gramos (polvillo de arroz) y 200 mililitros (agua), cocinado poco a poco a una temperatura de 65° C.

Huancas (2017), analizó la caracterización física y química de la elaboración de briquetas en base de residuos de madera, el estudio se llevó a cabo en el departamento de Loreto, con el apoyo de la empresa CORINAY dedicada al rubro, las muestras fueron obtenidas de la producción de la planta briqueteadora, estimando una muestra de 204 briquetas, de una población de 840 que equivale a 1008 toneladas, producidas en el día del ensayo, hubo ejecutado la evaluación por cuatro cuartetos con una eliminación de 6 por exceder las dimensiones establecidas, teniendo 9,3 cm de diámetro y 15 cm., de largo como sus características básicas, metodológicamente fue registrado en dos etapas, la primera que consiste en evaluar la producción de briquetas y la segunda etapa en laboratorio en la cual realizó las características físico – químicas de las briquetas, teniendo como resultados la temperatura promedio de inflamabilidad promedio de 320 °C, concluyendo que la observación de cerca en el momento del secado de los elementos orgánicos elegidos es fundamental a fin de lograr briquetas de buena calidad.

Samamé (2017), determinó que el tipo de briquetas de carbón elaborados de residuos de biomasa que produce mejor energía calórica y eficiencia, siendo esta investigación descriptiva, porque se recogió información de las variables para luego analizar el poder calórico y también las emisiones que las briquetas al realizar combustión, después de haber procesado y fabricado las briquetas de carbón y una vez haber ejercido 10 pruebas consecutivas en días diferentes, utilizando 3 grupos de materiales idénticos para poder probar las briquetas de carbón hechas de aserrín y bagazo, más el mismo carbón de algarrobo, se obtuvo como resultado que el tipo de briquetas de carbón elaborados de residuos de biomasa que produce mejor energía calorífica y eficiencia es sin duda la briqueta fabricada de aserrín, ya que en todos los aspectos es conveniente; como así lo demuestran los resultados de poder calorífico con 77,5 kcal con una eficiencia de 13 minutos y 19 segundos, absoluta sobre la briqueta de carbón hecha de bagazo con 76 kcal con una eficiencia de 16 minutos 06 segundos y sobre todo por encima del carbón de algarrobo con 76 kcal y una eficiencia de 17 minutos para hacer coaccionar 1 litro de agua respectivamente.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Briquetas

Briqueta es definida en los últimos años como un objeto utilizado en el transcurso de la quema artesanal principalmente como apoyo de la leña común utilizada, es fácil de distinguir y muy difícil de confundir, pero lo que lo complica son los diferentes materiales con la que está hecho, a pesar de todo teniendo en común su alta densidad y que se forman a partir de comprimir los residuos con algún tipo de aglomerante (Marcos, 1994).

Tiene un cuerpo compacto y parejo, por lo que algunos tipos de briquetas tienen una gran ventaja con lo factible que resulta el manejo en su almacenamiento, transporte y uso con respecto a la leña, por lo que se debe contar en la forma de usar es idéntico a la quema de leña, considerando un buen uso en chimeneas, ya que es más sencillo de manipular y controlar la fuerza de la combustión durante un periodo de tiempo menor a las 24 horas (Enciso, 2007).

Las briquetas tienen una forma variable dependiendo del proceso de cómo se realiza, ya sea en maquinaria, como casera, mayoritariamente es cilíndrico en forma de tubo corto, incluso algunos casos les añaden un espacio abierto en el centro con el fin de garantizar la combustión eficiente, considerando diferentes formas para la disminuir una desventaja inherente en la compactación y manipulación posterior la desintegración (Marcos, 1994).

1.2.2. Aspectos botánicos de la materia prima utilizada

A. Coco

El coco como planta tiene un tallo que desarrolla, mayoritariamente de una yema terminal, el diámetro y la altura varían de acuerdo a la disponibilidad de agua, la edad y las condiciones ecológicas en la que se desarrolla, no cuenta con una raíz principal, son adventicias, partiendo de la base del tallo, con una hoja de palmera tiene aproximada de 6 a 10 metros de longitud, una superficie foliar de 7 a 8 m², teniendo en cuenta que cada año forman un máximo de 14 a 16 hojas, con un periodo de vida de 4 años (García y Guerrero, 2003).

En cuentión de las inflorescencias del coco, son paniculadas, protegidas por bracteadas desarrolladas a partir de los 3 o 4 meses después de que se liberan las espigas, alcanzando en su periodo máximo a poseer tanto flores masculinas como femeninas, llegando a tener como resultado nace lo que se conoce como coco, fruta en la cual, la parte interna se aloja el albumen líquido, envuelta con una capa de albumen sólido, protegidos por una capa fina marrón conocida como hueso, de las cuales se recubre con un mesocarpo fibroso y espeso rodeada por una epidermis lisa (Alfonso y Ramírez, 2008).

Existe un sin número de usos del coco tanto como en planta y como fruta, su madera en algunos lugares aledaños a áreas de cocotales la usan para la construcción de casas, fabricación de muebles, las palmas más artesanalmente como techos, tapetes, sombreros, el agua de coco es consumida como bebida hidratante por su alto valor nutritivo, la nuez del coco es usada mayormente en cosmetología (aceites esenciales), o como alimento (harina, conservas, deshidratado y rayados) (Lizano, 2005).

B. Plátano

El plátano se describe como una planta de tipo herbáceo, continuo con una gran altura, cuenta con un rizoma subterráneo reducido y almidonoso, hasta el punto de llegar a florecer y fructificar, posee un tallo aparente o pseudotallo de aproximadamente 3,5 a 7,5 metros de altura sobre la superficie, teniendo en la punta una corona de hojas con una estructura de espiral, midiendo en su apogeo un largo de dos a cuatro metros y ancho cincuenta centímetros, con un sistema radicular débil estrechamente relacionado con el suelo en la cual se siembra (Herrera y Colonia, 2011).

En el punto de las flores del plátano, se caracterizan por ser de color amarillo, de forma irregular y con seis estambres, cinco fértiles y uno infértil, por lo tanto el fruto es una vaina cargada de tres o seis lados con un grado de encorvamiento y tamaño que varía según la variedad, considerando que al partir en dos el fruto se observan una especie de puntos negros pequeños son óvulos abortados que se ponen negros (Mejía, 2018).

En el cultivo del plátano se ha visto afectado por la presencia de plagas y enfermedades, entre las enfermedades más predominantes es la sigotoka negra que afecta principalmente a las hojas del plátano y del banano, los efectos radican en la pérdida del follaje y maduración precoz de los racimos, la bacteriosis conocida como pudrición acuosa y el moko enfermedad causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum*, produce amarillamiento de la hoja para después marchitarse y secarse (Palencia et al., 2006).

Industrialmente el plátano se puede procesar tanto estando verde como maduro, según la finalidad de la empresa, como por ejemplo los usos más habituales son las hojuelas o rodajas (secas o fritas), tostones sofritos empacados al vacío o congelados, harinas tanto para consumo humano o para mezclas de consumo animal y plátanos en conserva en frío, teniendo una de las mayores dificultades en la agilización del proceso de pelado ya que tiene por lo general un 35% de cascara (Díaz, 2002).

C. Arroz

Es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae, las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas, tienen dos tipos de raíces: las seminales que se originan en la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias que tienen una libre ramificación, el tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, erguido, nudoso y de 60 – 120 cm de longitud, las hojas son alternadas, envainadoras con el limbo lineal, agudo largo y plano (Franquet y Borrás, 2004).

Las flores del arroz son de color blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración, cada espiguilla es uniflora y está provista de una gluma con dos valvas pequeñas, algo cóncavo, aquillado y liso; la glumilla tiene igualmente dos valvas aquilladas, el grano de arroz es el ovario maduro, el grano con cáscara se conoce como arroz “paddy”; el grano descascarado de arroz (cariósido), con el pericarpio pardusco, se conoce como arroz-café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el denominado “arroz rojo” (Franquet y Borrás, 2004).

El cultivo del arroz en el Perú mayoritariamente se desarrolla en dos agro-ecosistemas en base de riego en los departamentos de Tumbes, Piura, La Libertad, Arequipa correspondiente a la zona costera, en los departamentos de Amazonas (Bagua Grande, Bagua Chica), Cajamarca (Jaén, Bellavista) y San Martín (Alto Mayo, Huallaga Central) correspondiente a la selva alta irrigada y en agro-ecosistema de secano en los departamentos de Huánuco, Junín, Cuzco, Loreto, Madre de Dios que son zonas arroceras de lluvia continua (Heros, 2012).

D. Raíz tuberosa (yuca)

En planta es leñosa robusta, monoica de crecimiento simpodial, con una altura variante que fluctúa de uno a cinco metros, mostrando una altura mínima diferenciable en tres metros, corresponde a la familia Euphorbiaceae, se debe tener en cuenta en la recolección de la raíz, a los tallos de la planta, que se dividen en secciones llamadas estacas que tienen como función de reproducción (vegetativa o asexual), usada como una pseudo semilla para índole de cultivo comercial (Ceballos y De la Cruz, 2002).

Las hojas de yuca varía según la producción, tiempo de vida y condiciones ambientales, se describe con forma de lóbulos que varían de cantidad impar entre tres y nueve, llegando a medir aproximadamente de largo dentro de cuatro a veinte centímetros, con un ancho que pasa desde uno a seis centímetros de ancho, teniendo las raíces tuberosas con un crecimiento oblicuo, con un ciclo de crecimiento de dos años (Nicaragua et al., 2004).

El cultivo de yuca debe ser cuidadoso porque no existe una época en la cual aparecen las plagas en la planta que alcancen un daño significativo, las más comunes son los ácaros aparecen en verano en la época entre caliente y seca, los Trips (*Frankliniella* sp) puede destruir el punto del crecimiento de la yuca, la llamada gallina ciega mayormente causan disminución del rendimiento, el gusano cachón consume el follaje de la planta, la mosca del cogollo aunque es muy esporádico y el barredor del tallo también esporádico (Lardizábal, 2002).

La yuca tiene diferentes opciones de aprovechamiento como las yucas congeladas (peladas y troceadas) con una vida útil más extensa y las yucas empacadas al vacío (troceadas) con una vida útil más corta con una temperatura constante, la elaboración de harina que es producto deshidratado estable siempre y cuando sea empacada con una barrera que impida la absorción de humedad, teniendo en consideración que se debe almacenar en un ambiente seco y fresco (Aguilar et al., 2017).

1.2.3. Hornos

Se puede denominar la palabra horno a un instrumento que a través de una serie de sucesos produce actividad calórica en el interior de un espacio tapado, manejado dependiendo de la situación entre los principales usos es cocinar, calentar o secar algún determinado alimento, considerando que para iniciar la chispa para generar el calor necesario se emplea materiales forestales, tradicionalmente se logra por combustión, toda la estructura usada principalmente fue construida a partir de la unión de terrones o directamente de la mezcla de tanto greda, tierra negra y agua (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2011).

A. Funcionamiento del horno artesanal

La real eficiencia de un horno artesanal se basa en que, en su mayoría son construidos por materiales refractarios naturales que poseen gran capacidad de absorber el calor acumularlo y luego de desechar los gases nocivos, entregarlo para la cocción, lentamente, hasta su enfriamiento definitivo, desarrollan temperaturas de combustión muy altas y el poder calórico energético acumulado en su bóveda, aun después de retirar las brasas, es óptimo mediante el uso de termómetros de calor, controlar el tiempo de cocción (INATEC, 2011).

B. Mantenimiento mínimo de hornos manuales

Cada vez que se quema para cualquier uso queda restos de hollín y en algunos casos genera algunas grietas, mínimamente es de considerar por la cantidad de tiempo de quema (diaria o mensual), una limpieza a fondo de las cuatro paredes internas con un escobillón y en algunos casos reparación tanto de las paredes como del piso, para disminuir la pérdida de calor en el momento del horneado, dicho mantenimiento cada tres a cuatro meses es recomendable, para poder mantener en un estado óptimo para cada quema y horneado. (INATEC, 2011).

C. Uso de leña

El crecimiento poblacional unido a los menores ingresos, predominó que la mayoría de las familias rurales usan como fuente de energía más común a la leña y por lo que año a año se ha necesitado más tiempo y esfuerzo en su recolección, especialmente en zonas que el bosque prácticamente ya ha desaparecido, mientras que otros deben comprar a causa de su escases. (PNUD, 2013).

1.2.3. Biomasa

La biomasa es un conjunto heterogéneo de elementos sobrantes que han sido resultados de procesos de origen biológico a partir de plantas como de animales, en un entorno energético es nombrada como energía renovable, sustentado a partir del manejo de residuos orgánicos por medios biológicos (Burgos y Oporto, 2010).

La biomasa deriva directa o indirectamente del proceso de la fotosíntesis. Por este motivo, se la considera una fuente de energía renovable. Es decir, que la energía que puede obtenerse de la biomasa proviene de la luz del Sol. El concepto de biomasa energética incluye todos los materiales vegetales que no pueden utilizarse con fines alimentarios o industriales. Por tanto, todos los productos alimentarios y los combustibles fósiles no se incluyen dentro del concepto de biomasa (Romero y Miralles, 2002).

