



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Elaboración de briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta
para reducir las emisiones de CO₂**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera ambiental

AUTORAS:

Fanárraga Lukuy, Diana Carolina (ORCID: 0000-0002-5733-5835)
Jihuallanca Sánchez, Rosaura Jessenia (ORCID: 0000-0002-3660-424X)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

Dedicamos esta tesis a Dios, ya que a través de su hijo Jesucristo nos ha demostrado su amor infinito al guiar nuestros pasos y permitir que se puedan cumplir nuestras metas.

A nuestra familia por siempre estar con nosotras a lo largo de nuestra vida, por su apoyo incondicional en cada momento y por confiar en nuestra realización profesional como personal.

Agradecimiento

Agradecemos infinitamente a Dios por habernos demostrado que no hay obstáculos imposibles de vencer y por habernos dado fuerzas y herramientas para luchar por nuestras metas.

A nuestra familia en especial nuestros padres y nuestros hermanos por su apoyo en cada paso y circunstancia. Gracias por todo.

Al Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera por la asesoría brindada a lo largo de la realización de nuestra tesis.

Índice de contenido

Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Validez y confiabilidad del instrumento.....	10
3.6. Procedimiento.....	11
3.6.1. Obtención de la biomasa.....	11
3.6.2. Preparación de la biomasa.....	12
3.6.3. Procedimiento de elaboración de la briqueta ecológica a partir del hueso de la palta.....	13
3.6.4. Análisis de la biomasa.....	15
3.6.5. Análisis de laboratorio de la biomasa (hueso de la palta).....	16
3.6.6. Características químicas de la briqueta ecológica.....	16
3.6.6.1. Poder calorífico.....	16
3.6.6.2. Tiempo de combustión.....	16
3.6.6.3. Contenido de humedad.....	16
3.6.6.4. Contenido de cenizas.....	17
3.6.7. Cantidad de emisiones de CO ₂ generadas por la briqueta ecológica.....	17
3.6.7.1. Emisiones de CO ₂	17
3.6.7.2. Temperatura de emisión.....	18
3.7. Método de análisis de datos.....	18
3.8. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Análisis de los componentes de la palta.....	20
4.1.1. Pruebas iniciales de la biomasa (hueso de palta).....	21
4.2. Análisis de las características químicas de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta.....	23

4.2.1	Análisis del contenido de humedad de las briquetas ecológicas.....	23
4.2.2	Análisis del poder calorífico de las briquetas ecológicas.....	24
4.2.3	Análisis del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas.....	25
4.2.4	Análisis de las cenizas de las briquetas ecológicas.....	25
4.2.5	Análisis de la composición factible de las briquetas ecológicas.....	26
4.3.	Características de emisiones de CO ₂ de la briqueta ecológica a partir del hueso de palta	27
4.3.1	Análisis de la emisión de CO ₂ de la briqueta a partir del hueso de la palta y el carbón.....	27
4.3.2	Temperatura de emisión de la briqueta a partir del hueso de la palta y el carbón.....	28
4.4	Comprobación de la hipótesis.....	29
V.	DISCUSIÓN.....	38
VI.	CONCLUSIONES.....	42
VII.	RECOMENDACIONES.....	43
	REFERENCIAS.....	44
	ANEXOS.....	54

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de diferentes almidones	8
Tabla 2. Tabla de validez	11
Tabla 3. Masa promedio de los componentes de la palta	20
Tabla 4. Resultados del análisis de humedad y densidad de la muestra de hueso de la palta	22
Tabla 5. Datos de las muestras analizadas en el laboratorio SLAB.	23
Tabla 6. Prueba de normalidad de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta	29
Tabla 7. Evaluación de las correlaciones de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta	30
Tabla 8. Prueba de normalidad de la mejor composición de la briqueta ecológica	31
Tabla 9. Correlación de spearman de la mejor composición de la briqueta ecológica	31
Tabla 10. Prueba de normalidad de las características químicas de las briquetas ecológicas.....	33
Tabla 11. Estadísticas del contenido de humedad de las briquetas ecológicas.....	33
Tabla 12. Prueba para la muestra de contenido de humedad de las briquetas ecológicas	33
Tabla 13. Estadísticas para la muestra del poder calorífico de las briquetas ecológicas	34
Tabla 14. Prueba para la muestra del poder calorífico de las briquetas ecológicas.....	34
Tabla 15. Estadísticas para la muestra del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas.....	34
Tabla 16. Prueba para la muestra del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas	34
Tabla 17. Estadísticas del contenido de cenizas de las briquetas ecológicas.....	35

Tabla 18. Prueba para la muestra de contenido de cenizas de las briquetas ecológicas	35
Tabla 19. Prueba de normalidad de reducción de emisiones de CO ₂ de las briquetas ecológicas.....	36
Tabla 20. Estadística de reducción de emisiones de CO ₂	36
Tabla 21. Prueba para la muestra de reducción de emisiones de CO ₂	37
Tabla 22. Correlación de Pearson de la reducción de emisiones de CO ₂	37

Índice de figuras

Figura 1. Recolección de los huesos de la palta	11
Figura 2. Selección y limpieza de los huesos de la palta	12
Figura 3. Lavado de los huesos de la palta.....	12
Figura 4. Molido de los huesos de la palta	13
Figura 5. Secado y almacenamiento de la biomasa	13
Figura 6. Elaboración de la briqueta ecológica a partir del hueso de la palta	14
Figura 7. Prensa briquetadora elaborada manualmente	15
Figura 8. Resultados de elaboración de las briquetas.....	15
Figura 9. Analizador de gases (Marca Yowexa, Modelo YEM- 40L)	18
Figura 10. Medición de emisiones de CO ₂ durante su combustión: a) Medición de emisiones de CO ₂ de las briquetas ecológicas y b) Medición de emisiones de CO ₂ del carbón tradicional	18
Figura 11. Pesaje de los componentes de la palta: a) Masa de la cáscara, b) Masa del hueso de la palta y c) Masa de la pulpa de la palta.....	20
Figura 12. Masa de los componentes de la palta	21
Figura 13. Encendido de la biomasa	21
Figura 14. Porcentaje de contenido humedad de las briquetas ecológicas	23
Figura 15. Poder calorífico de las briquetas ecológicas	24
Figura 16. Tiempo de combustión de las briquetas ecológicas	25
Figura 17. Porcentaje de ceniza de las briquetas ecológicas.....	26
Figura 18. Composición factible de las briquetas ecológicas	26
Figura 19. Emisión de CO ₂ de la briqueta a partir del hueso de la palta y el carbón tradicional	27
Figura 20. Temperatura de emisión de la briqueta a partir del hueso de la palta y el carbón tradicional	28

Resumen

La mayoría de los países del mundo dependen de la energía y se sugiere que se genere a partir de fuentes renovables que no tengan un impacto negativo en el medio ambiente. El hueso de palta es un residuo que se origina en el consumo de pulpa de la palta y puede ser utilizado como biomasa por su potencial poder calorífico. Así, esta investigación desarrolló briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta como biocombustible. Las briquetas se elaboraron a partir de una mezcla de hueso de palta, aserrín y almidón de yuca en diferentes proporciones. Las briquetas tuvieron la forma cilíndrica de 7 cm de largo y 5 cm de diámetro, y se evaluó su poder calorífico, tiempo de combustión, humedad, contenido de cenizas y cantidad de emisiones de CO₂. Los resultados indicaron que la mejor proporción para la obtención de la briqueta ecológica fue 70 g de hueso de aguacate, 20 g de aserrín y 30 g de aglutinante. Además, las briquetas mostraron reducciones en las emisiones de CO₂ y alto poder calorífico. Finalmente, se concluye que las briquetas ecológicas son una gran alternativa como biocombustible y podrían ser utilizadas como fuente de energía para diferentes actividades de cocina doméstica en áreas rurales, centros recreativos y de esparcimiento, en beneficio del medio ambiente.

Palabras claves: hueso de la palta, briquetas ecológicas, biocombustible, reducción de emisiones de CO₂.

Abstract

Most countries in the world depend on energy and it is suggested that it be generated from renewable sources that do not have a negative impact on the environment. Avocado pit is a waste that originates from the consumption of avocado pulp and can be used as biomass due to its potential calorific value. Thus, this research developed ecological briquettes from avocado pits as biofuel. The briquettes were made from a mixture of avocado pit, sawdust and cassava starch in different proportions. The briquettes were cylindrical in shape, 7 cm long and 5 cm in diameter, and their calorific value, combustion time, humidity, ash content and amount of CO₂ emissions were evaluated. The results indicated that the best proportion for obtaining the ecological briquette was 70 g of avocado pit, 20 g of sawdust and 30 g of binder. In addition, the briquettes showed reductions in CO₂ emissions and high calorific value. Finally, it is concluded that the ecological briquettes are a great alternative as biofuel and could be used as an energy source for different domestic cooking activities in rural areas, recreational and leisure centers, to the benefit of the environment.

Keywords: avocado pit, ecological briquettes, biofuels, reduction of CO₂ emissions.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los combustibles fósiles son una fuente de energía autoritaria debido a que se ha convertido en una necesidad básica para los seres humanos. Entre los diversos países de África meridional se consume más del 50% del carbón vegetal producido en el mundo, y es utilizado indistintamente en viviendas e industrias, además, utilizan la leña de manera ineficiente, de forma cruda, generando así una contaminación directa a la calidad del aire (Cuvilas et al., 2010).

En Perú, el uso del carbón vegetal desempeña un papel importante en el cuadro energético, principalmente en la preparación de alimentación doméstica. En los últimos años se ha obtenido volúmenes de madera de forma ilegal, a través de empresas provenientes de la Amazonía, produciendo carbón de algarrobo, así como de otras especies (Salo et al., 2011).

El carbón representa la mayor fuente de emisión de dióxido de carbono, siendo uno de los gases causantes del efecto invernadero. Por ello, se incentiva a emplear fuentes de energías renovables como el uso de la biomasa, que absorbe el dióxido de carbono (CO₂) durante el crecimiento y lo emite en su combustión, por lo que se considera que tiene un efecto invernadero nulo (Roni et al., 2017).

La empresa Agroindustrias AIB S.A.C Chincha es una compañía dedicada a la agricultura, procesamiento y exportación de productos hortofrutícolas. Uno de sus principales productos es la pulpa de la palta congelada, que genera grandes volúmenes de residuos como la cáscara y el hueso de la palta (AIB, 2021).

Es por ello, que el presente estudio ha considerado elaborar briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta como alternativa de sustitución del carbón para reducir las emisiones de CO₂, además se valoriza el residuo de la palta como biomasa por su potencial calorífico como la cáscara de coco, cáscara de nogal y cáscara de almendras.

La presente investigación planteó como problema general: ¿En qué medida la elaboración de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta reduce las emisiones de CO₂?, y como problemas específicos: ¿Cuál es la mejor composición para elaborar briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta?, ¿Cuáles son las

características químicas de las briquetas ecológicas?, ¿Cuál es la cantidad de emisiones de CO₂ que genera la briketa ecológica?

Esta investigación se justifica desde una perspectiva social al aprovechar el hueso de la palta como fuente de energía para evadir la quema de estos residuos que podrían afectar la salud de los pobladores. En el aspecto ambiental, porque la briketa ecológica elaborada a partir del hueso de la palta emite menor cantidad de CO₂ en comparación con el carbón vegetal. Finalmente, en el aspecto económico, ya que puede ser vendida a un costo accesible, evidenciando su larga duración y alternativa sostenible.

Por lo expuesto, el objetivo general de la investigación es: Elaborar briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta para reducir las emisiones de CO₂, y como objetivos específicos: determinar la mejor composición para la elaboración de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta, determinar las características químicas de las briquetas ecológicas y determinar la cantidad de emisiones de CO₂ que genera la briketa ecológica.

La hipótesis general de la investigación es: Las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta reduce las emisiones de CO₂, y como hipótesis específicas: La mejor composición de la briketa ecológica está entre un rango de 50 – 70 g de hueso de palta, 20 – 30 g de almidón de yuca y 20 – 30 g de aserrín, las características químicas de las briquetas ecológicas son adecuadas para su utilización y la cantidad de emisiones de CO₂ que emite la briketa ecológica es menor que la emisión del carbón tradicional.

II. MARCO TEÓRICO

El **carbón** está formado principalmente por hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, carbono y azufre, usado generalmente como combustible, energía, etc. (Rojas, 2008). El uso del carbón en la actualidad ha incrementado constantemente, provocando el aumento de las emisiones de carbono en forma de CO₂, calculándose la emisión en 8 millones de toneladas métricas al año, con tendencia a duplicarse en los próximos 50 años. Sin embargo, estas emisiones no son causadas solo por el uso doméstico, también son generadas por la refinación del petróleo y la industria del cemento (Power, 2009).

La **biomasa** es la fracción biodegradable de productos, residuos o desechos provenientes de toda materia viva de origen animal, vegetal y actividades agrarias que se puede utilizar como una fuente energética, generando de esta manera, energía limpia (De Gregorio, 2020). Desde algunas décadas atrás, la biomasa vegetal se viene utilizando como combustible primario, y hoy debido al agotamiento de los combustibles fósiles, constituye una alternativa sostenible (Callejon et al., 2009).

La biomasa es una fuente de energía renovable, debido que su contenido energético proviene de la energía solar almacenada durante el proceso de la fotosíntesis (EPEC, 2018). Existen diversos tipos de biomasa como: la biomasa sólida, que es el aprovechamiento térmico de la materia orgánica vegetal y animal (Quintero, 2015); la biomasa para biogás, la cual consiste en la desgasificación de los residuos sólidos urbanos arrojados en vertederos (Quintero, 2015); la biomasa por fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, que se genera a partir de residuos orgánicos provenientes de jardines, cocina, parques, alimentos, etc. (Quintero, 2015) y la biomasa por biocarburantes, que son aquellos combustibles líquidos que sustituye en su totalidad o un porcentaje considerable la gasolina (Quintero, 2015). Es así como, Villaroel et al. (2018) lograron conseguir energía renovable en forma de electricidad o calor, a través de la biomasa adquirida por la gran cantidad de residuos agrícolas y orgánicos que se genera en el mundo. Sin embargo, cada biomasa cuenta con densidades diferentes. Santos & Fuertes (2004) indicaron que la densidad es una propiedad intensiva de la materia que varía por sus características, su naturaleza química y su estructura, la cual no depende

del tamaño de la muestra.

La palta es una baya con endocarpio y mesocarpio carnoso formada por una sola semilla, las grasas son su principal componente después del agua y tiene un poder calorífico elevado a diferencia de otras frutas (Ceballos & Montoya, 2013). La palta es originaria de una especie arbórea del género *persea*, resaltando sus características de formas redonda, periforme y de colores variados. Existen dos variedades de palta en el mercado mundial: **hass**, la cual tiene forma oval periforme de un tamaño de 200 a 300 gramos y **fuerte**, que tiene una forma periforme mediano con un promedio de 300 a 400 gramos de peso. Por otro lado, las especies más comunes de palta son nabal, collinred, antillanas, etc. (García & Quintanilla, 2003). Generalmente estas especies son consumidas de diferentes modos como: ensalada, puré, etc. Además, la pulpa de la palta es usada en la exportación y extracción de aceites, generando grandes volúmenes de residuos como el hueso de palta (Fonseca et al., 2016).

El hueso de la palta es la semilla o residuo que se genera al consumir la palta, siendo una potencial fuente de fibra usado para otros subproductos vegetales

(Juarez et al., 2019). La semilla es un recurso infrautilizado, debido a sus componentes como el triterpeno, que está constituido por el conjunto de hidrocarburos de cinco átomos de carbono (Uchenna et al., 2017). Por ello, investigadores de la universidad de Córdoba junto con ingenieros de la Universidad de Almería, enfatizaron que el hueso de la palta, en virtud del poder calorífico, puede ser utilizado como fuente de biomasa, al igual que, las cáscaras de almendras y el hueso de aceituna, debido que su energía térmica es mayor a estas, determinándose un valor medio de 19.145 MJ/kg.

Las Briquetas son combustibles que se forman con la compactación de la biomasa utilizando como materia prima residuos de madera, astillas y distintos tipos de residuos, mayormente son de origen lignocelulósico y de formas variadas, sin embargo, casi en su mayoría se encuentra en formas cilíndricas (Camps & Marcos, 2008). Díaz & Benites (2019) realizaron briquetas ecológicas con biomasa de cáscaras de cacao, café y trigo utilizando la melaza y la cáscara de papa como aglutinantes orgánicos, obteniendo como poder calorífico en las briquetas de cacao

9909.59 kcal/kg, en las briquetas de café un resultado de 9912.81 kcal/kg y en las briquetas de trigo un valor calorífico de 9928.11 kcal/kg. Asimismo, Chin et al. (2020) realizaron briquetas a partir del residuo del café, adhiriendo como aglomerante el almidón de yuca y obtuvieron altos valores de poder calorífico que oscilaron entre 18.01 y 18.04 MJ/kg. Díaz et al. (2020) indicaron que se puede realizar briquetas ecológicas a partir del aserrín y la corteza de pino, utilizando como aglutinante un residuo de la destilación de la resina de pino, obteniendo bajo porcentaje de humedad y de cantidad de cenizas que mejoran las propiedades de dicha briqueta. Por otra parte, Okot et al. (2018) elaboraron briquetas de mazorcas de maíz y concluyeron que la presión de compactación debe ser mayor o igual a 200 MPa para obtener briquetas de alta calidad. Finalmente, Shiferaw et al. (2017) indicaron que, al realizar briquetas con residuos agrícolas, como la cáscara de arroz que se encuentra dispersos en áreas agrícolas rurales, aumentaría la eficiencia en el sector doméstico, potencializando y reemplazando a los contaminantes convencionales, como la leña, la madera, etc.

Las **emisiones que** se producen con la quema de las briquetas, contienen tres principales partículas: carbón fijo, este se genera cuando se desprende el 60-80% del material volátil; biomasa sólida, esta es la porción que logra liberarse en forma de gases y vapores; finalmente, se genera el residuo inorgánico que son aquellas cenizas que quedan de la combustión (Romero, 2010). En ese sentido, Deniz (2016) elaboró briquetas a partir del carbón bituminoso, obteniendo como resultado de combustión, que la ceniza contiene 1,3% de carbono no quemado con una eficiencia de 81% y se emitieron 3 mg/m³ de partículas de gas en humo. Por otro lado, Barranco et al. (2016) elaboraron briquetas ecológicas a partir de la tusa de maíz, bio aglomerante de yuca y su producto registró un 50% menos de emisiones de CO₂ en comparación a lo producido por la leña o astillas. También, Mitchell et al. (2020) evaluaron la emisión de briquetas hechas por residuos agrícolas para uso de la calefacción doméstica, obteniendo como resultado 5 kW de potencia, disminuyendo así, las emisiones de gases. Asu vez, Miao et al. (2019) realizaron briquetas a partir del carbón shendong y un aglutinante hecho de paja de maíz, teniendo como prioridad, elaborar una briqueta con características de combustión más elevadas y menores emisiones contaminantes, obteniendo como resultado una disminución de 20% en las emisiones de SO₂. De igual importancia

resulta la investigación de Wongwuttanasatian & Sakkampang (2016), quienes estudiaron las características de la combustión y la emisión de combustible de la briqueta elaborada con la cascarilla de arroz mezclado con glicerina, concluyendo que la glicerina afecta a las emisiones de NOx, generando una mayor temperatura de combustión. Similarmente, Babajide et al. (2018) estudiaron las características físicas y de combustión de briquetas ecológicas elaboradas con desechos agrícolas y residuos de madera, siendo más atractiva ambientalmente ya que contribuye a la reducción de las concentraciones de CO₂.

Para que las briquetas sean un combustible de mejor calidad, deben contar con propiedades y características como: el **contenido de humedad, que es** la magnitud que expresa la cantidad de agua en un sólido, el cálculo del contenido de humedad en la biomasa puede efectuarse en base húmeda o base seca y resulta de gran importancia, ya que a mayor humedad menor es el poder calorífico (Martínez & Lira, 2010). Por ende, Kpalo et al. (2019) elaboraron briquetas de pulpa de papel y mezcla de *Mesua férrea*, concluyendo que la cantidad de humedad mayor al 20%, genera una disminución de energía necesaria para la evaporación del agua durante la combustión. De igual forma, Tumuluru et al. (2021) realizaron briquetas de residuos sólidos urbanos de óptima calidad de 3.5 mm de tamaño de pantalla con un contenido de humedad de 21%, concluyendo así que la durabilidad y la densidad es influenciada por la humedad.

También, se debe considerar la **cantidad de cenizas** que es la proporción de materia orgánica sólida no combustible y la cantidad depende del residuo de biomasa utilizado, normalmente, la biomasa genera menor cantidad de cenizas que el carbón, a excepción de la cascarilla de arroz que genera un 20% (Oladeji, 2015). Por su parte, Saeed et al. (2021) elaboraron briquetas a base de la cáscara de arroz, paja de trigo, tallo de maíz y otras biomásas, obteniendo como resultados una cantidad de cenizas de 19,5 %, 11,25%, 12,8%, 10% e inferior al 9% respectivamente, concluyendo que los elementos que forman las cenizas en las biomásas son Na, Ca, K, Mg y diversos metales pesados.