A. Tipos de biomasa según su origen

A.1. Biomasa forestal

Toda biomasa existente en los bosques, comprendidos los árboles, hojas, ramas y raíces. Entre los tipos específicos de biomasa seleccionados para su uso en sistemas energéticos están las copas y ramas de árboles remanentes tras la cosecha de la madera, los árboles de mala calidad que se encuentran en bosques sujetos a ordenación, los árboles que se cortan durante las operaciones de aclareo del terreno, los desechos madereros procedentes de zonas urbanas y los residuos madereros producidos en los aserraderos (Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación [FAO], 2008).

A.2. Biomasa tradicional

Combustibles leñosos, subproductos agrícolas y estiércol que son quemados para cocinar los alimentos y calentarse. En los países en desarrollo, están aún muy difundidos la producción de biomasa y su uso insostenible y nocivo. El negocio de biomasa es en su mayor parte informal y no obedece a principios comerciales (FAO, 2008)

B. Tipo de biomasa según su naturaleza

B.1. Biomasa natural

Es la biomasa que se produce de forma espontánea en la naturaleza, en ecosistemas que no hayan sufrido intervención humana. Su explotación, en general, no es interesante por razones económicas ya que la gestión de la adquisición y transporte de las materias primas al lugar de utilización no son rentables (De Lucas et al., 2012).

Fundamentalmente la biomasa natural es la leña, usada comúnmente para cocinar o calentar por el ser humano, actualmente se debe considerar el aprovechamiento a largo plazo, sin eliminar completamente la biomasa, sino preservando lo mínimo que te permite volver a tenerlo después de un tiempo reduciendo las posibilidades de incendios, al utilizar mayormente desechos de las partes muertas, las residuos de podas o clareos, que constituye la base de consumo energético de muchos países en vías de desarrollo, pero su sobreexplotación está ocasionando el aumento de la desertización (Schallenberg et al., 2008).

B.2. Biomasa residual

Se produce en explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas, también generan residuos orgánicos en la industria y en núcleos urbanos, denominados residuos sólidos urbanos, además de producir electricidad que puede hacer que las instalaciones sean autosuficientes, aprovechando sus propios recursos, un beneficio adicional, a veces más valorado es evitar la degradación del ambiente eliminando estos residuos (Schallenberg et al., 2008).

B.3. Cultivos energéticos

Son aquellos cultivos con fines no alimentarios destinados a la producción de energía. A diferencia de los cultivos agrícolas alimenticios, los agro-energéticos son seleccionados en base a la producción de cantidad de biomasa y no de calidad y suelen ser especies caracterizadas por su robustez a fin de abaratar los costos de cultivo y, por tanto, el precio de la biomasa final (De Lucas et al., 2012).

C. Papel de la biomasa en el desarrollo

Actualmente, existen desarrollos tecnológicos accesibles y asequibles que permiten un aprovechamiento eficiente de la biomasa a pequeña escala, tanto para la obtención de energía térmica para el cocinado y la calefacción, como para la generación de electricidad a través de biogás, para la provisión de biocombustibles líquidos para la utilización en motores agrícolas, para su uso en el transporte y para la generación de electricidad (Fundación Energía sin Fronteras [EsF], 2012).

El uso tradicional de la biomasa sigue siendo la forma más extendida de energía, principalmente en el cocinado de alimentos para los 2700 millones de personas que no tienen acceso a otros procesos de conversión o a fuentes de energía más modernas, a pesar de que estas formas de aprovechamiento es poco adecuadas y provocan notables impactos económicos, medioambientales y sobre la salud. Son varias las razones que conducen a este hecho: se trata del combustible utilizado tradicionalmente, suele ser más accesible que otros combustibles más modernos y tiene unos costes económicos inferiores a los que presentan las tecnologías alternativas (EsF, 2012).

D. Aplicaciones energéticas de la biomasa

El uso energético de la biomasa ha dado lugar a nuevos sectores productivos para la obtención de energía que necesitan mercados cada vez más concretos y especializados. Las tecnologías que utilizan la biomasa se dividen en aplicaciones térmicas y eléctricas. El grado de desarrollo de estas tecnologías varía desde las tecnologías maduras para usos térmicos en el sector industrial, hasta tecnologías incipientes en usos térmicos domésticos o para la combustión (Enciso, 2007).

E. Ventajas de la biomasa

E.1. Aspectos ambientales

Si normalmente a los sistemas de producción de energías renovables se les otorga un beneficio claro, la disminución de la carga contaminante provocada por los combustibles fósiles y algunos residuos contaminantes, en el caso de la biomasa existen otros beneficios, teniendo en cuenta que la producción de biomasa, aumentaría la retención de agua, teniendo repercusión en la disminución de la degradación y erosión del suelo, por lo que a su vez propicia desarrollo rural, el aprovechamiento de la masa forestal residual como combustible para calderas de biomasa es una de las soluciones para facilitar el saneamiento de los bosques (Instituto para la diversificación y ahorro de la energía [IDAE], 2007).

E.2. Beneficios socioeconómicos

El fomento de la producción de biomasa para uso energético permite el desarrollo de una nueva actividad en las áreas rurales, sobre la base de un mercado con una demanda continua y sin fluctuaciones, que genera puestos de trabajo estables y una fuente de ingresos para las industrias locales, que dan lugar a la aparición de nuevas infraestructuras y servicios en estas áreas, como son carreteras, los centros hospitalarios y educativos, esta oferta de empleo permite fijar la población en los núcleos rurales evitando algunos de los problemas sociales derivados de la migración hacia las grandes ciudades (IDAE, 2007).

1.2.5. Biocombustibles

Desde una perspectiva etimológica, serían los combustibles de origen biológico, pero esta definición incluiría el petróleo ya que este procede de restos fósiles que existen desde hace millones de años. Una mejor definición sería que son los combustibles de origen biológico obtenidos de manera renovable a partir de restos orgánicos. Los biocombustibles constituyen la primera fuente de energía que conoció la humanidad, entre las fuentes de los biocombustibles, están la biomasa proveniente de cultivos como caña de azúcar, maíz, sorgo, yuca y otros, usada para producir etanol y los aceites provenientes de palma africana, soya, higuera y otras plantas, utilizados para producir biodiesel (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2007).

El biocombustible apareció como una solución para la reducción de gases de efecto invernadero, para el desarrollo de las economías agrícolas regionales y para la independencia de la economía en base a combustibles fósiles. Los países y organismos comenzaron a regular el uso obligatorio de los mismos en ciertos porcentajes y otorgando subsidios para su producción, sin embargo, están apareciendo a nivel mundial varias preocupaciones sobre la real sustentabilidad de su producción cuando se analiza su ciclo de vida completo, especialmente cuando se considera el cambio del uso de la tierra (Ganduglia et al., 2009).

A. Combustible y biomasa

Es denominada como bioenergía, obtenida a partir de materiales biológicos (orgánicos), manejada en las últimas décadas como combustible ecológico, importante en el mundo al ser procesada fácilmente a partir de procesos de quema, descomposición, fermentación e hidrólisis (Estrada y Islas, 2010).

Teniendo en cuenta que se tiene como origen de índole biológico se piensa peculiarmente en el entorno animal, al estiércol y en el entorno humano a la basura previamente seleccionada en el elemento orgánico, a su vez es notable las formas de uso tradicional de los desechos y biomasa, basados principalmente en su empleo en comunidades tanto del casco urbano como del rural en países en desarrollo constante, por la cual por un sin número de factores hoy en día se muestra como un combustible alternativo (Estrada y Islas, 2010).

1.3. Definición de términos básicos

- **Aglomerante**

Está determinado como un ingrediente con la capacidad de conectar dos cuerpos con características similares tanto por unión física, química o los dos (MTC, 2018).

- **Cáscara**

Es la capa más externa, formada por la epidermis y los estratos subyacentes; en algunos frutos se puede presentar suber. La epidermis es uniestratificada y protegida por cutícula; el grosor de las paredes es variable. La hipodermis se asocia con la epidermis y forma la cáscara de los frutos carnosos como bayas y drupas, es de naturaleza colenquimática, no está bien definida en frutos secos (Ramírez y Goyes, 2004).

- **Ceniza**

Es conocida como los residuos de polvos mayoritariamente gris claro, que terminan después de una combustión, formada dependiendo los elementos que se quema (Dentoni y Muñoz, 2013).

- **Combustión**

Es definida a la combustión como una respuesta química desarrollada por el contacto de dos cuerpos, un combustible y un comburente en asistencia de una potencia de activación, produciendo tanto llamas, humo y poder calórico (Albornoz et al., 2016).

- **Compactación**

Se define como el procedimiento en la cual se usa compresión que reduce el volumen y compacta sus dimensiones y formas de un determinado objeto (Camacho y Ariosa, 2000).

- **Fuego**

Se denomina al producto de una combustión (Albornoz et al., 2016).

- **Leña**

Se define como leña, a la madera extraída de un lugar determinado, teniendo en cuenta que es utilizado para producir energía, independientemente de la finalidad (FAO, 2012).

- **Temperatura**

Es un estado que se manifiesta tanto en el aire como en los cuerpos u objetos en forma de calor, dependiendo de los cuales fluctúa entre dos extremos comúnmente conocidos como caliente y frío (Fraume, 2006).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Materia prima

- Residuos sólidos orgánicos
- Cáscara de coco.
- Cascarilla de arroz

2.1.2. Aglomerante

- Almidón (yuca)
- 2 litros de agua

2.1.3. Equipos

- Un pirómetro termómetro digital.
- Una balanza.
- Un cronómetro.
- Una regla.

2.1.4. Componentes de la prensa artesanal

- Tubos PBC
- Martillo
- Clavos
- Bastones de madera.
- Palo de escoba
- Chupón de jebe
- Cinta métrica

2.1.5. Horno artesanal

- Tejas pequeñas
- Palana
- Martillo
- Clavos finos y medianos
- Varillas flexibles
- Rafia
- Costales
- Greda
- Tierra negra

2.2. Métodos

La metodología de la investigación se basó por etapas:

2.2.1. Etapa preliminar

Para el desarrollo de esta etapa en la investigación se desarrolló a través de lo siguiente:

- Se diseñó en el programa AutoCAD, un modelo computarizado y se fabricó manualmente una prensa según el boceto creado, con base de un tubo, sujetado con listones de madera, que ayudo al moldeado final de las briquetas orgánicas.
- En la segunda parte de esta etapa, se adaptó la mesa de ladrillo de una cocina a leña para poder acondicionar el horno artesanal a través de los siguientes pasos:

Paso 1. Se limpió la mesa de la cocina a leña, las partes sollamadas fueron removidas y restauradas, aplicando capas adicionales de teja en pequeños trozos y la mezcla de greda tierra negra y agua.

Paso 2. Secado de la mesa, durante cuatro días para que este bien maciza.

Paso 3. Búsqueda de varillas flexibles con las que se hizo el armazón de la bola del horno de tal manera que sea maciza, sin dejar demasiados espacios semejantes a una canasta.

Paso 4. Coser costal, en torno al armazón para que sostenga la mezcla de greda, tierra negra y agua, para la formación de la bola del horno.

Paso 5. Se puso una primera capa, de la mezcla, la segunda capa fue de tejas en pequeños trozos, luego se repitió una vez más la primera y segunda capa, para terminar con una capa adicional de la mezcla de greda, tierra negra y agua.

Paso 6. Hay que tener en cuenta a medida que se pone las capas para formar la estructura, se coloca dos ladrillos en la parte delantera y un pedazo de metal tipo un puente para que sea la forma de la boca del horno y en un costado se puso tejas planas y una varilla de metal para que sea el espacio por el cual se expulse la ceniza y los residuos restantes.

2.2.2. Etapa de experimentación

Esta etapa de la investigación es la más importante, por lo que se realizó a través de los siguientes puntos:

- En la primera parte de esta etapa se presenta el proceso y la fabricación de las briquetas orgánicas:

Paso 1. Secado de la materia prima.

Paso 2. Realización del aglomerante.

Paso 3. Medición y mezcla para a briquetación.

Paso 4. Prensado.

Paso 5. Secado.

- En la segunda parte de esta etapa, se llevó a cabo, el proceso de quema del horno artesanal, el proceso en sí, se dividió en los siguientes pasos:

Paso 1. Prendido.

Paso 2. Aumento continuo de la materia prima hasta que uniformice el calor.

Paso 3. Formación del cielo dentro del horno artesanal.

Paso 4. Limpieza de las brasas.

Extra 1. Horneado.

Extra 2. Enfriamiento.

Observación de la etapa de experimentación

- Se realizó el proceso de quema un total de cuatro veces como parte del experimento.
- En las tres últimas incorporando las briquetas orgánicas hechas, por separado al proceso según la materia orgánica con la que estuvo hecha la briqueta.

2.2.3. Etapa de gabinete

En esta etapa los datos de los tres objetivos planteados, se recopilaron y describieron de forma secuencial separando, en tablas y en gráficos para un mejor entendimiento.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Se analizaron los datos detallados de acuerdo con lo planteado:

3.1.1. Proceso de fabricación de briquetas orgánicas

Para la fabricación de briquetas el proceso se realizó a través:

Paso 0: selección de datos preliminares para la prensa artesanal

En este paso se determinó las medidas de los materiales, para la fabricación de la prensa artesanal, diseñándolo en primera instancia digitalmente en el programa AutoCAD 2016, ver gráfico simulado en la figura 1.