Por último, la característica más importante es el **poder calorífico**, por ser la cantidad de energía que se desprende al quemar un residuo, este valor se obtiene en laboratorio mediante ensayos en la bomba calorimétrica (Da Silva et al., 2019), asimismo, se define cómo la liberación de la cantidad de calor a través de una combustión completa a condiciones estándares establecidas (Sanchez et al., 2012). Por ello, Bot et al. (2021) elaboraron briquetas utilizando cáscara de plátano, residuos de ratán, cáscaras de coco y bagazo de caña de azúcar con almidón de yuca, obteniendo valores en el poder calorífico de 16.98, 30.07, 32.16 y 25.93 MJ/Kg respectivamente. Por su parte, Mardiaga et al. (2017) obtuvieron valores de poder calorífico de 17,14 MJ/kg y 14,69 MJ/kg a partir de briquetas de cáscara de piñón manso y bagazo de azúcar. Además, Fikri & Sartika (2018) utilizaron residuos orgánicos para la elaboración de briquetas por diferentes tratamientos: primer tratamiento (50% hoja, 40% ramita, 10% papel), segundo tratamiento (60% hoja, 30% ramita, 10% papel), tercer tratamiento (70% hoja, 20% ramita, 10% papel) y por último, el cuarto tratamiento (80% hoja, 10% ramita, 10% papel), siendo el último tratamiento el más efectivo para la fabricación de briquetas, obteniendo valores de poder calorífico que oscilaron entre 4.632 – 5101 cal / g.

Para la fabricación de las briquetas, es necesario complementarlo con subproductos para mejorar su eficiencia. Correa et al. (2014) indicaron que el **aserrín** es uno de los subproductos con mayor eficiencia en humedad, cenizas y elementos inorgánicos, siendo el más adecuado para la producción de briquetas. Además, este producto se obtiene por la agrupación de partículas que se desprenden de la madera cuando esta pasa por el proceso de aserrar (Serret et al., 2016). Asimismo, para que la briqueta sea de calidad, se necesita de un **aglutinante**, estas son aquellas sustancias que les permiten a diferentes materiales mantenerse unidos dando cohesión y evitando así la deformación (Márquez & Benítez, 2020). El **almidón** tiene propiedades de adhesión y expansión significativas y actúa como un aglutinante natural en la fabricación de las briquetas, además, este permite ser utilizado como un ingrediente que refuerza el producto, ya que contiene gran cantidad de fuente de hidratos de carbono que permite no causar olor o coloración diferente al mezclarse (Villaroel et al., 2018). Inclusive,

Borowski (2017) elaboró briquetas de carbón vegetal con la finalidad de determinar los efectos del aglutinante sobre las propiedades de estas, concluyendo que el tipo de aglutinante no afecta en las propiedades físicas ni mecánicas, pero sí difieren en el tiempo de encendido, tiempo de combustión e intensidad del humo. Por ello, como aglutinante se seleccionó el **almidón de yuca** debido a su formación que está compuesta por amilosa y amilopectina, siendo esta última que origina mayor adhesión entre los productos (Pantoja et al., 2016). Pitakpong (2021) elaboró briquetas a partir de residuos de granos de maíz utilizando como aglutinante el almidón de yuca, llegando a la conclusión que la escala más conveniente es de 10 kg de granos de maíz y 1 kg de almidón de yuca disuelto en 1 litro de agua para obtener una briketa resistente y con larga duración de combustión. Por su parte, Granado et al. (2020) elaboraron briquetas a partir del residuo de la yuca, mencionando que utilizó aglutinante natural que se encuentra en el rizoma de la yuca, indicando así, que no es necesario un cambio de temperatura ni un aumento de aglutinante para producir briquetas. También, Ajimotokan et al. (2019) determinaron las características de combustión de las briquetas a partir de partículas de carbón vegetal, aserrín de pino y la cáscara de yuca gelatinizado como aglutinante, concluyendo que estas biomásas generan efectos significativos en todas las propiedades, sin embargo, la briketa de carbón purificado presentó el poder calorífico más alto (24,9 MJ/kg) y contenido de ceniza (6,0%).

Por lo tanto, en la Tabla 1 se muestra los diferentes componentes de amilosa y amilopectina de diversos almidones, siendo la yuca quien contiene el mayor porcentaje de amilopectina con un 83,0%, demostrando que es la más efectiva para la elaboración de briquetas (Hernández et al., 2008).

Tabla 1. Composición de diferentes almidones

Componentes (%)	Makal	Camote	Yuca	Sagú	Maíz	Papa
Amilosa	26,3	19,6	17,0	22,7	28,3	21,0
Amilopectina	76,4	80,4	83,00	77,3	71,7	79,0

Fuente: Hernández et al., 2008

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio de la presente investigación fue de enfoque cuantitativo, ya que se utilizó la recolección y análisis de datos para sustentar las preguntas de la investigación y probar las hipótesis establecidas previamente (Torres, 2016). Asimismo, se llevó a cabo una regla de escalas numéricas que se consiguió mediante la medición, observación y documentación logrando una conclusión previsible del investigador (Cienfuegos, 2016).

El tipo de investigación fue aplicada, puesto que se ejecutó mediante la percepción científica empleando metodologías, protocolos y tecnologías (Concytec, 2018). Por otro lado, Vargas (2009) indica que la investigación aplicada utiliza el conocimiento y los resultados de investigación de manera rigurosa, organizada y sistemática de la realidad.

El presente trabajo de investigación fue de diseño experimental puro, debido que se realizó la manipulación provocada de la variable independiente como la elaboración de briquetas ecológicas para tener como resultado la reducción de emisiones de CO₂.

La investigación tuvo un nivel explicativo, ya que se comprobaron las hipótesis, con la finalidad de explicar las características químicas de las briquetas ecológicas para conocer la calidad del producto. También se detalla de forma objetiva la elaboración, buscando reducir las emisiones de CO₂ a comparación de otras briquetas a base de carbón.

3.2. Variables y operacionalización

La variable independiente de la investigación es: la elaboración de briquetas ecológicas. Mientras que la variable dependiente es: reducción de emisiones de CO₂.

3.3. Población, muestra y muestreo

Como **población** se consideró los huesos de la palta que genera la empresa Agroindustrias AIB S.A. Chincha. Como **muestra** se utilizaron 50 huesos de palta para la fabricación de briquetas ecológicas. La **unidad de análisis** para esta investigación es el hueso de la palta, que reemplazará al carbón y/o leña tradicional usada mayormente.

La técnica de muestreo fue probabilística, ya que toda la población fue tomada para la elaboración de las briquetas, además, este estudio se basa en una teoría estadística.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó fue la observación, debido a que el investigador ejecuta una secuencia de roles con el objetivo de evaluar la información recolectada y reafirmar la hipótesis planteada (Baker, 2006).

Los instrumentos aplicados como registro de recolección de datos radican en tres fichas.

Ficha 1: Características fisicoquímicas de la biomasa (hueso de la palta).

Ficha 2: Características químicas de las briquetas ecológicas.

Ficha 3: Cantidad de emisiones de CO₂ generadas por las briquetas ecológicas y el carbón tradicional.

3.5. Validez y confiabilidad del instrumento

La validez en la investigación se refiere a lo que es verdadero, considerando los resultados válidos cuando el estudio está libre de equivocaciones. Por ello, se necesita la confiabilidad de dichos resultados, la cual se considera confiable cuando tienen un alto grado de validez (Villasis et al., 2018). Para obtener el criterio de validez de los instrumentos de medición, se solicitó la participación de tres especialistas en el tema, los cuales son mencionados en la Tabla 2.

Tabla 2. Tabla de validez

N°	Especialistas	CIP
01	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	130267
02	Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	25450
03	Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny	95556

Para la determinación de la confiabilidad de los instrumentos se trabajó con el software SPSS para procesar los datos cuantitativos obtenidos en laboratorio.

3.6. Procedimiento

3.6.1. Obtención de la biomasa

La biomasa fue recolectada a partir de la empresa Agroindustrias AIB S.A ubicada en la provincia de Chincha. Esta empresa se dedica a la producción y exportación de la pulpa de la palta en estado congelado generando grandes cantidades de residuos de hueso de la palta como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Recolección de los huesos de la palta

3.6.2. Preparación de la biomasa

Se preparó la biomasa antes de elaborar las briquetas, para ello se requirió de 5 etapas.

Etapa 1: Selección y limpieza. Se seleccionó los huesos de palta que se encuentran en buen estado para asegurar la calidad de las briquetas. En la Figura 2 se observa los huesos de la palta seleccionadas para la fabricación de las muestras.



Figura 2. Selección y limpieza de los huesos de la palta

Etapa 2: Lavado. En un balde de 10 litros se colocaron los huesos de palta para realizar el primer lavado que consistió en separar la pepa, la pulpa y otros residuos provenientes del lugar de origen. Seguidamente, en otro recipiente se frotó los huesos de la palta para eliminar la piel que contienen y se lavó con abundante agua. En la Figura 3 se evidencia el lavado a los huesos de palta seleccionadas.



Figura 3. Lavado de los huesos de la palta.

Etapa 3: Molido. Se molieron los huesos de palta con la ayuda de un molino manual como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Molido de los huesos de la palta

Etapa 4: Secado. Los huesos de la palta molidos fueron colocados sobre una hoja de triplay, dejándolas expuestas al aire libre durante 5 días.

Etapa 5: Almacenamiento. La materia prima seca fue guardada en bolsas de polietileno con cierre hermético de alta densidad para mantenerla en buen estado como se visualiza en la Figura 5.



Figura 5. Secado y almacenamiento de la biomasa

3.6.3. Procedimiento de elaboración de la briqueta ecológica a partir del hueso de la palta

En la Figura 6 se muestra el diagrama de flujo del procedimiento de elaboración de la briqueta ecológica a partir del hueso de la palta.

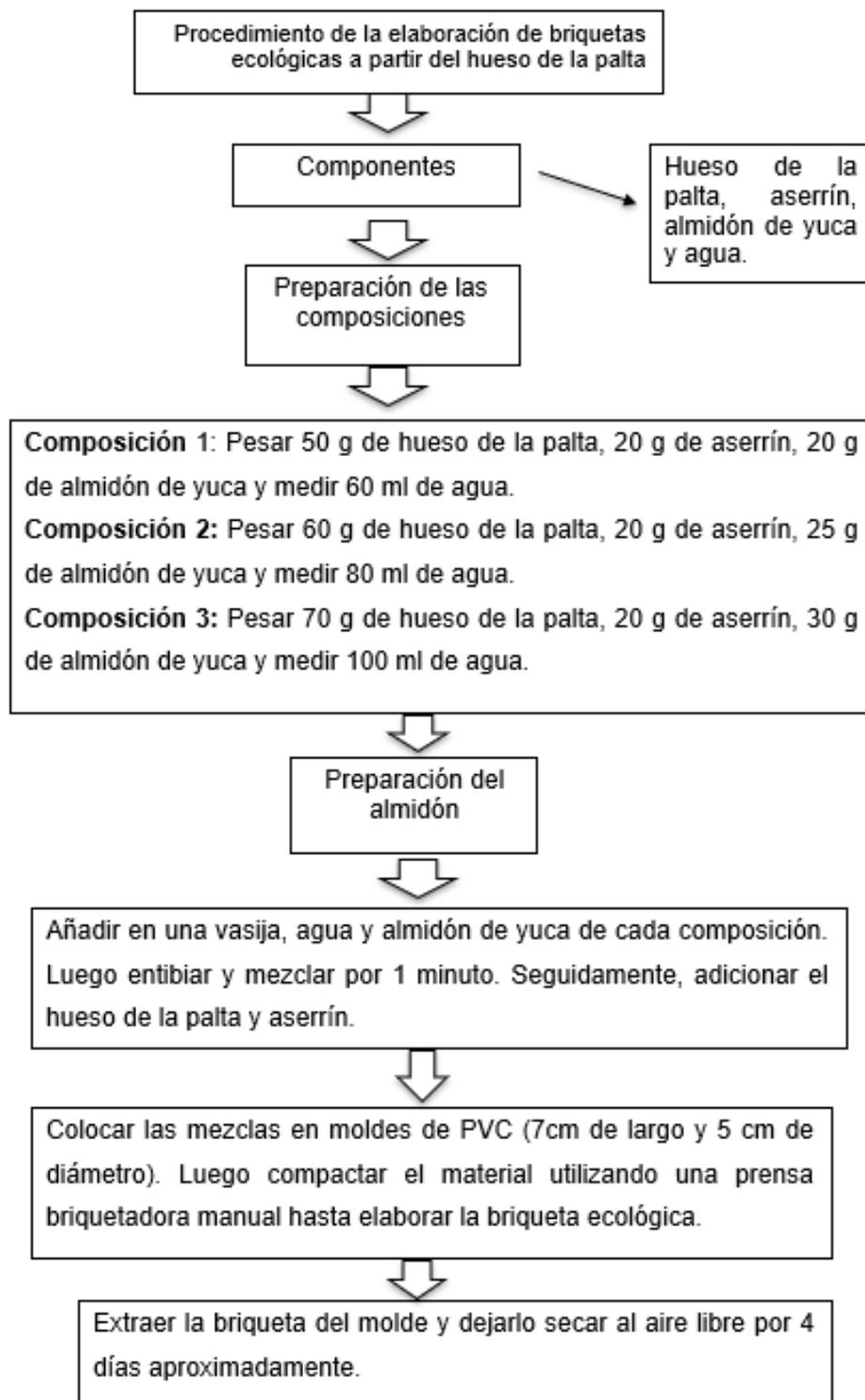


Figura 6. Elaboración de la briqueta ecológica a partir del hueso de la palta

En la Figura 6 se observó el procedimiento de elaboración de briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta, donde se menciona las diferentes composiciones y el tamaño de las briquetas.

En la Figura 7 se muestra la prensa briquetadora artesanal y el molde que se utilizó para la fabricación de las briquetas ecológicas. Asimismo, en la Figura 8 se visualiza las briquetas elaboradas.



Figura 7. Prensa briquetadora elaborada manualmente



Figura 8. Resultados de elaboración de las briquetas

3.6.4. Análisis de la biomasa

Se analizó los componentes de la palta que consistió en pesar la pulpa de la palta, la cáscara, el hueso y la masa total de la palta para conocer el porcentaje de residuo que genera cada una. Asimismo, se realizó las pruebas iniciales de la biomasa para determinar el tiempo de encendido, olor, color de la flama y la cantidad de humo que emite.

3.6.5. Análisis de laboratorio de la biomasa (hueso de la palta)

Se determinó el contenido de humedad y la densidad de la biomasa en el laboratorio SLAB S.A.C.

- Contenido de humedad: Se ejecutó mediante el análisis gravimétrico según la Norma ASTM- D7582.
- Densidad: El método utilizado fue el interno. La densidad aparente fue calculada mediante la fórmula 1.

Fórmula (1):

$$\text{Densidad aparente g/cc} = \frac{\text{Masa de la biomasa}}{\text{Volumen total de la biomasa}}$$

3.6.6. Características químicas de la briqueta ecológica.

Se determinó sus parámetros químicos de las briquetas en el laboratorio SLAB S.A.C.

3.6.6.1. Poder calorífico

Se realizó mediante la Norma ASTM-D5865 que consistió en medir el calor producido de un material combustible a volumen o una presión constante, utilizando el calorímetro con una bomba de oxígeno en condiciones específicas. Según Lyon (2015) define al calorímetro como un molde que traspasa el calor aglomerado donde el calor se desprende en un envase a presión.

3.6.6.2. Tiempo de combustión

Para determinar el tiempo que permanece encendida la briqueta ecológica se utilizó el cronómetro.

3.6.6.3. Contenido de humedad

Se realizó a través del análisis gravimétrico según la Norma ASTM- D7582. Cada muestra fue calentada a una temperatura de 103°C durante 1 hora en un horno. Las muestras se sacaron del horno y se dejaron enfriar en un desecador. Finalmente, se volvieron a pesar para determinar el peso final de las muestras. El contenido de humedad fue calculado a través de la fórmula (2).

Fórmula (2):

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{P^{\circ} - P_f}{P^{\circ}} \times 100\%$$

Donde:

- P°: Peso inicial de la muestra
- Pf: Peso final de la muestra

3.6.6.4. Contenido de cenizas

La medición de la cantidad de cenizas se trabajó a través de la gravimetría según la Norma ASTM- D7582. La temperatura fue programada para subir hasta 107°C y mantenerse a esa temperatura durante una hora. Seguidamente, la temperatura ascendió de 107°C a 950°C en un tiempo de 26 a 30 min aproximadamente. La temperatura permaneció por 7 min a 952°C en flujo de N₂. Posteriormente, la muestra fue enfriada de 950°C a 600°C. En el caso de la briqueta, la temperatura sube de 600°C a 750°C al final de una hora para así lograr el resultado del porcentaje de cenizas.

3.6.7. Cantidad de emisiones de CO₂ generadas por la briqueta ecológica

3.6.7.1. Emisiones de CO₂

Según Arastirma (2020), las briquetas ecológicas y el carbón tradicional se incineraron en una estufa de carbón y se midieron las emisiones de gases de CO₂ mediante el instrumento analizador de gases (Marca Yowexa, Modelo YEM- 40L). En la Figura 9 se muestra el analizador de gases utilizado, mientras que en la Figura 10 se evidencia las tomas de muestras de emisión de CO₂ de la briqueta ecológica y el carbón tradicional.



Figura 9. Analizador de gases (Marca Yowexa, Modelo YEM- 40L)

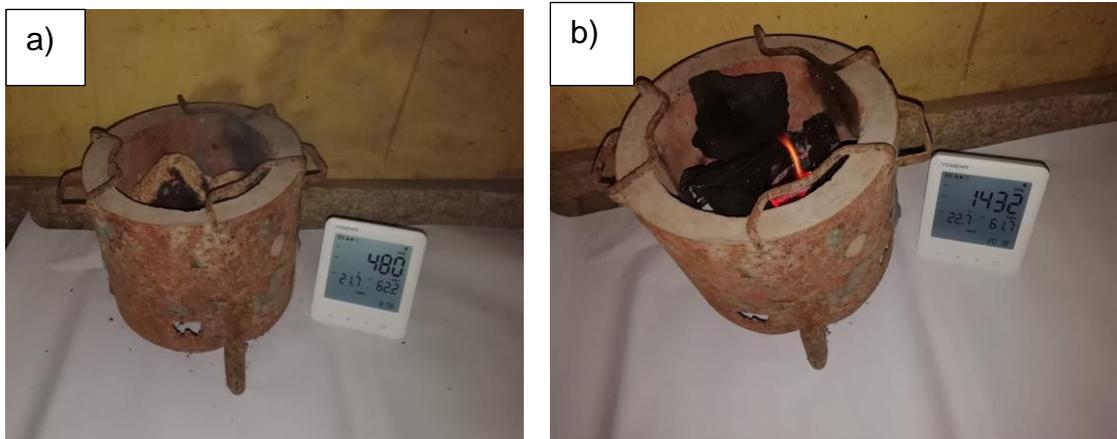


Figura 10. Medición de emisiones de CO₂ durante su combustión: a) Medición de emisiones de CO₂ de las briquetas ecológicas y b) Medición de emisiones de CO₂ del carbón tradicional

3.6.7.2. Temperatura de emisión

Se tomó la temperatura de emisión durante la incineración de la briqueta ecológica y del carbón. Para ello, se utilizó el instrumento analizador de gases (Marca Yowexa, Modelo YEM- 40L).

3.7. Método de análisis de datos

El método que se empleó fue la estadística descriptiva debido a que los datos obtenidos fueron interpretados a través de tablas y gráficos en el software Microsoft Excel, además se utilizó el software SPSS para poder comprobar las hipótesis planteadas.

3.8 Aspectos éticos

La presente investigación trabajó fuentes confiables citando lo investigado de manera correcta y respetando los derechos del autor y la norma ISO 690. La metodología dentro de la investigación se realizó guiándose a la guía de productos de investigación 2020. Asimismo, se siguió las líneas de investigación N° 126-2018/UCV y la redacción rectoral N° 0089/2019 de la universidad Cesar Vallejo. Los resultados obtenidos fueron verificados y garantizados por el laboratorio SLAB S.A.C, que fueron presentados con la respuesta de las hipótesis planteadas, que además se pueden utilizar para futuras investigaciones. Finalmente, la investigación fue sometida al Turniting para poder conocer la cantidad de similitud y garantizar la autenticidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de los componentes de la palta

Para el análisis, se tomó 1 palta de las 50 paltas empleadas para la elaboración de las briquetas ecológicas. Se pesó la masa total de la palta, la masa de la cáscara de la palta, la masa del hueso de palta y la pulpa de la palta. En la Figura 11 se muestran las diversas mediciones de la pulpa, pepa y cáscara de la palta, asimismo, en la Tabla 3 se indica la masa promedio de los componentes de la palta.