- La prensa casera midió 50 cm
- El tubo (parte de la prensa) midió 25 cm
- 3 listones de madera de 50 cm
- 2 listones pequeños de 10 cm
- Diámetro del tubo de 5 cm
- Palo de escoba de 70 cm
- Chupón de jebe de diámetro de 5 cm

Observaciones:

- Los tres listones de madera sirvieron para posicionar al tubo y evitar que se mueva.
- Los listones más pequeños sirvieron para sujetar los listones más grandes.
- El palo de escoba unido al chupón de jebe, sirven para poner presión al momento de la creación de la briqueta.
- Cuando se realizó el experimento, el chupón de jebe, era muy flexible con la presión, por lo que se cambió a un pedazo en forma circular de un balde de plástico de las mismas dimensiones.

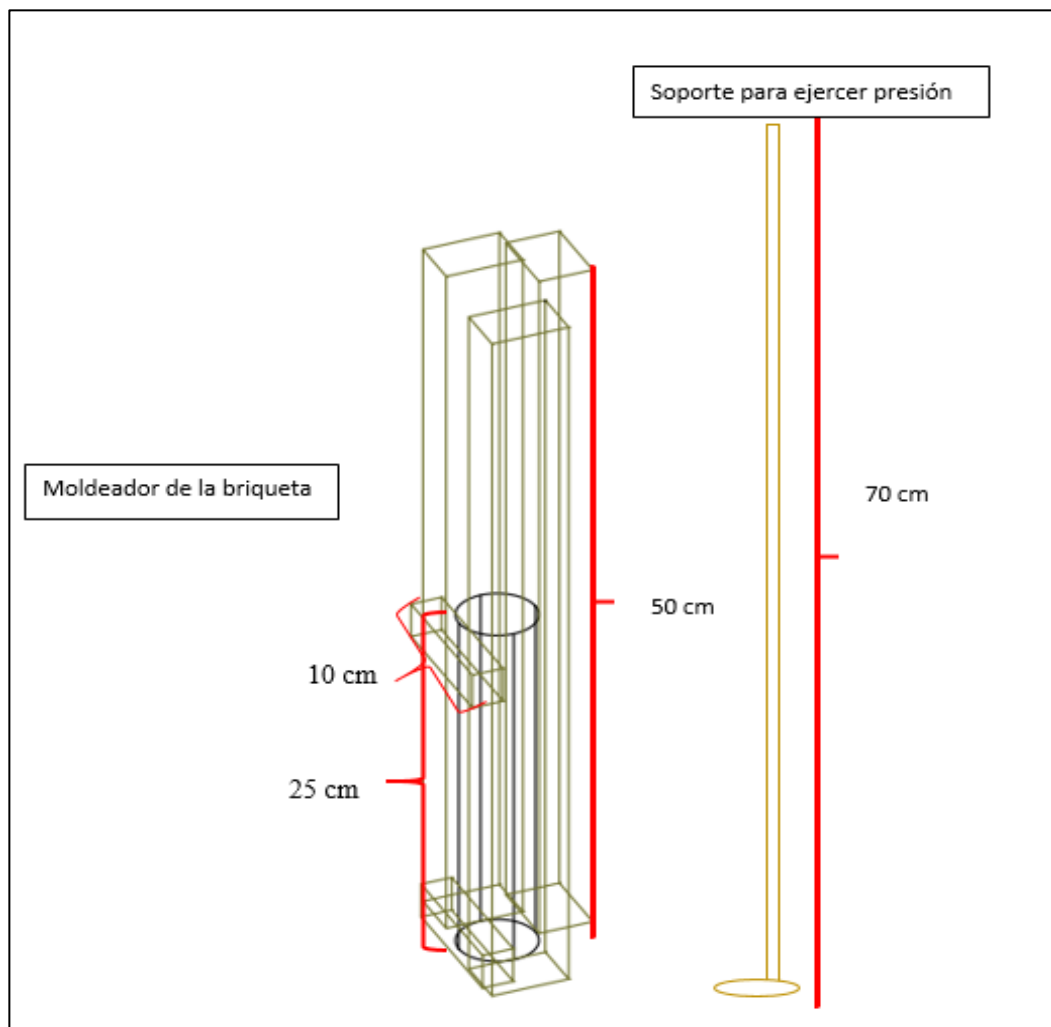


Figura 1. Diseño de la prensa artesanal

Paso 1: Secado inicial

Es el primer proceso en la cual se somete, por separado cada materia prima (cáscara de coco, cáscara de plátano y cascarilla de arroz), seleccionada, en la cual se registra los pasos y las limitaciones que se encontró, teniendo en cuenta que se realizó el secado al sol y en tres diferentes superficies (madera, calamina y cartón).

A. Secado de plátano (cáscara)

La cáscara se recolecto de la alimentación diaria de una familia de seis personas, se realizó dos experimentos (tamaño completo y en trozos pequeños), para determinar que el proceso de secado sea de manera eficiente, teniendo en cuenta dos puntos muy importantes, el almacenamiento y el tiempo de secado. Para lo cual el secado se desarrolló en tres lugares diferentes, en madera, en calamina y en cajas de cartón sobre calamina, por lo que se obtuvieron los siguientes resultados:

A.1. Experimento uno (secado en cáscara completa)

En este experimento sobre las cáscaras de plátano, se comprobó el secado sobre tres superficies, utilizando la cáscara completa.

A.1.1. Secado sobre madera

En esta parte del experimento sobre la cáscara de plátano, se comprobó el secado directamente sobre madera, desde las diez de la mañana hasta las cuatro de la tarde.

Observaciones

- Después del primer día la cáscara se pega a la madera.
- Difícil manejo para su almacenamiento.
- Atrae mosquitos los tres primeros días.

- El olor a plátano se esparce rápidamente.
- Se seca completamente después de diez días aproximadamente.

A.1.2. Secado sobre calamina

En esta parte del experimento sobre la cáscara de plátano, se comprobó el secado sobre calamina, desde las diez de la mañana, hasta las cuatro de la tarde.

Observaciones

- Después del primer día se pega a la calamina.
- Difícil manejo de su almacenamiento
- Atrae mosquitos los tres primeros días
- El olor a plátano se esparce rápidamente
- Se seca completamente después de ocho días aproximadamente

A.1.3. Secado en cajas de cartón sobre calamina

En esta parte del experimento sobre la cáscara de plátano, se comprobó el secado sobre cajas de cartón, encima de calamina, desde las diez de la mañana, hasta las cuatro de la tarde.

Observaciones

- Si hizo un buen sol, se seca hasta el punto de eliminar todo el contenido de azúcares.
- Difícil manejo de su almacenamiento
- Atrae mosquitos el primer día.

-El olor a plátano se esparce rápidamente.

- Se seca aproximadamente después de siete días.

A.2. Experimento dos (secado en pequeños trozos)

En este segundo experimento sobre las cáscaras de plátano, se comprobó el secado sobre tres superficies, utilizando la cáscara cortada en pequeños trozos:

A.2.1. Secado sobre madera

En esta parte del experimento se utilizó la cáscara en pequeños trozos y se comprobó el secado directamente sobre madera, desde las diez de la mañana hasta las cuatro de la tarde.

Observaciones

-Después del primer día menos de la mitad de los pequeños trozos se pegan a la madera.

-Facilito el almacenamiento, en pequeñas bolsas, para así reducir la acumulación de mosquitos y el olor penetrante del mismo.

-El secado de la cáscara de plátano transcurre en siete días.

A.2.2. Secado sobre calamina

En esta parte del experimento se utilizó la cáscara en pequeños trozos y se comprobó el secado sobre calamina, desde las diez de la mañana, hasta las cuatro de la tarde.

Observaciones

-Después del primer día menos de la mitad de los pequeños trozos se pegan a la calamina.

-Facilito el almacenamiento, en pequeñas bolsas, para así reducir la acumulación de mosquitos y el olor penetrante del mismo.

-El secado de la cáscara de plátano, ocurre en seis días.

A.2.3. Secado sobre cajas de cartón encima de calamina

En esta parte del experimento se utilizó la cáscara en pequeños trozos y se comprobó el secado sobre cajas de cartón, encima de calamina, desde las diez de la mañana, hasta las cuatro de la tarde.

Observaciones

-Después del primer día menos de la mitad de los pequeños trozos se pegan en la caja de cartón.

-Facilito el almacenamiento, en pequeñas bolsas, para así reducir la acumulación de mosquitos y el olor penetrante del mismo.

-El secado de la cáscara de plátano se realizó en cuatro días, teniendo en cuenta que sean días soleados.

A.3 .Observaciones finales del secado de cáscara de plátano

-Se determinó, el corte en cuadrados pequeños, para que sea un mejor y más rápido secado.

-Los pequeños trozos, se pusieron al sol, en cajas de cartón sobre calamina ya que cuando se redujeron en trozos, más pequeños, las cáscaras de plátano, disminuyo el tiempo de secado, mientras se observó que la calamina retuvo el calor del sol y la caja de cartón hizo más fácil su manipulación.

-Después de 4 días expuestos al sol, se seca lo suficiente para poder hacer las briquetas.

B. Secado de coco (cáscara)

En el caso de la cáscara de coco, se ha recolectado directamente de un negocio dedicado a la venta de cocos en sus distintas formas de consumo, por lo que ya había sido previamente seleccionado y cortado de ante mano para poder recolectar la parte fibrosa necesaria para la investigación.

Se determinó para su secado el acondicionamiento de un antiguo gallinero, en la cual se puso una tarima, de madera, teniendo en cuenta que la cáscara de coco, una vez puesta en la tarima, le llegue el sol, pero a su vez en días de lluvia sea resguardada.

Se dejó secar hasta días previos de la experimentación, para el acondicionamiento final, se separó la parte fibrosa de la cáscara, recortándolo en partes más pequeñas que fue la parte usada en las briquetas procesadas.

C. Secado del arroz (cascarilla)

No requiere un secado previo, ya que los granos llevados al molino deben estar previamente secos con toda su cáscara antes del pilado.

Paso 2: Realización del aglomerante

Para apoyar en el proceso de prensado a momento de la realización de las briquetas orgánicas, independientemente la materia prima usada, se visto conveniente el agregado de un aglomerante que fue la goma hecha de yuca por lo que se necesitó:

-1 kg de yuca que al momento de rayar se redujeron a 810 gramos.

-2 litros de agua.

Observación

- Se debe mover continuamente la mezcla, hasta que hierva y esta sea espesa.

-Al contacto con tus dedos la mezcla se debe convertir en pegajosa, por lo tanto en goma utilizable.

-El agua agregada al momento de hervir, debe ser el doble del contenido de yuca

Paso 3: Medición y mezcla para a briquetación

Para la medición de las briquetas se ha tomado en cuenta la cantidad de materia prima, por lo que al ser mezclada con el aglomerante se obtuvo:

A. Briqueta de coco

Se observó que la cantidad de fibra era mucho mayor al peso de la misma por lo que cuando se preparó la mezcla se obtuvo los siguientes resultados:

-Se usó 50 gramos de cáscara de coco.

-Se usó 150 gramos de aglomerante.

B. Briqueta de plátano

Teniendo en cuenta la misma cantidad usada en la cáscara de coco, se preparó la mezcla y se obtuvo los siguientes resultados:

-Se usó 250 gramos de cáscara de plátano

- Se usó 150 gramos de aglomerante

C. Briqueta de arroz

Teniendo en cuenta la misma cantidad usada en la cáscara de coco, se preparó la mezcla y se obtuvo los siguientes resultados:

- Se usó 100 gramos de cascarilla de arroz.

- Se usó 150 gramos de aglomerante.

Paso 4: Prensado.

En este paso se hizo uso de una prensa manual, adaptada para el uso de una persona, se obtuvo los siguientes resultados:

A. Briqueta de cáscara de coco

- La compactación se realizó por intervalos, cada tres puñados de la mezcla.
- Fácil de compactar.
- Se complica un poco al manipular porque se trozo dos veces, con un largo de 4 cm.
- Largo de 15 cm y una circunferencia de 5 cm.
- Peso antes del secado final 178 gramos

B. Briqueta de cáscara de plátano

- La compactación se realizó por intervalos cada tres puñados de mezcla.
- Fácil de compactar.
- Se complica al momento de manipular, se desmenuza mínimamente.
- Largo de 23 cm y una circunferencia de 5 cm.
- Peso antes del secado final 336 gramos.

C. Briqueta de cascarilla de arroz

- La compactación se realizó por intervalos cada tres puñados de mezcla.

- Se desmenuza fácilmente al tacto.
- Difícil de compactar.
- Tiene un largo máximo de 5 cm y una circunferencia de 5 cm.
- Peso antes del secado final 50 gramos.

Paso 5: Secado

En este paso se realizó el secado final, para mejorar el tiempo por la cual se demoraría en el secado solar, se obtuvo lo siguiente:

- Secado directamente en el horno artesanal.
- El secado de las briquetas se realizó después del tiempo de horneado.
- Se puso las briquetas cuando el horno tenía una temperatura de 140 °C.
- Se mantuvieron en el horno toda la noche.
- En el caso de las briquetas de cáscara de coco, secado prolijo, peso final de 47 gramos.
- En el caso de las briquetas de cáscara de plátano, secado prolijo, peso final de 150 gramos.
- En el caso de las briquetas de cascarilla de arroz, no se compacto, correctamente, se desmenuzo en el momento completamente en el momento de manipulación mínima.