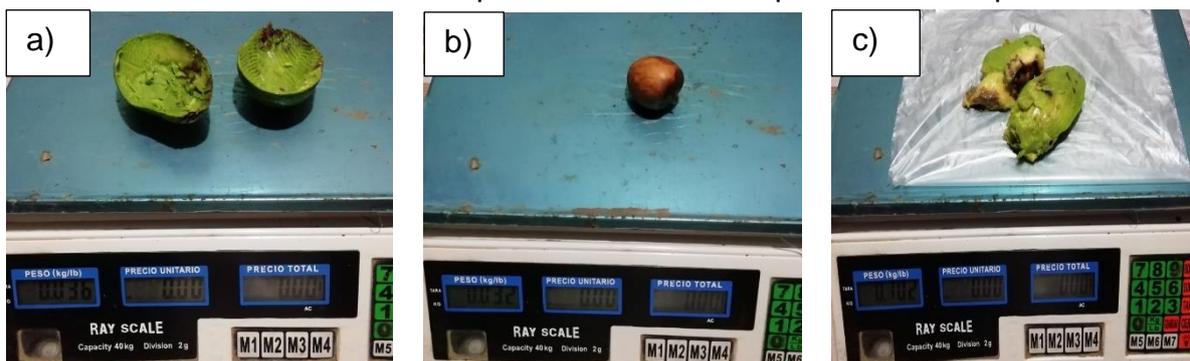


Figura 11. Pesaje de los componentes de la palta: a) Masa de la cáscara, b) Masa del hueso de la palta y c) Masa de la pulpa de la palta.

En la Tabla 3 se verifica la masa de los componentes de la palta.

Tabla 3. Masa promedio de los componentes de la palta

N° Muestras	Masa total de la palta	Masa de la pulpa de la palta	Masa de la cáscara de la palta	Masa del hueso de la palta
1	170 g	102 g	36 g	32 g

En la Tabla 3 se visualizó que la cáscara y el hueso de la palta fueron los componentes con menor peso. Asimismo, se evidenció que la pulpa de la palta tenía la mayor cantidad de masa total de la palta.

En la Figura 12 se visualiza los porcentajes de los componentes de la palta.

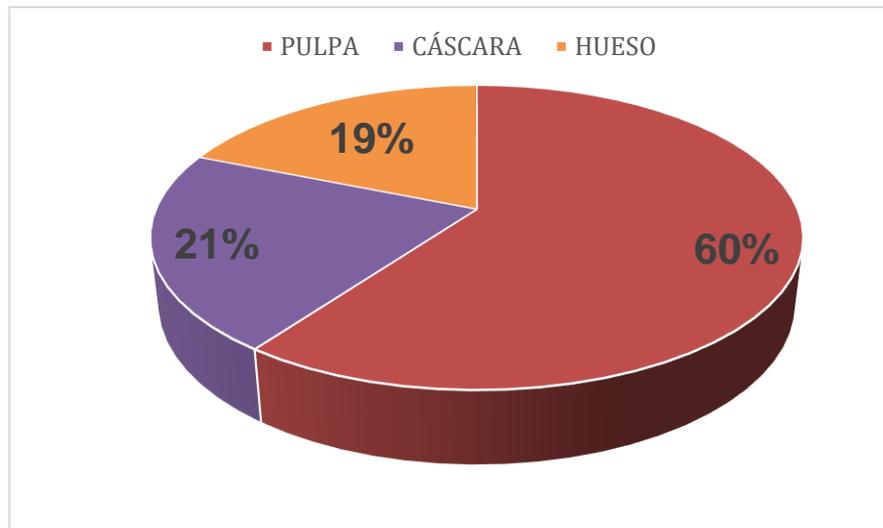


Figura 12. Masa de los componentes de la palta

La pulpa ocupa un 60% del total de la palta el cuál es aprovechado, mientras que la cáscara y el hueso de palta contienen un porcentaje de 21% y 19% respectivamente, que es considerado como residuo.

4.1.1. Pruebas iniciales de la biomasa (hueso de palta)

a) Análisis de encendido

En la Figura 13 se observa las características que presenta el hueso de la palta durante su encendido.



Figura 13. Encendido de la biomasa

- Encendido lento: El hueso de la palta al contacto con el fuego se encendió de manera lenta sin ayuda de adicionar algún aditivo
- Olor: A lo largo de la combustión, se emitió olores agradables.
- Color de la flama: Una vez encendida por completo la biomasa, se observó que el color de la flama es constante, sin embargo, la altura varia.
- Cantidad de humo emitido: Emite una cantidad mínima de humo.

b) Análisis de Laboratorio de la biomasa

Los análisis de humedad y densidad del hueso de la palta se realizaron en el Laboratorio SLAB S.A.C y se observan los resultados en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados del análisis de humedad y densidad de la muestra de hueso de la palta

Muestras	Código	Parámetro	Método utilizado	Resultado	Unidades
Hueso de la palta (100 gr)	S-2799	Humedad	Gravimetría	14.7	%
		Densidad	Interno	0.88	g/cc
Condiciones Ambientales: 20.3° C; 50%HR					

A partir de la Tabla 4 se evidenció que la biomasa utilizada en la elaboración de briquetas contiene un bajo porcentaje de humedad de 14.7%, por ende, el encendido de la biomasa es lento. Además, contiene una densidad aparente de 0.88 g/cc demostrando que tendrá una buena adhesión con los demás componentes.

4.2. Análisis de las características químicas de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta

En la Tabla 5 se detallan los datos de las muestras analizadas en el laboratorio SLAB.

Tabla 5. Datos de las muestras analizadas en el laboratorio SLAB.

Código de laboratorio	Descripción
S-2433	Composición 1 (Briqueta ecológica)
S-2434	Composición 2 (Briqueta ecológica)
S-2435	Composición 3 (Briqueta Ecológica)
Condiciones Ambientales: 20.1° C; 54% HR.	

4.2.1 Análisis del contenido de humedad de las briquetas ecológicas

En la Figura 14 se muestran los porcentajes de contenido de humedad de la biomasa y las composiciones de briquetas ecológicas para conocer su variación entre ellas.

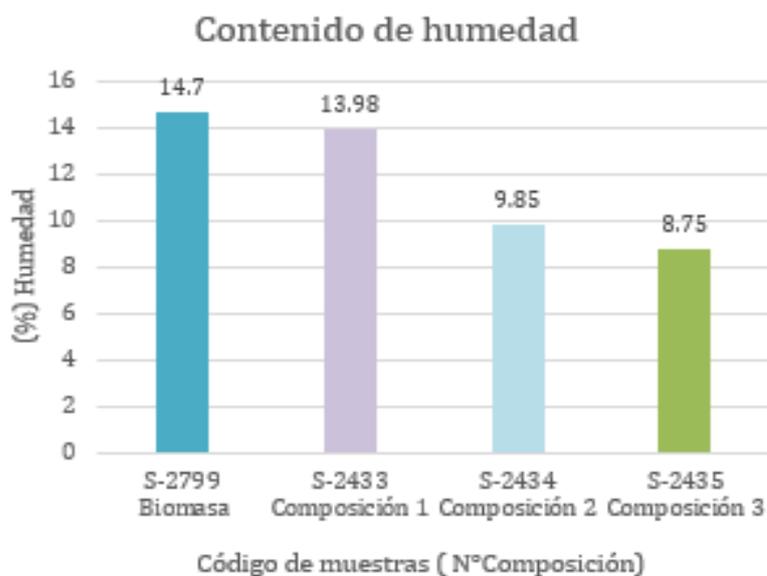


Figura 14. Porcentaje de contenido humedad de las briquetas ecológicas

A partir de la Figura 14 se observó que la muestra S-2435 obtuvo 8.75% de humedad, ya que contiene mayor cantidad de biomasa a comparación de las muestras S- 2434 y S-2433. Sin embargo, la biomasa registró un contenido de humedad mayor a las briquetas debido que las muestras pasaron por un proceso de compactación.

4.2.2 Análisis del poder calorífico de las briquetas ecológicas

En la Figura 15 se visualiza el contenido de poder calorífico de las 3 diferentes composiciones de briquetas ecológicas.

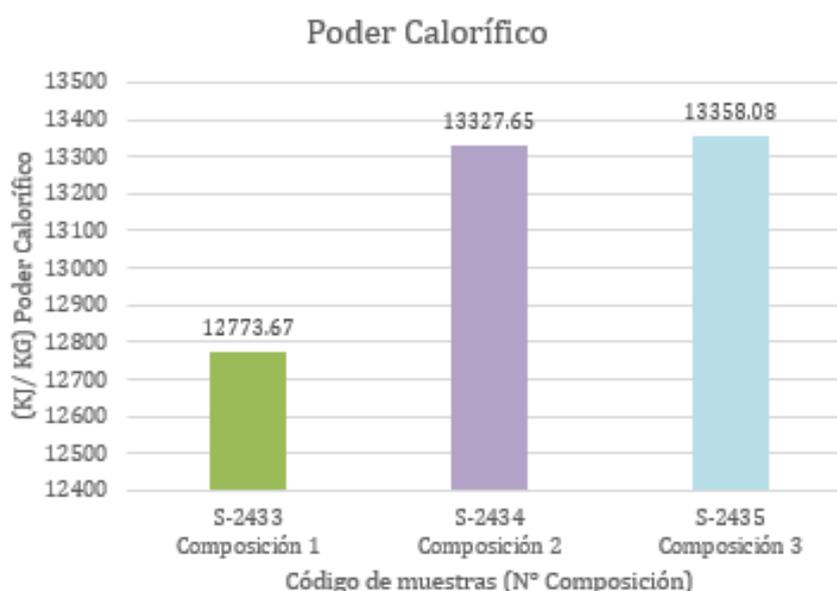


Figura 15. Poder calorífico de las briquetas ecológicas

En la Figura 15 se evidenció que la muestra S-2435 contiene 13358.08 KJ/Kg de poder calorífico puesto que almacena menor cantidad de humedad a diferencia de las muestras S-2433 y S-2434. Asimismo, la muestra S-2434 obtuvo 13327.65 kJ/kg variando en cantidades mínimas a la muestra S-2435. Finalmente, la muestra S-2433 se verifica con un poder calorífico inferior a las demás, con una cantidad de 12773.67 kJ/kg debido al alto contenido de humedad que contuvo dicha muestra.

4.2.3 Análisis del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas

En la Figura 16 se presenta la variación del tiempo de combustión de cada muestra de briquetas ecológicas.

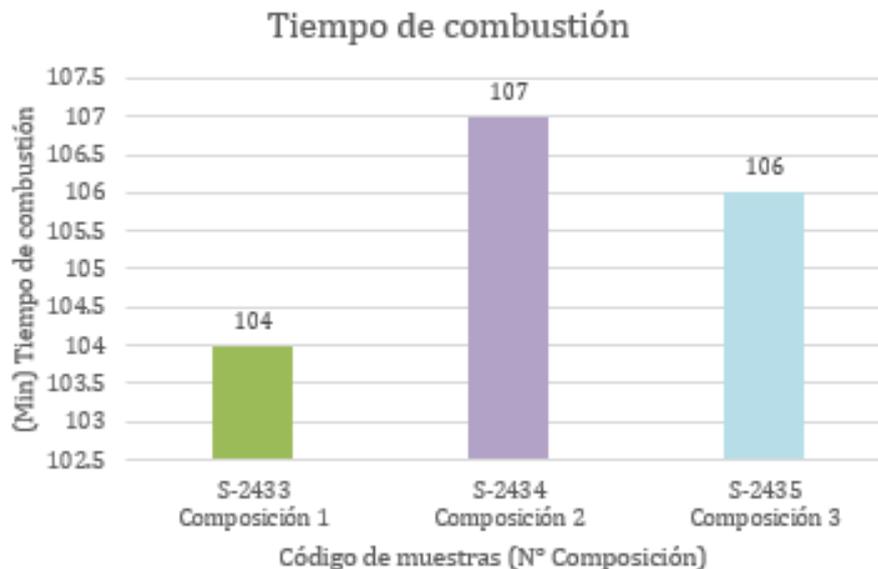


Figura 16. Tiempo de combustión de las briquetas ecológicas

A partir de la Figura 16 se observó que la muestra S-2434 y S-2435 tienen similar tiempo de combustión, porque contienen mayor poder calorífico a diferencia de la muestra S-2433, la cual demostró su alto contenido de humedad y bajo poder calorífico, obteniendo un tiempo de 104 min de combustión.

4.2.4 Análisis de las cenizas de las briquetas ecológicas

En la Figura 17 se evidencia la cantidad de cenizas de las 3 composiciones de las briquetas ecológicas.

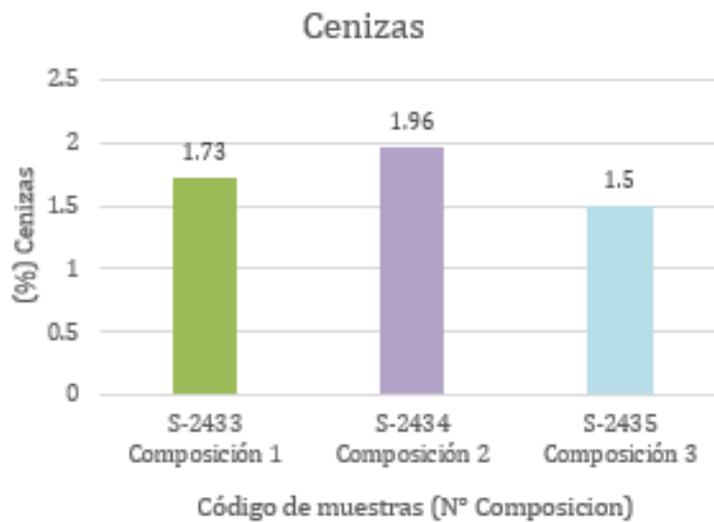


Figura 17. Porcentaje de ceniza de las briquetas ecológicas

En la Figura 17 se visualizó que la muestra S-2435 obtuvo un bajo porcentaje de ceniza porque contenía mayor cantidad de biomasa en comparación con la muestra S-2433 y S-2434.

4.2.5 Análisis de la composición factible de las briquetas ecológicas

En la Figura 18 se evidencia la composición factible para la elaboración de briquetas a partir del hueso de la palta.

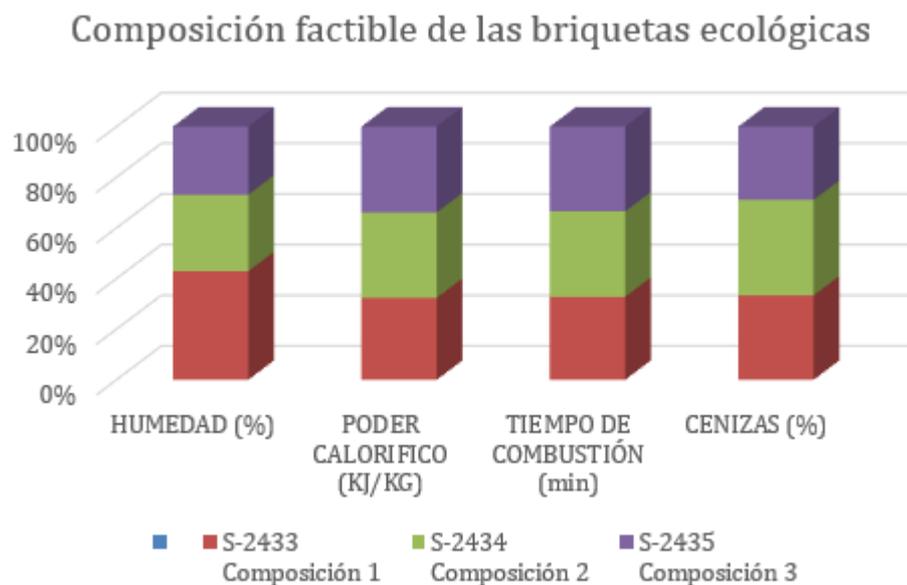


Figura 18. Composición factible de las briquetas ecológicas

En la Figura 18 se mostró las características químicas de las 3 composiciones de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta, dándose a conocer que la biqueta con mejor característica de contenido de humedad, poder calorífico, tiempo de combustión y porcentaje de cenizas fue la muestra S-2435 compuesta por 70 g de hueso de palta, 20 g de aserrín y 30 g de almidón de yuca como aglutinante.

4.3. Características de emisiones de CO₂ de la biqueta ecológica a partir del hueso de palta

Las condiciones ambientales donde se realizó la medición de la emisión de CO₂ fueron: 21.0 ° C; 58.8% RH.

4.3.1 Análisis de la emisión de CO₂ de la biqueta a partir del hueso de la palta y el carbón.

En la Figura 19 se observa la cantidad de CO₂ emitido durante la combustión de la biqueta a partir del hueso de palta y el carbón tradicional en un rango de combustión de 30 minutos.

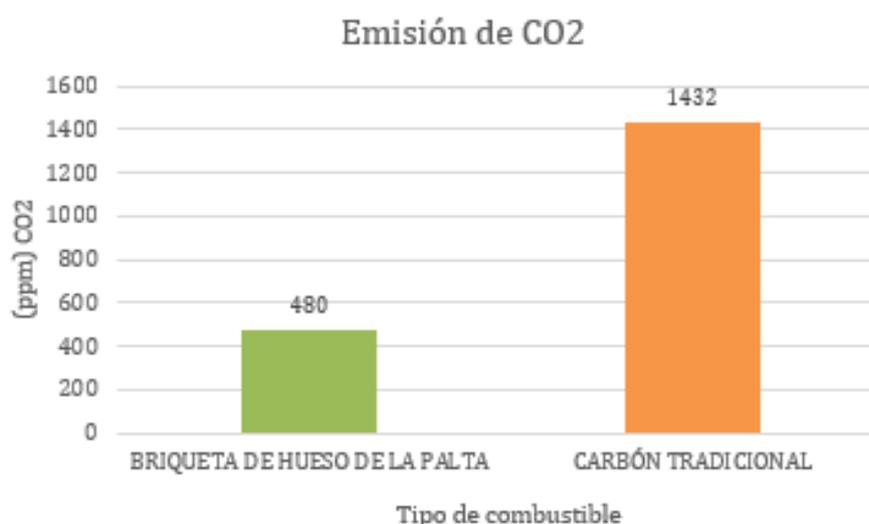


Figura 19. Emisión de CO₂ de la biqueta a partir del hueso de la palta y el carbón tradicional

En la Figura 19 se pudo distinguir que el carbón tradicional tuvo mayor emisión de CO₂ con 1432 ppm, a diferencia de la briqueta de hueso de la palta con composición de 70 g hueso de palta, 20 g aserrín y 30 g de almidón de yuca que emitió 480 ppm de CO₂ porque la biomasa libera el dióxido de carbono que absorbe de las plantas. Concluyendo que la briqueta elaborada a partir de biomasa genera menor cantidad de CO₂.

4.3.2 Temperatura de emisión de la briqueta a partir del hueso de la palta y el carbón.

En la Figura 20 se muestra la temperatura de emisión de la briqueta a partir del hueso de la palta y el carbón tradicional.

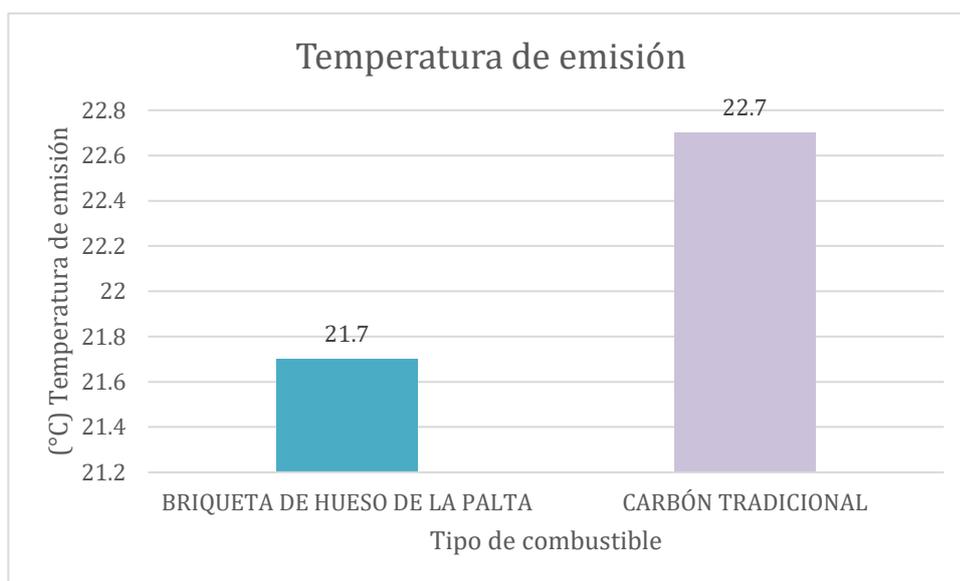


Figura 20. Temperatura de emisión de la briqueta a partir del hueso de la palta y el carbón tradicional

A partir de la Figura 20 se observó que el carbón tradicional originó un aumento en la temperatura de ambiente (21°C) con un resultado de 22.7°C, mientras que la briqueta a partir del hueso de la palta alcanzó una temperatura de 21.7°C. Concluyendo, que la briqueta ecológica genera una variación mínima de temperatura durante su combustión.

4.4 Comprobación de la hipótesis

Para afirmar o rechazar la hipótesis se utilizaron métodos estadísticos, los cuales usan la información procedente de las muestras, con la finalidad de discutir la validez de la hipótesis.