3.1.2. Análisis de los pasos del proceso normal de quema en hornos artesanales

Para el análisis de esta parte de la investigación, se dividió el horno artesanal en cuatro partes, para tener una mejor comprensión de la temperatura en el momento de la quema y a su vez también el proceso en sí de la quema, se dividió por pasos.

A. Dividir el horno artesanal

Para la comprensión de la temperatura durante el proceso de la quema del horno artesanal, se dividió en cuatro partes (ver figura 2), para la cual se obtuvo:

A.1. Parte 1

Lado izquierdo del horno artesanal.

A.2. Parte 2

Lado central la parte de arriba hasta donde se ve la primera capa del horno, también llamada cielo.

A.3. Parte 3

Lado central, donde se prende la leña, el piso donde se hornea.

A.4. Parte 4

Lado derecho por donde está la boca donde sale la ceniza

Observaciones

La separación en partes del horno artesanal durante el proceso de quema, fue para ver:

- La uniformidad de la temperatura.
- Establecer el final del proceso de quema.
- Establecer el inicio del horneado.

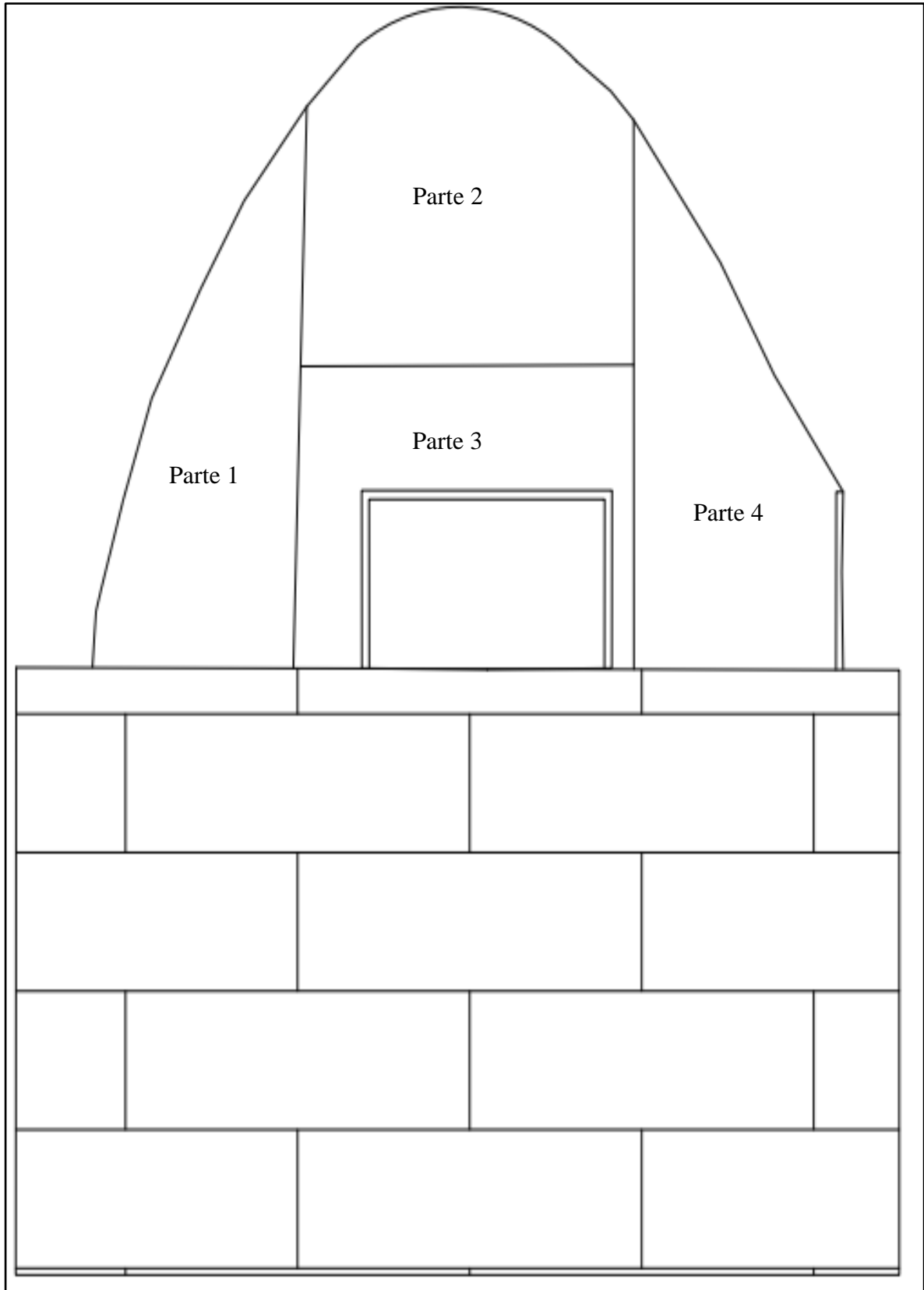


Figura 2. División usada para anotar lo temperatura dentro de un horno artesanal

B. Pasos del proceso de quema de hornos artesanales

En el proceso de quema de hornos artesanales estableció los siguientes pasos:

Paso 1. Prendido

Este paso es el inicio de todo el proceso de quema en hornos artesanales, datos registrados ver tabla 1, representados gráficamente ver figura 3.

Observaciones

- La temperatura se midió cada cinco minutos.
- Se midió la parte 1 – lado izquierdo del horno artesanal, ya que esta parte no está influenciado por factores externos de forma directa y se puede medir el cómo calienta el horno.
- Se midió la parte 3 – lado central del horno artesanal, para medir el cambio de la temperatura de forma directa en la llama

En este paso se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 1

Datos del paso uno del proceso de quema de hornos artesanales

Tiempo (Min)	Tiempo (hora)	Partes del horno artesanal		Promedio (°C)
		Parte 1- lado izquierdo del horno artesanal (°C)	Parte 3- lado central del horno artesanal (°C)	
5	15:07	22,3	22,4	281,45
	15:12	38,9	524	

Interpretación 1

En la tabla 1 muestra el prendido (paso 1) del proceso de quema en hornos artesanales, que duró 5 minutos, comenzó a las 15: 07 p.m., terminando a las 15:12 p.m., se midió parte 1 (lado izquierdo del horno artesanal), que tuvo una temperatura de 22,3 °C y 38,9 °C y la parte 3 (lado central del horno artesanal) que tuvo una temperatura de 22,4 °C y 524 °C, con un promedio en la temperatura, en el paso de prendido de 281,45 °C.

Para poder evaluar la temperatura, se realizó un gráfico para que sea más entendible y poder ver las variaciones que se produjeron dentro del horno:

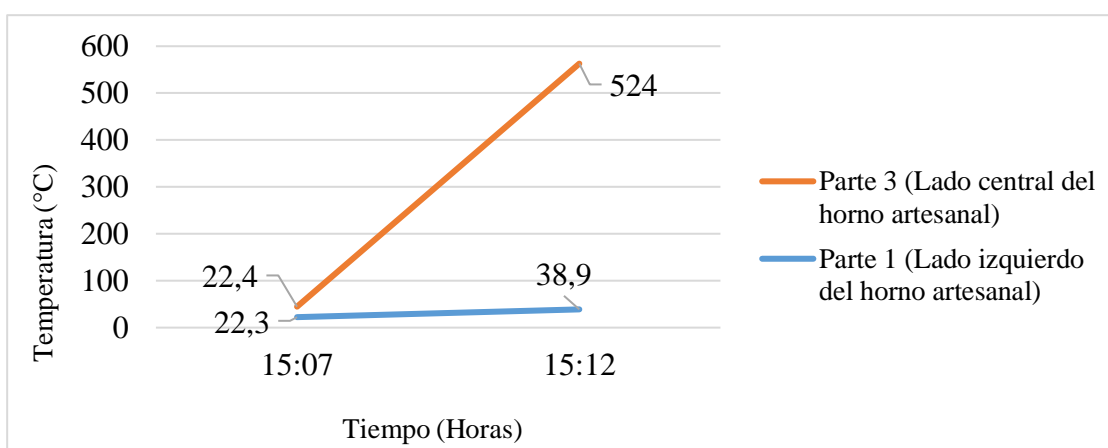


Figura 3. Gráfico de los datos del paso 1 de prendido de hornos artesanales

Paso 2. Aumento continuo de la materia prima hasta que uniformice el calor

Este es el siguiente paso para el proceso de quema en hornos artesanales, datos registrados ver tabla 2, representados gráficamente ver figura 4,5,6 y 7.

Observaciones

- La temperatura se midió cada cinco minutos.
- Se midió las cuatro partes del horno artesanal, parte 1 - lado izquierdo del horno artesanal, parte 2-lado central, la parte de arriba también llamada cielo, parte 3 - lado central del horno artesanal y parte 4 - lado derecho del horno artesanal.

- Para terminar el proceso de quema antes de la limpieza de las brasas para el horneado, las cuatro partes del horno se debe estabilizar a una temperatura que sea sobre los 500 °C, para que al momento de manipular, pueda mantener la temperatura que se requiera.

En este paso se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 2

Datos del paso dos del proceso de quema de hornos artesanales

Partes del horno artesanal						
Tiempo (min)	Tiempo (hora)	Parte 1 - lado izquierdo del horno artesanal (°C)	Parte 2-lado central, la parte de arriba también llamada cielo (°C)	Parte 3 - lado central del horno artesanal (°C)	Parte 4 - lado derecho del horno artesanal (°C)	Promedio (°C)
	15:17	133	140	549	180	
	15:22	140	165	444	200	
	15:27	242	300	329	248	
	15:32	187	209	548	129	
	15:37	208	322	240	232	
	15:42	263	341	589	245	
	15:47	277	410	677	312	
	15:52	326	403	598	308	
	15:57	354	455	519	379	
	16:02	387	431	475	361	
	16:07	411	483	536	426	
	16:12	316	384	427	360	
120	16:17	409	466	476	437	437
	16:22	442	523	414	436	
	16:27	453	532	591	437	
	16:32	497	530	602	460	
	16:37	481	494	662	477	
	16:42	460	503	458	466	
	16:47	536	534	680	501	
	16:52	493	596	661	517	
	16:57	508	549	582	542	
	17:02	469	524	746	506	
	17:07	518	527	672	538	
	17:12	219	552	629	545	
	17:17	511	557	676	536	

Interpretación 2

En la tabla 2, muestra el aumento continuo de la materia prima hasta que uniformice el calor, hasta llegar a los 500 °C (paso 2), duro 120 minutos (2 horas) comenzó a las 15:17 p.m. y termino a las 17:17 p.m., se midió la temperatura de las cuatro partes del horno, parte 1(lado izquierdo del horno artesanal), que comenzó con una temperatura de 133 °C y termino con 511 °C, la parte 2 (lado central, la parte de arriba también llamada cielo), comenzó con una temperatura de 140 °C y termino con 557 °C, parte 3 (lado central del horno artesanal), comenzó con una temperatura de 549 °C y terminó con una temperatura de 676 °C y parte 4 (lado derecho del horno artesanal), comenzó con una temperatura de 180 °C y termino con 536 °C, con un promedio en la temperatura, en este paso de 437 °C.

Para poder evaluar la temperatura, se realizó un gráfico por cada parte del horno para que sea más entendible y poder ver las variaciones que se produjeron dentro del horno:

A. Parte 1 – lado izquierdo del horno artesanal

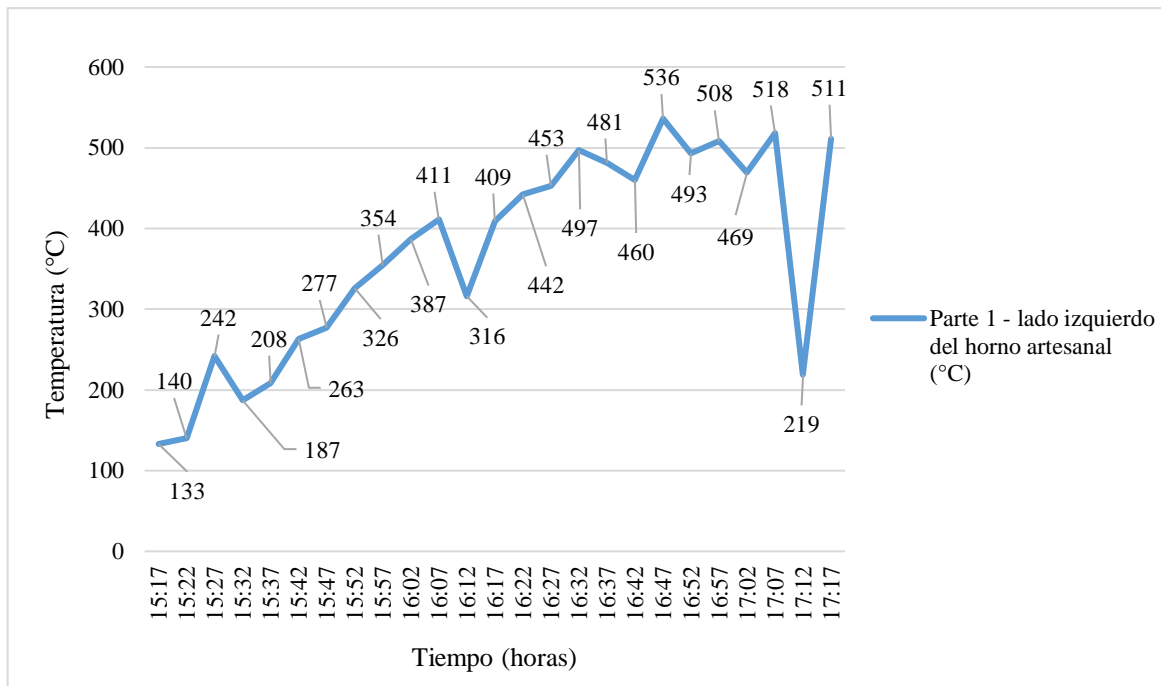


Figura 4. Gráfico del paso 2, en el lado izquierdo del horno artesanal

B. Parte 2 – lado central, la parte de arriba, también llamada cielo

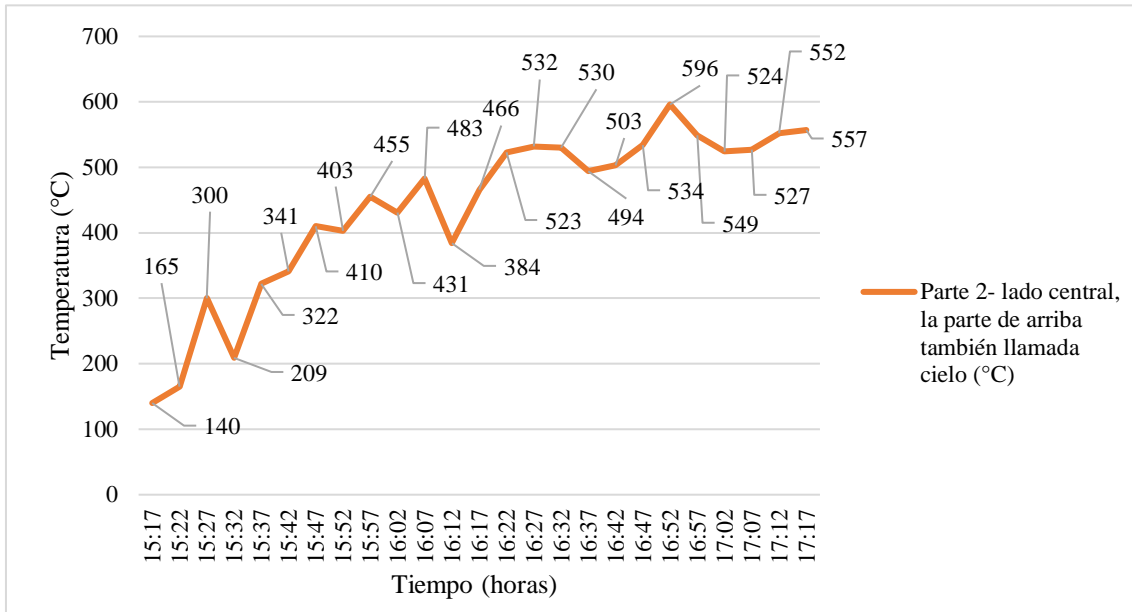


Figura 5. Gráfico del paso 2, en el lado central parte de arriba del horno artesanal.

C. Parte 3 – lado central del horno artesanal

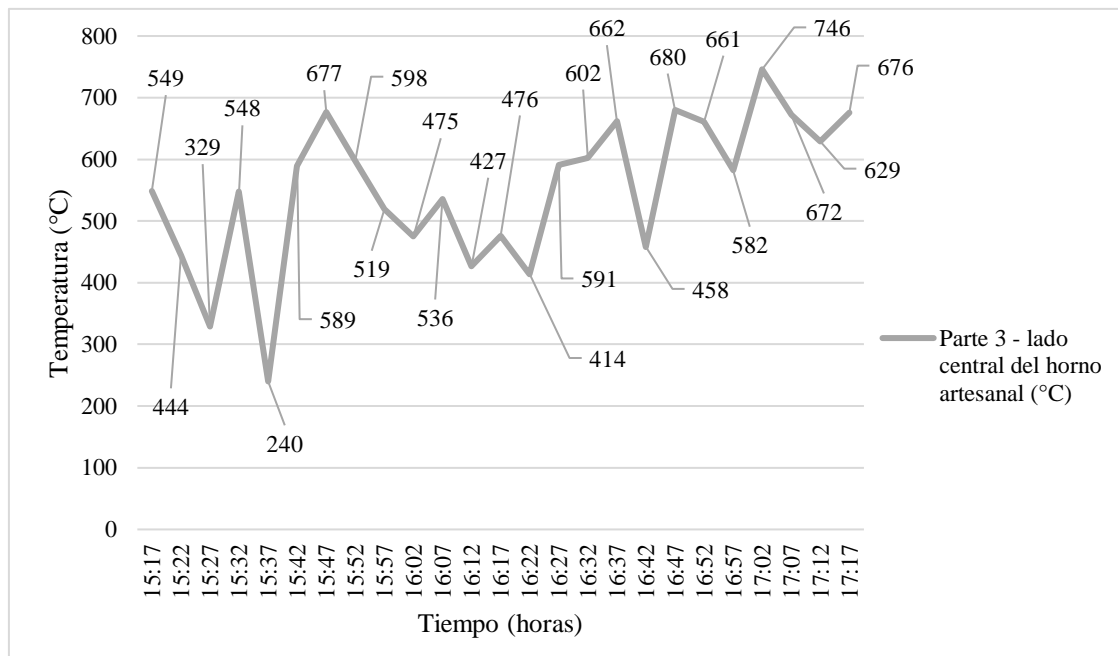


Figura 6. Gráfico del paso 2, en el lado central del horno artesanal.

D. Parte 4 – lado derecho del horno artesanal

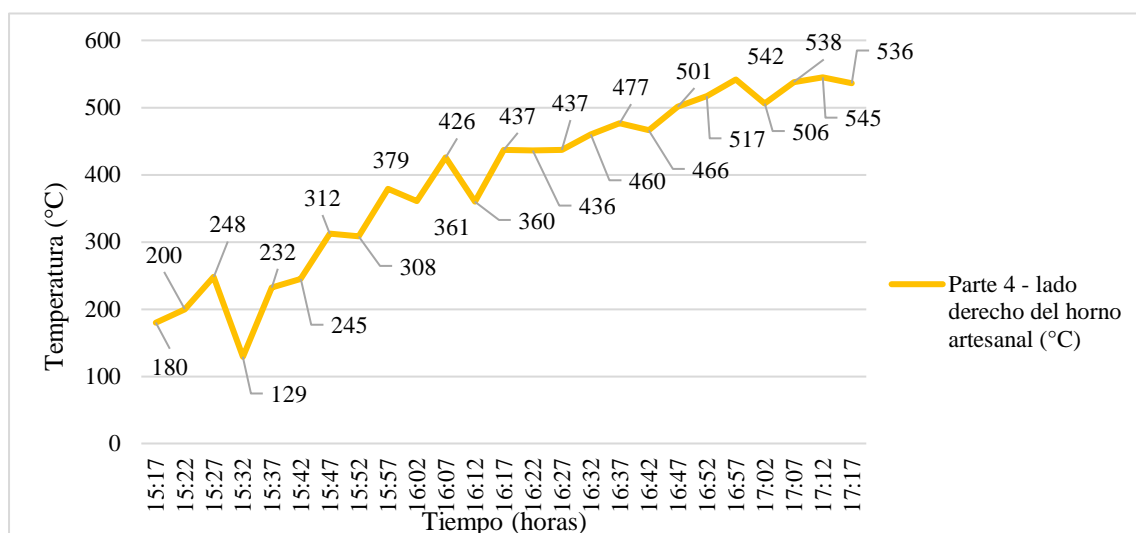


Figura 7. Gráfico del paso 2, en el lado derecho del horno artesanal.

Paso 3. Formación del cielo dentro del horno artesanal

Este es el penúltimo paso en el proceso de quema en hornos artesanales, datos registrados ver tabla 3, representados gráficamente ver figura 8, 9, 10 y 11.

Observaciones

- La temperatura se midió cada cinco minutos.
- Se midió las cuatro partes del horno artesanal, parte 1 - lado izquierdo del horno artesanal, parte 2-lado central, la parte de arriba también llamada cielo, parte 3 - lado central del horno artesanal y parte 4 - lado derecho del horno artesanal.
- Este paso es cuando al superar los 500 °C y estabilizar la temperatura, requiere un último aumento de materia prima, antes de la limpieza

En este paso se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 3*Datos del paso tres, del proceso de quema de hornos artesanales*

Partes del horno artesanal						
Tiempo (min)	Tiempo (horas)	Parte 1 - lado izquierdo del horno artesanal (°C)	Parte 2- lado central, la parte de arriba también llamada cielo (°C)	Parte 3 - lado central del horno artesanal (°C)	Parte 4 - lado derecho del horno artesanal (°C)	Promedio
10	17:22	555	575	689	567	559
	17:27	485	522	670	513	
	17:32	500	541	592	501	

Interpretación 3

En la tabla 3, muestra la formación del cielo dentro del horno artesanal (paso 3), duro 10 minutos, comenzó a las 17:22 p.m. y termino a las 17:32 p.m., se midió la temperatura de las cuatro partes del horno, parte 1(lado izquierdo del horno artesanal), que comenzó con una temperatura de 555 °C y termino con 500 °C, la parte 2 (lado central, la parte de arriba también llamada cielo), comenzó con una temperatura de 575 °C y termino con 541 °C, parte 3 (lado central del horno artesanal), comenzó con una temperatura de 689 °C y terminó con una temperatura de 592 °C y parte 4 (lado derecho del horno artesanal), comenzó con una temperatura de 567 °C y termino con 501 °C, con un promedio en la temperatura, en este paso de 559 °C.

Para poder evaluar la temperatura, se realizó un gráfico por cada parte del horno para que sea más entendible y poder ver las variaciones que se produjeron dentro del horno:

A. Parte 1 – lado izquierdo del horno artesanal

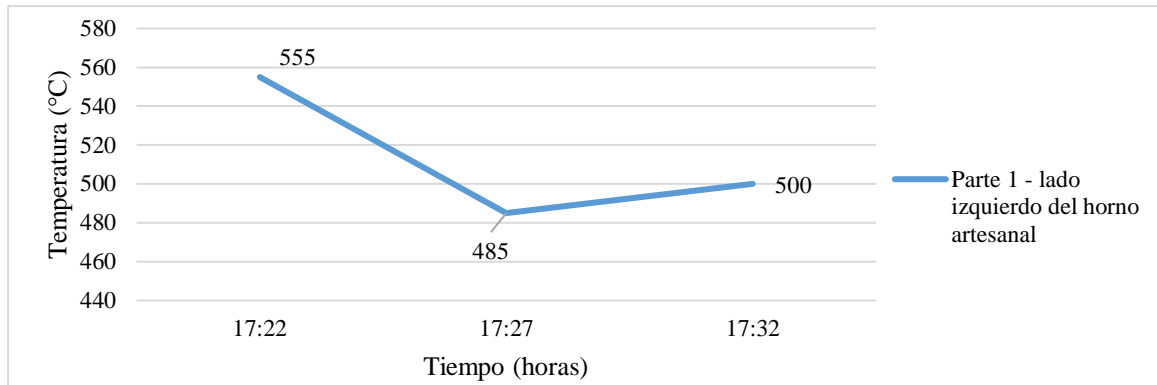


Figura 8. Gráfico del paso 3, en el lado izquierdo del horno artesanal.

B. Parte 2 – lado central, la parte de arriba también llamada cielo

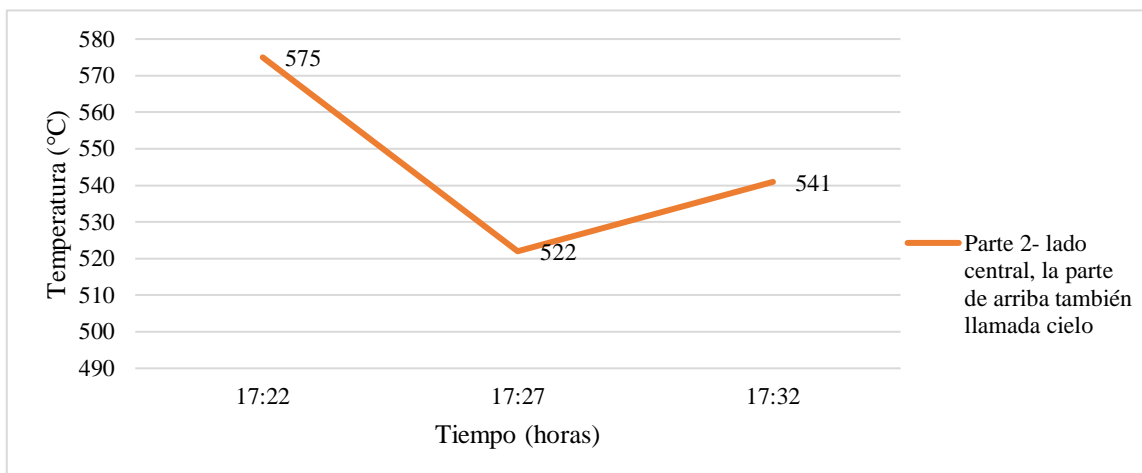


Figura 9. Gráfico del paso 3, en el lado central la parte de arriba del horno artesanal.

C. Parte 3 – lado central del horno artesanal

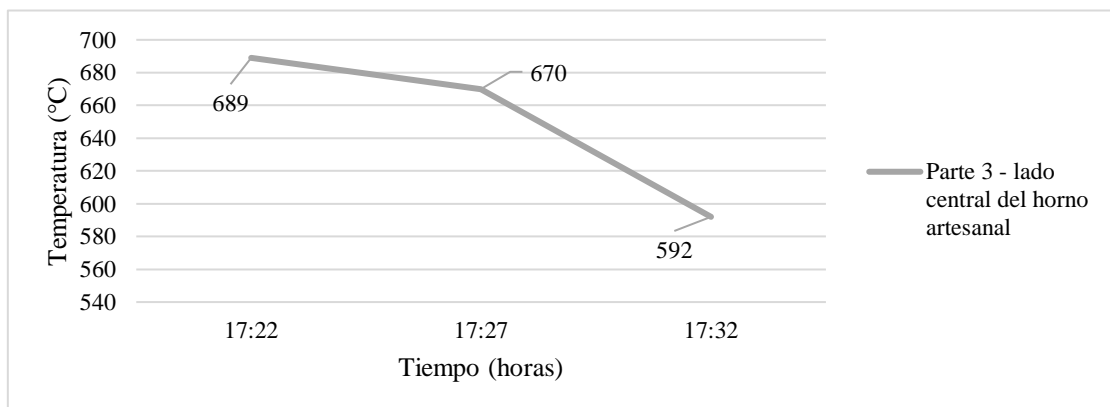


Figura 10. Gráfico del paso 3, en el lado central del horno artesanal.

D. Parte 4 – lado derecho del horno artesanal

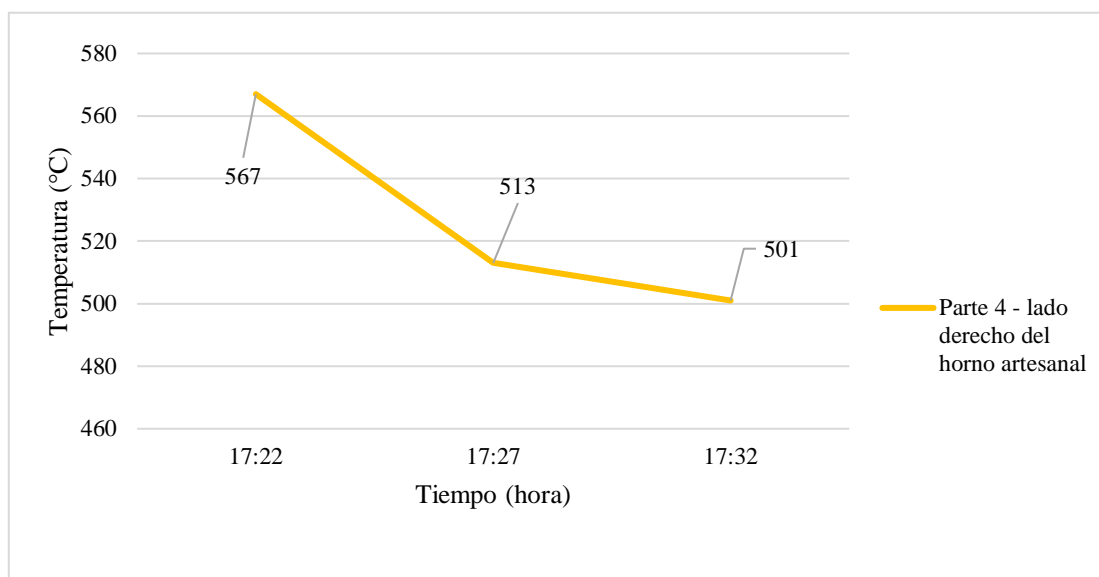


Figura 11. Gráfico del paso 3, en el lado derecho del horno artesanal.

Paso 4. Limpieza de las brasas

Este es el último paso del proceso de quema en hornos artesanales, datos registrados ver tabla 4, representados gráficamente ver figura 12,13,14 y 15.

Observaciones

- Se midió las cuatro partes del horno artesanal, parte 1 - lado izquierdo del horno artesanal, parte 2-lado central, la parte de arriba también llamada cielo, parte 3 - lado central del horno artesanal y parte 4 - lado derecho del horno artesanal.
- Se retira las brasas restantes, para que empiece el proceso de horneado

En este paso se obtuvieron los siguientes datos

Tabla 4

Datos del paso tres, del proceso de quema de hornos artesanales

Partes del horno artesanal						
Tiempo (min)	Tiempo (horas)	Parte 1 - lado izquierdo del horno artesanal (°C)	Parte 2- lado central, la parte de arriba también llamada cielo (°C)	Parte 3 - lado central del horno artesanal (°C)	Parte 4 - lado derecho del horno artesanal (°C)	Promedio
	17:37	465	499	496	470	
5	17:42	345	436	372	405	436

Interpretación 4

En la tabla 4, muestra la limpieza de las brasas (paso 4), duro 5 minutos, comenzó a las 17:37 p.m. y termino a las 17:42 p.m., se midió la temperatura de las cuatro partes del horno, parte 1 (lado izquierdo del horno artesanal), que comenzó con una temperatura de 465 °C y termino con 345 °C, la parte 2 (lado central, la parte de arriba también llamada cielo), comenzó con una temperatura de 499 °C y termino con 436 °C, parte 3 (lado central del horno artesanal), comenzó con una temperatura de 496 °C y terminó con una temperatura de 372 °C y parte 4 (lado derecho del horno artesanal), comenzó con una temperatura de 470 °C y termino con 405 °C, con un promedio en la temperatura, en este paso de 436 °C.

Para poder evaluar con gráficos, se dividió por cada parte del horno para que sea más entendible.

A. Parte 1 – lado izquierdo del horno artesanal

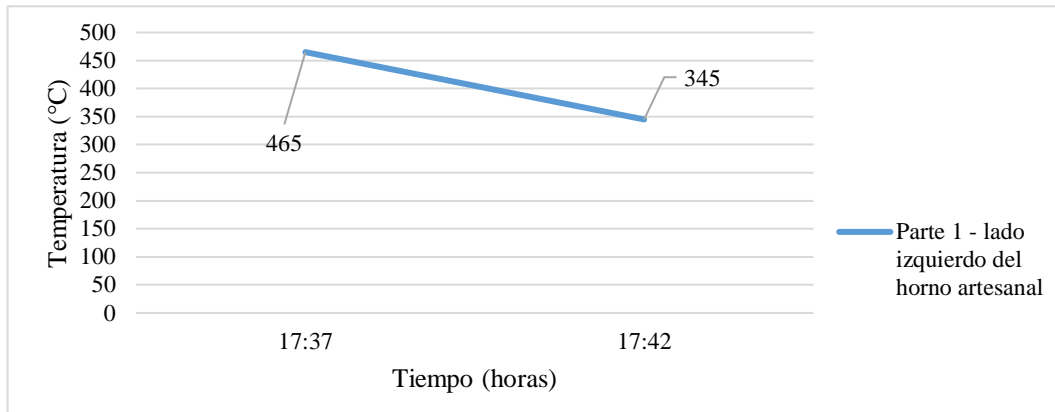


Figura 12. Gráfico del paso 4, en el lado izquierdo del horno artesanal.

B. Parte 2 –lado central, la parte de arriba también llamada cielo

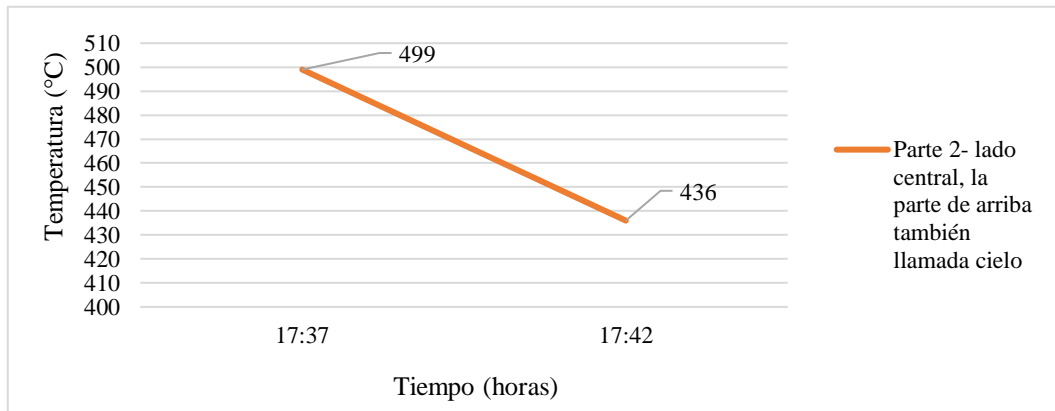


Figura 13. Gráfico del paso 4, en el lado central de la parte de arriba del horno artesanal.

C. Parte 3 –

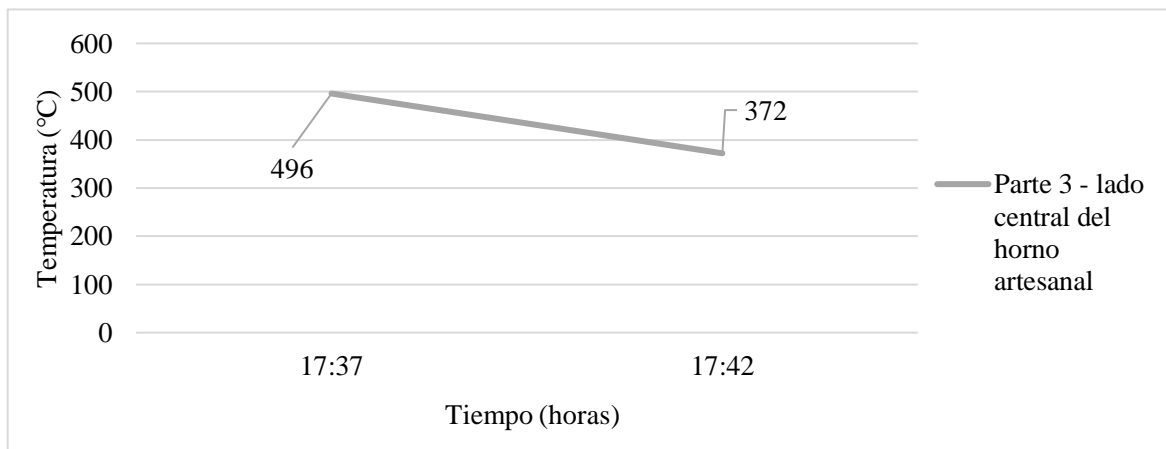


Figura 14. Gráfico del paso 4, en el lado central del horno artesanal.

lado central del horno artesanal

D. Parte 4 – lado central del horno artesanal

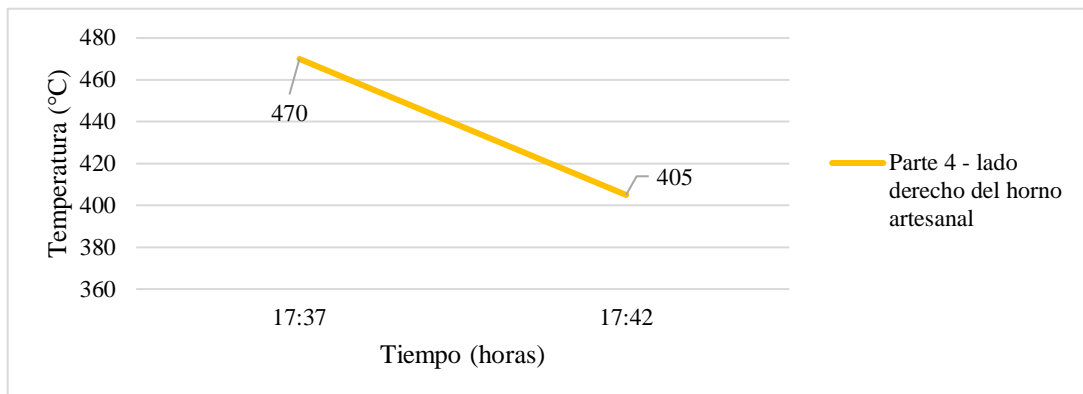


Figura 15. Gráfico del paso 4, en el lado derecho del horno artesanal.

Extra 1. Horneado

Es la finalidad del proceso de quema, el horneado como por ejemplo de panes, rosquitas, magdalena, bizcochuelo, maduro, carne, pollo, entre otros más, datos registrados ver tabla 5, representado gráficamente ver figura 16.

Observaciones

- La temperatura se midió cada cinco minutos.
- Se midió la parte 3 (lado central del horno artesanal), ya que en esta etapa, solo trabaja el calor que contiene el horno después de la limpieza de los restos que aún quedan del proceso de quema y es la parte del horno donde se desarrolla el horneado
- Se debe tener en cuenta que se va azar, para evitar quemarlo, por ejemplo el pan se aza desde una temperatura máxima de 350 °C, si lo pones a más temperatura se quema, el bizcochuelo a una temperatura de 180 °C, por lo que usualmente se pone casi al final para evitar que se queme.