Hipótesis general

Las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta reducen las emisiones de CO₂

HO: La elaboración de briquetas ecológicas tienen distribución normal

H1: La elaboración de briquetas ecológicas no tienen distribución normal

Si $p < 0.05$, se rechaza HO

Si $p > 0.05$, no hay suficiente estadística para rechazar HO, es decir se acepta la HO y se rechaza la H1.

En la Tabla 6 se observa la prueba de normalidad de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta, mientras que en la Tabla 7 se visualiza las correlaciones de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta.

Tabla 6. Prueba de normalidad de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta

	Pruebas de normalidad			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad (%)	,310	3	.	,899	3	,384
Poder Calorífico (KJ/KG)	,369	3	.	,789	3	,088
Tiempo de Combustión (min)	,253	3	.	,964	3	,637
Cenizas (%)	,175	3	.	1,000	3	1,000

A partir de la Tabla 6 se concluyó que la prueba tiene distribución normal y acepta la HO y es paramétrica.

Tabla 7. Evaluación de las correlaciones de las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta

		Correlaciones						
		biomasa, composición	Hueso de Palta	Aser rín	Humedad (%)	Poder Calorí fico (KJ/K G)	Ceniza s (%)	Tiempo de Combustió n (min)
biomasa, composición	Correlación de Pearson	1	1,000**	. ^b	-,959 [*]	,888	-,500	,655
	Sig. (bilateral)		,000	.	,041	,304	,667	,546
	N	4	3	3	4	3	3	3
Hueso de Palta	Correlación de Pearson	1,000**	1	. ^b	-,948	,888	-,500	,655
	Sig. (bilateral)	,000		.	,205	,304	,667	,546
	N	3	3	3	3	3	3	3
Almidón de yuca	Correlación de Pearson	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.	.	.
	N	3	3	3	3	3	3	3
Humedad (%)	Correlación de Pearson	-,959 [*]	-,948	. ^b	1	-,988	,199	-,861
	Sig. (bilateral)	,041	,205	.		,098	,872	,340
	N	4	3	3	4	3	3	3
Poder Calorífico (KJ/KG)	Correlación de Pearson	,888	,888	. ^b	-,988	1	-,046	,929
	Sig. (bilateral)	,304	,304	.	,098		,971	,242
	N	3	3	3	3	3	3	3
Cenizas (%)	Correlación de Pearson	-,500	-,500	. ^b	,199	-,046	1	,327
	Sig. (bilateral)	,667	,667	.	,872	,971		,788
	N	3	3	3	3	3	3	3
Tiempo de Combustión (min)	Correlación de Pearson	,655	,655	. ^b	-,861	,929	,327	1
	Sig. (bilateral)	,546	,546	.	,340	,242	,788	
	N	3	3	3	3	3	3	3

De acuerdo al análisis estadístico, la significancia de poder calorífico es de correlación alta positiva, la correlación en contenido de ceniza es baja, y la correlación del estadístico en contenido de humedad es negativo bueno.

Hipótesis específica 1.

La mejor composición de la briqueta ecológica está entre un rango de 50 – 70 g de hueso de palta, 20 – 30 g de aserrín y 20 – 30 g de almidón de yuca.

HO: La mejor composición de la briqueta ecológica tiene distribución normal

H1: La mejor composición de la briqueta ecológica no tiene distribución normal

Si $p < 0.05$, se rechaza HO

Si $p > 0.05$, no hay suficiente estadística para rechazar HO, es decir se acepta la HO y se rechaza la H1.

En la Tabla 8 se observa las pruebas de normalidad de la mejor composición de la briqueta ecológica, mientras que en la Tabla 9 se evidencia las correlaciones de spearman de la mejor composición de la briqueta ecológica.

Tabla 8. Prueba de normalidad de la mejor composición de la briqueta ecológica

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad %	,385	3	.	,750	3	,000
Poder Calorífico kj/kg	,385	3	.	,750	3	,000
Tiempo de Combustión (min)	,385	3	.	,750	3	,000
Cenizas %	,385	3	.	,750	3	,000

A partir de la Tabla 8 se evidenció que la prueba no tiene distribución normal y acepta la H1 y es no paramétrica.

Tabla 9. Correlación de spearman de la mejor composición de la briqueta ecológica

			Correlaciones						
			Humedad (%)	Poder Calorífico (KJ/KG)	Tiempo de Combustión (min)	Cenizas (%)	biomasa, composición	Hueso de Palta	Aserrín
Rho de Spearman	Humedad (%)	Coefficiente de correlación	1,000	-1,000**	-,500	,500	-1,000**	-1,000**	.
		Sig. (bilateral)	.	.	,667	,667	.	.	.
		N	4	3	3	3	4	3	3
	Poder Calorífico (KJ/KG)	Coefficiente de correlación	-1,000**	1,000	,500	-,500	1,000**	1,000**	.
		Sig. (bilateral)	.	.	,667	,667	.	.	.
		N	3	3	3	3	3	3	3

Tiempo de Combustión (min)	Coefficiente de correlación	-,500	,500	1,000	,500	,500	,500	.
	Sig. (bilateral)	,667	,667	.	,667	,667	,667	.
	N	3	3	3	3	3	3	3
Cenizas (%)	Coefficiente de correlación	,500	-,500	,500	1,000	-,500	-,500	.
	Sig. (bilateral)	,667	,667	,667	.	,667	,667	.
	N	3	3	3	3	3	3	3
biomasa, composición	Coefficiente de correlación	-1,000**	1,000**	,500	-,500	1,000	1,000**	.
	Sig. (bilateral)	.	.	,667	,667	.	.	.
	N	4	3	3	3	4	3	3
Hueso de Palta	Coefficiente de correlación	-1,000**	1,000**	,500	-,500	1,000**	1,000	.
	Sig. (bilateral)	.	.	,667	,667	.	.	.
	N	3	3	3	3	3	3	3
Aserrín	Coefficiente de correlación	.	.	.	.	.	.	.
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.	.	.
	N	3	3	3	3	3	3	3

De acuerdo al análisis estadístico de la composición, el contenido de humedad y poder calorífico es de correlación negativa alta, la correlación de contenido de cenizas es negativa moderada y la mejor composición de la briqueta ecológica está entre un rango de 50 – 70 g de hueso de palta, 20 – 30 g de aserrín y 20 – 30 g de almidón de yuca y es de correlación alta.

Hipótesis específica 2.

Las características químicas de las briquetas ecológicas son adecuadas para su utilización.

HO: Las características químicas de las briquetas ecológicas tienen distribución normal.

H1: Las características químicas de las briquetas ecológicas no tienen distribución normal.

En la Tabla 10 se visualiza la prueba de normalidad de las características

químicas de las briquetas ecológicas.

Tabla 10. Prueba de normalidad de las características químicas de las briquetas ecológicas

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad (%)	,310	3	.	,899	3	,384
Poder Calorífico (KJ/KG)	,369	3	.	,789	3	,088
Tiempo de Combustión (min)	,253	3	.	,964	3	,637
Cenizas (%)	,175	3	.	1,000	3	1,000

A partir de la Tabla 10 se concluyó que la prueba tiene distribución normal y acepta la HO y es paramétrica.

En la Tabla 11 se muestran el análisis estadístico del contenido de humedad de las briquetas, asimismo en la Tabla 12 se visualiza la prueba para la muestra del contenido de humedad de las briquetas ecológicas.

Tabla 11. Estadísticas del contenido de humedad de las briquetas ecológicas

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Humedad (%)	4	11,8200	2,95893	1,47946

Tabla 12. Prueba para la muestra de contenido de humedad de las briquetas ecológicas

	Prueba para una muestra					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Humedad (%)	,554	3	,618	,82000	-3,8883	5,5283

A partir de la Tabla 11 y Tabla 12 se concluyó que no se acepta la hipótesis alternativa y aceptamos la hipótesis nula, además, se comprobó que el 1 % de humedad es válido en la composición.

En la Tabla 13 se visualiza el análisis estadístico para la muestra del poder

calorífico de las briquetas ecológicas, mientras que en la Tabla 14 se observa la prueba para la muestra del poder calorífico de las briquetas ecológicas.

Tabla 13. Estadísticas para la muestra del poder calorífico de las briquetas ecológicas

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Poder Calorífico (KJ/KG)	3	13153,1333	328,97692	189,93491

Tabla 14. Prueba para la muestra del poder calorífico de las briquetas ecológicas

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 13153						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Poder calorifico (KJ/KG)	,001	2	1,000	,13333	-817,0906	817,3573

A partir de la Tabla 13 y Tabla 14 se identificó que no se acepta la hipótesis alternativa y aceptamos la hipótesis nula, asimismo, se aprecia que el estadístico de prueba es 0,001.

En la Tabla 15 se observa el análisis estadístico para la muestra del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas, asimismo en la Tabla 16 se visualiza la prueba para la muestra del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas.

Tabla 15. Estadísticas para la muestra del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Tiempo de Combustión (min)	3	105,6667	1,52753	,88192

Tabla 16. Prueba para la muestra del tiempo de combustión de las briquetas ecológicas

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 105

	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Tiempo de Combustión (min)	,756	2	,529	,66667	-3,1279	4,4612

En la Tabla 15 y Tabla 16 se evidenció que no se acepta la hipótesis alternativa y aceptamos la hipótesis nula, se comprobó que se encuentra dentro de la región de no rechazo con el estadístico de prueba es 0.756.

En la Tabla 17 se evidencia el análisis estadístico para la muestra del contenido de cenizas de las briquetas ecológicas, mientras que en la Tabla 18 se visualiza la prueba para la muestra del contenido de cenizas de las briquetas elaboradas.

Tabla 17. Estadísticas del contenido de cenizas de las briquetas ecológicas

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Cenizas (%)	3	1,7300	,23000	,13279

Tabla 18. Prueba para la muestra de contenido de cenizas de las briquetas ecológicas

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 1

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cenizas (%)	5,497	2	,032	,73000	,1586	1,3014

Finalmente, en la Tabla 17 y Tabla 18 se visualizó que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, debido a que el valor de t sale de la región de no rechazo.

Hipótesis específica 3.

La cantidad de emisiones de CO₂ que emite las briquetas ecológicas es menor a comparación del carbón tradicional.

HO: La cantidad de emisiones de CO₂ que emite las briquetas ecológicas tienen distribución normal.

H1: La cantidad de emisiones de CO₂ que emite las briquetas ecológicas no tienen distribución normal.

Si $p < 0.05$, se rechaza HO

Si $p > 0.05$, no hay suficiente evidencia estadística para rechazar HO, es decir se acepta la HO y se rechaza la H1.