En este paso se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 5

Datos del paso cuatro, del proceso de quema de hornos artesanales

Tiempo (min)	Tiempo (hora)	Parte del horno artesanal	Promedio
		Parte 3- lado central del horno artesanal (°C)	
	17:47	337	
	17:52	282	
	17:57	270	
35	18:02	232	234
	18:07	221	
	18:22	210	
	18:37	174	
	18:42	150	

Interpretación 5

En la tabla 5, se muestra el horneado (extra 1), tuvo un tiempo de 35 minutos, después de la limpieza del horno, comenzó a las 17:47 p.m. y termino a las 18:42 p.m., se midió la temperatura de la parte 3 (lado central del horno artesanal), ya que en esta parte se lleva a cabo el horneado, se inició a hornear en una temperatura de 337 °C y termino con una temperatura de 150 °C, teniendo un promedio de temperatura de 234 °C.

Para completar esta parte y poder observar la fluctuación de la temperatura durante el horneado se ha trabajado:

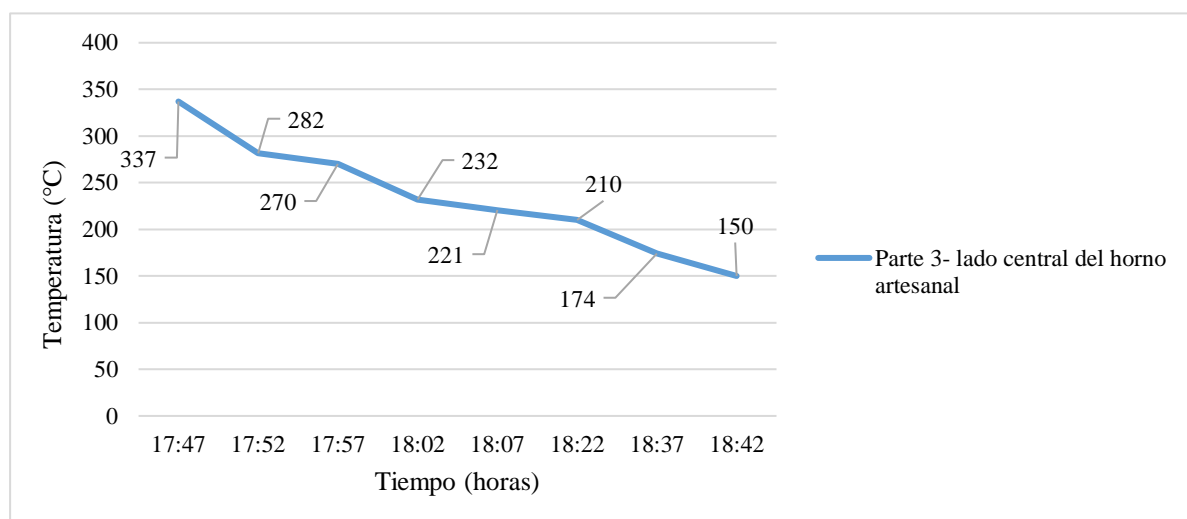


Figura 16. Gráfico de la temperatura durante el horneado

Extra 2. Enfriamiento

Es el paso final, para lo cual el horno artesanal termina su funcionamiento, en la cual, se usó para el secado final del proceso de briquetación, toda la noche hasta que disminuya su temperatura y se normalice con la temperatura ambiente.

Observaciones finales del proceso

- Después de la etapa de limpieza, el horno empieza a enfriarse 10 °C cada 15 minutos aproximadamente.
- En la etapa de horneado, en la etapa de manipulación el enfriamiento se dispara hasta 50 °C.
- Se empezó la etapa de enfriamiento con una temperatura central de 140 °C.
- En la etapa de enfriamiento dura 22 horas aproximadamente, hasta que se normalice con la temperatura ambiente.

3.1.3. Análisis de la incorporación de las briquetas en el proceso de quema de hornos artesanales.

Después de la primera prueba de quemado, en las otras tres restantes, se incorporó en el proceso, las briquetas orgánicas hechas anteriormente cada materia prima por separado, datos registrados ver tabla 6 y 7:

A. Briquetas de cáscara de coco

Tabla 6

Resumen del proceso de quema con briquetas de cáscara de coco

Pasos de quemado	Tiempo (min)	Temperatura promedio (°C)
Paso 1 - Prendido	10	220
Paso 2 – Aumento continuo de materia prima.	60	475
Paso 3 – Formación del cielo	10	541,2
Paso 4- Limpieza de las brasas	5	500
Extra 1 - horneado	35	299
Totales	120	407

Interpretación 6

Se detalla en la tabla 6, a la incorporación de las briquetas hechas a base de cáscara de coco en el proceso de quema, que tuvo un tiempo final 120 minutos y una temperatura promedio de 407 °C.

B. Briquetas de cáscara de plátano

Tabla 7

Resumen del proceso de quema con briquetas de cáscara de plátano

Pasos de quemado	Tiempo (min)	Temperatura °C
Paso 1- Prendido	10	158
Paso 2 – Aumento continuo de materia prima.	120	484
Paso 3 – Formación del cielo	5	545
Paso 4- Limpieza de las brasas	5	479
Extra 1 - Horneado	35	277
Totales	175	388

Interpretación 7

Se determina en la tabla 7, la incorporación de las briquetas hechas a base de cáscara de coco en el proceso de quema, que tuvo un tiempo final 175 minutos y una temperatura promedio de 388 °C.

Observaciones finales sobre la incorporación de briquetas en el proceso de quema de hornos artesanales

- Se desarrolló en el segundo paso del proceso de quema de hornos artesanales.
- Las briquetas hechas en base de cascarilla de arroz son difíciles de quedar compactos, se desmenuza al tacto y no mantiene la forma de una briketa por lo que no se pudo realizar el experimento requerido.

3.1.4. Verificación estadística de la hipótesis

En la investigación la hipótesis estudiada:

“las briquetas orgánicas afectan significativamente, el proceso de quema en hornos artesanales, Rioja-2019”

Según lo cual se desarrolló el estudio estadístico del análisis de varianza:

A. Datos finales sobre las materias primas trabajadas

Se consideró como materia prima a los materiales que se usaron dentro del proceso de quema en horno artesanal. Los datos comprenden el tiempo final en minutos de cada materia prima, durante el proceso de quema en horno artesanal, a su vez también la temperatura promedio de cada proceso de quema en horno artesanal, datos registrados ver tabla 8.

Tabla 8

Resumen de los datos del proceso de quema de hornos artesanales

Materias Primas	Tiempo (min.)	Temperatura promedio (°C)
Leña	140	428
Cáscara de coco	80	434
Cáscara de plátano	140	416

Interpretación 8

Se muestra en la tabla 8, el proceso resumen de quema de hornos artesanales utilizadas en la prueba de hipótesis, por lo que se evaluó las tres materias primas utilizadas, se midió en leña, un tiempo total de 140 minutos y una temperatura promedio de 428 °C, mientras que en cáscara de coco, se midió un tiempo total de 80 minutos y una temperatura promedio de 434 °C y en cáscara de plátano, se midió un tiempo total de 140 minutos, en una temperatura promedio de 416 °C.

B. Análisis de varianza

Desarrollándose el análisis de varianza, se obtuvo los resultados registrados, ver tabla 9, representación gráfica ver figura 17.

Tabla 9

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	140454	1	140454	219	7,71
Dentro de los grupos	2568	4	641,07		
Total	143022	5			

Interpretación 9

Se determina en la tabla 9 como resultados en el análisis estadístico, teniendo un valor de F de 219 y un valor crítico de F de 7,71, teniendo un total de suma de cuadrados de 140454 con 5 grados de libertad.

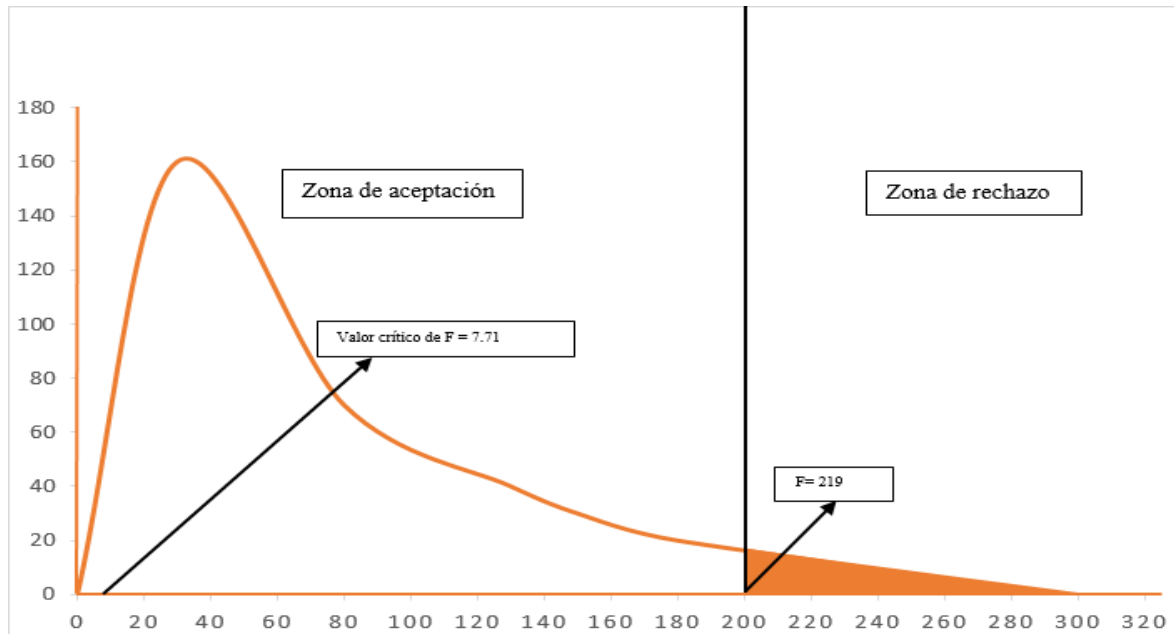


Figura 17. Representación del análisis de varianza

Observación final del análisis de varianza

- Valor crítico para $F = 7,71$
- $F = 219,55$
- Nivel de confianza de 95%
- Valor crítico de F sea menor a F.
- Acepta la hipótesis por lo que se confirma que las briquetas orgánicas afectan significativamente, el proceso de quema en hornos artesanales, Rioja-2019.

3.2. Discusiones

- En los estudios de Samamé (2017) y Vera (2014), muestran como resultados que las distintas biomásas que se pueda encontrar, después de un tratamiento adecuado produce en la quema una mayor temperatura y beneficio en su uso, teniendo una relación con la investigación realizada en la cual la biomasa se trata a partir de la fabricación briquetas, en la cual los resultados muestran que la briqueta de coco es más beneficioso en el proceso de quema común de leña.

Durante el experimento, el tercer prototipo de briqueta que fue preparado con 40% de cascarilla de arroz y 60 % de aglomerante, tuvo dificultades en el momento de la compactación, no logro mantener la forma de briqueta, dando la razón a la investigación de Macías (2017), que demostró en su investigación que la briqueta de cascarilla de arroz está formado por polvillo, cuesco y aserrín obteniendo como resultado un tamaño de 10 cm, dando a entender que el uso de la cascarilla de arroz para una mejor compactación, tiene que ser un mínimo de cascarilla mezclado con otros subproductos de la misma.

- Durante el experimento de la investigación en el proceso de quema, los prototipos propuestos oscilan entre una temperatura mínima de 159°C a una temperatura máxima de 545°C, teniendo estos datos estrecha relación con la investigación de Pavón (2019), en la cual el investigador analizo tambien briquetas organicas y en en el proceso de quema oscilo entre una temperatura mínima de 116 °C a una temperatura máxima de 422°C.
- La investigación Rodríguez et al. (2014), detallaron la comparación en el proceso de quema de entre la leña y un prototipo de briqueta artesanal, es de 1 hora 30 minutos (leña) y 1 hora 15 minutos (prototipo de briqueta), teniendo relación con los resultados experimentales ya que el proceso fue de 2 horas 10 minutos en el caso de la leña y en el caso del prototipo de briqueta es de 1 hora 20 minutos mínimo que se necesitó para el proceso de quema en hornos artesanales, confirmando que los prototipos de briquetas, muestran un mejor rendimiento que la misma leña, siendo una opción viable en el momento de su uso.

CONCLUSIONES

- En el proceso de fabricación de las briquetas orgánicas la fibra de cáscara de coco y la cáscara de plátano, son las materias primas, que fueron más fáciles su compactado para la briquetación. La cascarilla de arroz, es muy difícil de compactar, para el proceso de briquetación. Las briquetas de cáscara de coco, se debe poner la cantidad total de un solo momento, al poner por etapas, llega el momento dado que se quiebran.
- En el proceso de quema de horno artesanal, para tener una mejor comprensión de la temperatura dentro de este, se dividió, lado izquierdo del horno artesanal (parte 1), lado central, la parte de arriba también llamada cielo (parte 2), lado central del horno artesanal (parte 3) y lado derecho del horno artesanal (parte 4).
- Durante el proceso de quema del horno artesanal con leña, en torno a la medición de la temperatura, comienza mínimamente con 22 °C y alcanza la máxima temperatura de 689 °C.
- Cuando se incorporan las briquetas orgánicas, durante el proceso de quema del horno artesanal, las temperatura oscilan entre 159 °C y 545 °C, teniendo en cuenta que las briquetas orgánicas de fibra de cáscara de coco y de cáscara de plátano, teniendo una mejor eficiencia de tiempo antes del horneado.

RECOMENDACIONES

Se recomienda

- A las instituciones dedicadas a este rubro, incentivar el uso de las briquetas orgánicas, para el uso de cocinas mejoradas y hornos artesanales.
- A los educadores universitarios, motivar a los estudiantes en temas de investigación relacionadas sobre biomasa.
- A los futuros investigadores, el tema sobre briquetas no es reciente, solo que no es conocido, por lo que se sabe muy poco, pero en la actualidad, debido a todos los cambios que está sufriendo el planeta se hace necesario.
- A los usuarios de los hornos artesanales, el uso de briquetas durante el proceso de quema, disminuye el tiempo antes del horneado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, Edgar et al. (2017). *Manual del cultivo de yuca Manihot esculenta Crantz*.
Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf>
- AGUIRRE, Freddy y COSTILLA, Nestor. (2017). *Propuesta de una briqueta ecológica utilizando cascarilla y polvillo de arroz*. Tesis de grado, Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI. Obtenido de
<https://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/278>
- ALBORNOZ, Sergio et al. (2016). *El fuego y los incendios*. Guía de autoinstrucción N°1.
Obtenido de https://www.anb.cl/documentos_sitio/81229_4_Guia_Fuego.pdf
- ALFONSO, José y RAMÍREZ, Teofilo. (2008). *Manual técnico del cultivo del cocotero (Cocos nucifera L.)*. Obtenido de <https://docplayer.es/2860577-Manual-tecnico-del-cultivo-del-cocotero-cocos-nucifera-l.html>
- BURGOS, Francisco y OPORTO, Cristobal. (2010). *La biomasa como fuente de energía sustentable*.
- CAMACHO, Aurora y ARIOSSA, Liliana. (2000). *Diccionario de términos ambientales*. La Habana: Publicaciones Acuario. Obtenido de
https://hogaresjuvenilescampesinos.org/gallery/diccionario_ambiental.pdf
- CEBALLOS, Hernan y DE LA CRUZ, Gabriel. (2002). *Taxonomía y morfología de la yuca*.
- DE LUCAS, Ana et al. (2012). *Biomasa, Biocombustibles y sostenibilidad*.
- DENTONI, María y MUÑOZ, Miriam . (2013). *Glosario de términos relacionados con el manejo del fuego*. Informe Técnico N°8.
- DÍAZ, M. (2002). *Manual práctico para el cultivo sustentable del plátano*. Universidad de Puerto Rico. Obtenido de <https://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=15184>
- ENCISO, Enrique. (2007). *Guía para el uso y aprovechamiento de la Biomasa en el sector forestal*.

- ESTRADA, Claudio y ISLAS, Jorge. (2010). *Energías alternativas: Propuesta de investigación y desarrollo tecnológico para México*.
- FRANQUET, Josep y BORRAS, Cinta. (2004). *Variedades y mejora del arroz (Oryza sativa, L)*.
- FRAUME, Nestor. (2006). *Diccionario Ambiental*. Bogota: Ecoe Ediciones. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1232/1/Fraume-Diccionario%20ambiental.pdf>
- FUNDACIÓN Energía sin Fronteras [EsF]. (2012). *Biomasa y desarrollo. Oportunidades de la biomasa para mejorar el acceso local a la energía en comunidades rurales aisladas en América latina*. Madrid: Gráficas Áncora, S.A.
- GANDUGLIA, Federíco, et al. (2009). *Manual de biocombustibles*.
- GARCÍA, José y GUERRERO, Mauricio. (2003). *Cultivo del cocotero*. Guía técnica. Obtenido de <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/DOCUMENTOS%20WEB/0002861-ADDOCCC.pdf>
- HEROS, E. (2012). *Manual técnico de manejo integrado del arroz*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/MANUAL-TECNICO-DE-MANEJO-INTEGRADO-DEL-ARROZ.pdf>
- HERRERA, Mario, y COLONIA, Luis. (2011). *Manejo integrado del cultivo de plátano*. Guía técnica. Obtenido de https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Platano/MANEJO_INTEGRADO_DEL_CULTIVO_DE_PLATANO.pdf
- HUANCA, Lizbeth. (2017). *Evaluación del proceso de briquetas a partir de residuos de dos maderas de la zona de Iquitos, Loreto*. Monografía de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3459/K50-H8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- INSTITUTO Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2007). *Preguntas y respuestas más frecuentes sobre biocombustibles*.
- INSTITUTO Nacional Tecnológico- INATEC. (2011). *Manual para el participante: "horneado de pan"*.
- INSTITUTO PARA LA DEVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA [IDAE]. (2007). Energía y biomasa. Obtenido de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10374_Energia_de_la_biomasa_07_28e17c9c.pdf
- LARDIZÁBAL, R. (2002). *Manual de producción de yuca Valencia*. Obtenido de http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/66/CDA_Fintrac_Manual_Produccion_Yuca_06_02.PDF?sequence=1
- LIZANO, M. (2005). *Guía técnica del cultivo del coco*. San Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Obtenido de <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/2013819141156.pdf>
- MACÍAS, Josselin. (2017). *Evaluación de briquetas como biocombustible sólido a partir de residuos que generan los procesos agroindustriales en el sector de Empalme*. tesis de grado, Universidad técnica estatal de Quevedo , Facultad de ciencias de la ingeniería.
- MARCOS, Francisco. (1994). *Pelets y briquetas*. Obtenido de https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_2293_9990.pdf
- MEJÍA, Gilmar. (2018). *Cultivo de plátano (musa paradisiaca)*. El Salvador. Obtenido de <https://1library.co/document/qvl9enrd-cultivo-de-pl%C3%A1tano.html>
- MINISTERIO de transportes y comunicaciones [MTC]. (2018). *"Glosario de terminos" de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*.
- NICARAGUA, Karla et al. (2004). *Guía MIP del cultivo de la yuca*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf>

- NIÑO, Andrés. (2019). *Caracterización de propiedades físicas y mecánicas de briquetas de biomasa de aserrín de pino y cascarilla de arroz*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- ORGANIZACIÓN de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación [FAO]. (2008). *Bosques y energías. cuestiones clave*.
- ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2012). *FRA 2015- Terminos y definiciones*.
- PALENCIA, G. e. (2006). *MAnejo sostenible del cultivo del plátano*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12888/44209_56458.pdf
- PAVÓN, Cinthya. (2019). *Determinación del poder calorífico y tiempo de combustión de cuatro prototipos de briquetas*. Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
- PROGRAMA de las naciones unidas para el desarrollo [PNUD]. (2013). *Catálogo de soluciones energéticas. Como usar eficientemente la leña y aprovechar la energía solar. Opciones que mejoran la calidad de vida de la familia rural y combaten la desertificación*.
- RAMÍREZ, Bernardo y GOYES, Rosa. (2004). *Botánica. Generalidades morfología anatomía de las plantas superiores*. Cali: Universidad del Cauca.
- RODRÍGUEZ Aleyda et al. (2014). *Validación de briquetas elaboradas con cascarilla de café para el reemplazo de leña en el horneado de rosquitas en la zona norte de Nicaragua*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería.
- ROMERO, Jordi y MILLARES, Jordi. (2002). *Perspectiva ambiental 24. Biocombustibles*.
- SANAMÉ, Walter. (2017). *Determinación del poder calorífico de briquetas de carbón utilizando cantidades de residuos de biomasa*. Tesis profesional para obtener el título de ingeniero ambiental, Universidad Cesar Vallejo.
- SCHALLENBERG, Julieta, et al. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*.

VALIENTE, Astrid. (2017). *Elaboración de briquetas para aprovechamiento del residuo de arroz en beneficios del municipio de el progreso, Jutiapa*. Tesis, Universidad Rafael Landívar.

VERA Alexander. (2014). *Diseño de briquetas ecológicas para la generación de energía calórica y mejoramiento de ecosistemas en el corregimiento de Nabusike, municipio de pueblo Bello- Cesar*. Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a distancia- UNAD, Valledupar. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/61111/92694041.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1. Cantidad de biomasa usada durante el quemado de hornos artesanales

Dependiendo la finalidad para lo cual se usa la quema de hornos, el rango de biomasa aproximada utilizada para una quema común fue de 20, 544 kilos, mientras que la biomasa utilizada para el quemado eficiente fue de 7,568 kilos, ver datos correspondientes en la tabla 10.

Tabla 10

Resumen de las cantidades de biomasa usada durante el quemado de horno artesanal

Quemado de horno	Biomasa	Cantidad (g)	Total (g)
Quemado Común	Leña	14044	20544
	Cartón	500	
	Cañabraba	6000	
Quemado Eficiente	Briquetas De Coco	1068	7568
	Cartón	500	
	Cañabraba	6000	

Observaciones

- Para un quemado común se utilizó 16 leñas, 500 gramos de cartón y tres cañabrabas de un promedio de 2 kilos por cañabraba.
- Para un quemado eficiente se utilizó 6 briquetas de coco de un peso de 168 gramos aproximadamente, 500 gramos de cartón y 3 cañabrabas de 2 kilos promedio por cada una.

- En la investigación tuvo como finalidad el horneado de las conocidas, rosquitas blancas (rosquita de yuca) con una temperatura de horneado de 200 °C y rosquitas amarillas (rosquitas de harina de maíz) con una temperatura de horneado entre 160 a 180 °C, además de pan con una temperatura de horneado de 300 °C y el bizcocho con una temperatura de horneado de 220 °C.
- El costo del proceso de quemado en el año 2019 fue en el momento de 4 leñas por un sol, para la investigación se utilizó en el quemado 16 leñas, un total de 4 soles en leña, a su vez que se complementó con 3 cañabrabas, de un costo de 1 sol por una unidad, costando un total de 3 soles en cañabrabas y durante el proceso de quema eficiente, costo de la materia prima 1,5 soles y el aglomerante 0.80 soles, por lo que cada briqueta tuvo un costo aproximado de 0,5 céntimos, costando un total de 3 soles, con un complementó de 3 cañabrabas, de un costo de 1 sol por una unidad, costando un total de 3 soles en cañabrabas.

Inferencias finales

- Después de evaluar todos los costos, el proceso de quema eficiente es el que tiene más bajo costo y genera más beneficios, en el control de temperatura a momento del horneado.
- Viéndolo ambientalmente, la biomasa usada en una quemada común (20,544 kg) es mucho más grande que la biomasa usada en una quemada eficiente (7,568 kg), teniendo a la quemada eficiente en el término de la investigación como una buena opción en el proceso de quemada de hornos artesanales.

Anexo 2. Panel fotográfico



Fotografía 1. Horno artesanal



Fotografía 2: Proceso de quemado del horno artesanal



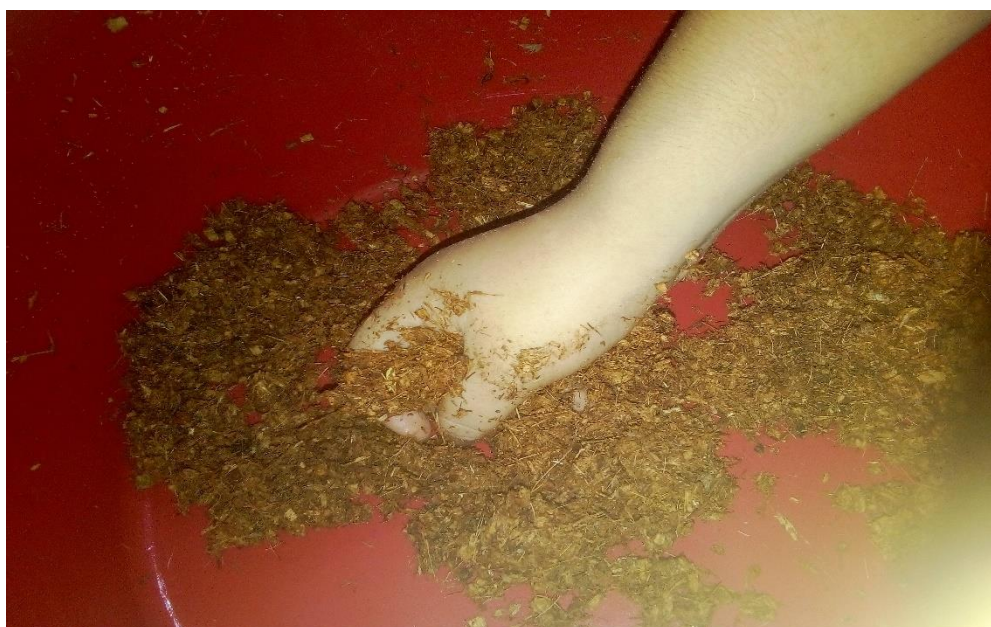
Fotografía 3. Toma de datos con el pirómetro.



Fotografía 4. Proceso de horneado de pan



Fotografía 5. Prensa manual para la briquetación



Fotografía 6. Mezclado de la cáscara de coco y el aglutinante



Fotografía 8. Briqueta orgánica de fibra de cáscara de coco



Fotografía 7. Briqueta orgánica de cáscara de plátano

Evaluación de las briquetas orgánicas, en el proceso de quema en hornos artesanales, Rioja - 2019

por Fiorela Rafael Saldaña

Fecha de entrega: 31-ago-2023 08:58a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2155009788

Nombre del archivo: e_final_para_empastado-_tesista_Fiorela_Rafael_Salda_a_0002.docx (6.69M)

Total de palabras: 14374

Total de caracteres: 73433

Evaluación de las briquetas orgánicas, en el proceso de quema en hornos artesanales, Rioja - 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	1%
5	rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
7	www.fs.fed.us Fuente de Internet	1%
8	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	1%
9	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	