En Tabla 19 se muestra la prueba de normalidad de la reducción de emisiones de CO₂ de las briquetas ecológicas.

Tabla 19. Prueba de normalidad de reducción de emisiones de CO₂ de las briquetas ecológicas

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CO2 (ppm)	,252	3	.	,965	3	,641
Temperatura de Emisión	,371	3	.	,783	3	,074

A partir de la Tabla 19 se concluyó que la prueba tiene distribución normal y acepta la HO y es paramétrica.

En la Tabla 20 se visualiza el análisis estadístico de la reducción de emisiones de CO₂ de la briketa ecológica y el carbón tradicional, mientras que en la Tabla 21 se observa la prueba de muestra de reducción de emisiones de CO₂.

Tabla 20. Estadística de reducción de emisiones de CO₂

	Estadísticas para una muestra			
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CO2 (ppm)	2	956,00	673,166	476,000

Tabla 21. Prueba para la muestra de reducción de emisiones de CO₂

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 956						
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
CO2 (ppm)	,000	1	1,000	,000	-6048,15	6048,15

A partir de la Tabla 18 y Tabla 19 se observó que no se acepta la hipótesis alternativa y aceptamos la hipótesis nula, se comprobó que se encuentra dentro de la región de no rechazo.

En la Tabla 22 se evidencia la correlación de Pearson de la reducción de emisiones de CO₂ de las briquetas ecológicas.

Tabla 22. Correlación de Pearson de la reducción de emisiones de CO₂

		CO2 (ppm)	Temperatura de Emisión	Briqueta de Hueso de Palta
CO2 (ppm)	Correlación de Pearson	1	,782	-,329
	Sig. (bilateral)		,428	,786
	N	3	3	3
Temperatura de Emisión	Correlación de Pearson	,782	1	-,846
	Sig. (bilateral)	,428		,358
	N	3	3	3
Briqueta de Hueso de Palta	Correlación de Pearson	-,329	-,846	1
	Sig. (bilateral)	,786	,358	
	N	3	3	3

De acuerdo al análisis estadístico de la composición, la significancia de CO₂ es de correlación negativa baja, la correlación de temperatura de emisión es negativa buena.

La evidencia permite concluir que: Las briquetas ecológicas a partir el hueso de la palta emiten menor cantidad de CO₂ a comparación del carbón tradicional.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación aprovechó los residuos de la palta para la elaboración de briquetas ecológicas, obteniendo como resultado un producto amigable con el medio ambiente, pues estas generan menor cantidad de emisiones de CO₂ a diferencia del carbón tradicional. Estos resultados tienen relación con lo indicado por Afsal et al. (2020), quienes elaboraron briquetas ecológicas a partir de residuos de hortalizas y aserrín, indicando que la conversión de biomasa en briquetas, puede ser una de las mejores soluciones para reutilizar un residuo ayudando a la descontaminación ambiental. De igual forma, Montano et al. (2015) estudiaron el alquitrán para la fabricación de briquetas que incluían biomasa, carbón y alquitrán de huya como aglutinante, afirmando que las biobriquetas puede considerarse como combustible ecológico alternativo, siendo así utilizado como fuente de energía, ya que la biomasa reduce la cantidad de azufre y de otros gases de efecto invernadero.

En las características fisicoquímicas del hueso de la palta se analizó el contenido de humedad de la biomasa, obteniendo un resultado de 14.7%. Esto tiene relación con Singh (2004) y Ujjnapa & Srrepathi (2018) quienes utilizaron el tallo de algodón y la cáscara de tamarindo como biomasa para elaborar briquetas ecológicas, obteniendo como resultado 14.5 y 11.61% de humedad, indicando que el contenido de humedad en las biomásas debe ser menor al 25%. A su vez, Krizan et al. (2009) mencionan que el contenido de humedad de las biomásas tiene que ser inferiores al 10% y el 18% para que se elaboren briquetas de buena calidad. Asimismo, se halló la densidad del hueso de la palta y se obtuvo un resultado de 0.88 g/cc. Estos resultados son similares al desarrollo de Tabarés et al. (2000) que, en su elaboración de briquetas a partir de residuos de silvicultura lignocelulósico, su biomasa logró una densidad de 0.77 g/cc. Sin embargo, Gan et al. (2021) realizaron briquetas de residuos de diferentes biomásas de restos de madera, obteniendo una densidad promedio de 1.0 a 1.2 g/cc, confirmando que la diferencia en la variación de la densidad se debe al tipo de biomasa con la que se trabaja en las diversas investigaciones.

Dentro de la evaluación de las características químicas de las briquetas ecológicas. Tábares et al. (2006) indicaron que las briquetas que se utilizarán de

manera eficiente y racional deben ser caracterizadas para determinar sus parámetros, por ende, se midió el porcentaje de contenido de humedad, obteniéndose como resultado 8,75%. Estos valores, se asemejan a los determinados por Paulrud y Nilsson (2001) quienes evaluaron el contenido de humedad de pellets de alpiste y briquetas de hierba reed-canario, obteniendo 8.6 y 10.3% de humedad. Asimismo, Soares et al. (2015) moldearon briquetas a base de posos de café y aserrín de madera de eucalipto, logrando valores de 9.40, 8.99 y 9.05%. Sin embargo, en la investigación desarrollada por Gendek et al. (2018), quienes elaboraron briquetas a partir de 3 especies de árboles coníferos lograron conseguir una humedad de 20%, debido fundamentalmente, al exceso de agua utilizada en el proceso de elaboración de dichas briquetas. De igual forma, Borowski et al. (2013) realizaron briquetas de carbón fino, 20% leñoso como biomasa y melaza, obteniendo un resultado de 24,5% de humedad mayor a las demás investigaciones, a causa del uso de la leña como insumo secundario. Mientras que Cuhadaroglu (2005) obtuvo valores inferiores en la elaboración de briquetas con cáscaras de avellanas teniendo un contenido de humedad de 1.87%, debido al tiempo de secado y cantidad de agua mínima que se utilizó para la elaboración de la briqueta.

También, se analizó el parámetro del poder calorífico de las briquetas ecológicas de hueso de la palta, obteniendo un valor de 13358.08 kJ/kg. En cambio, en la investigación de Ajimotokan et al. (2019) y Chou et al. (2019) obtuvieron un poder calorífico de 18400 kJ/kg y 17, 9 MJ/kg en briquetas elaboradas a partir de la paja de arroz con salvado de trigo y cáscara de yuca. A su vez, Mandal et al. (2018) y Lubwama et al. (2019) evaluaron el poder calorífico de las briquetas a partir de agujas de pino, cáscaras de arroz, café y cacahuate, obteniendo como valores 17.56 MJ/kg y 22 MJ/Kg. Estos resultados son superiores al de nuestra investigación, porque sus briquetas estuvieron elaboradas con 100% de biomasa a diferencia que nuestras briquetas contenían 70 g de biomasa. En lo referente, al tiempo de combustión de las briquetas ecológicas se utilizó el cronómetro para la medición, obteniendo resultados en un rango de 104 a 107 minutos. De igual forma, Tian et al. (2018) realizaron briquetas compuestas con la pulpa del licor negro, obteniendo como resultado un tiempo de combustión de 90 min, siendo mayor en un 40% a las briquetas a base de carbón. La combustión de una briqueta se da

gracias a la presión de la matriz, ya que las briquetas obedecen a la ley de una velocidad de combustión empírica (Chin, 200).

Para la evaluación del porcentaje de cenizas se siguió la Norma ASTM-D7582 y los resultados para la briqueta ecológica a partir del hueso de la palta tuvieron una similitud con los de Brunerova et.al. (2020), que obtuvo en su investigación 0.97% de contenido de cenizas, mientras que los resultados en nuestra investigación fueron de 1.5% de contenido de cenizas. En cambio, Shiferaw et al. (2017) y Magnago et al. (2020) analizaron el porcentaje de cenizas de las briquetas a partir de desechos de maderas, cáscara de cítricos y cascarilla de arroz, a través del procedimiento en base a la norma ASTM-D3174, obteniendo como resultado 4.67 y 4.9% de cenizas, y esto se debe que las biomásas utilizadas en sus investigaciones contienen un alto valor de humedad.

En el caso de la emisión del CO₂ de la briqueta ecológica y del carbón, se utilizó un analizador de gases, obteniendo 480 ppm de CO₂ equivalente al 0.048% ppm en las briquetas a partir del hueso de la palta, mientras que, en la evaluación del carbón tradicional, se generó una emisión de 1432 ppm de CO₂ equivalente a 0.1432% ppm. Análogamente, Shuma & Madyira (2019) realizaron una comparación de emisiones de CO₂ de briquetas de biomásas sueltas con estiércol de vaca y cactus como aglutinantes, obteniendo valores con el tipo de muestra de estiércol de vaca como cáscara de café (0.019% ppm), cáscara de nueces molidas (0.274% ppm), aserrín de eucalipto (0.029% ppm), hierba de paja amarilla (0.027% ppm), tallo y hojas de nuez de tierra (0.035% ppm) y hojas de mopani 0.032% ppm. Por otra parte, los valores obtenidos con el tipo de muestra de cactus fueron: cáscara de café (0.039% ppm), cáscara de nueces molidas (0.026% ppm), aserrín de eucalipto (0.025% ppm), hierba de paja amarilla (0.019% ppm), tallo y hojas de nuez de tierra (0.015% ppm) y hojas de mopani (0.031% ppm), llegando a la conclusión, que las briquetas elaboradas a partir de biomásas, generan menor cantidad de CO₂ a comparación del carbón, debido que esta es carbono neutral a causa de su naturaleza renovable por lo que promete beneficios ambientales positivos. Asimismo, se midió la temperatura de emisión de la briqueta y el carbón, iniciando con una temperatura ambiente de 21°C, sin embargo, durante la combustión de la briqueta y el carbón tradicional, se obtuvo un rango de variación

de temperatura entre 21.7°C y 22.7°C. Similarmente en la investigación de Cong et al. (2019) obtuvieron valores mayores en la elaboración de briquetas de semicoque con un rango de temperatura durante la combustión de 518°C a 693.1°C, esto se debe al que semicoque se genera a partir del pirólisis del carbón.

VI. CONCLUSIONES

Fue factible la elaboración de briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta debido a que emite menor cantidad de CO₂ durante su combustión, siendo una alternativa de sustitución al carbón tradicional.

- La muestra S- 2435 (70 g hueso de palta, 20 g aserrín, 30 g almidón y 100 ml de agua) es la mejor composición para elaborar briquetas (7 cm de largo y 5cm de diámetro) ecológicas a partir del hueso de palta debido a que contiene menor cantidad de humedad, mayor poder calorífico y genera un bajo porcentaje de cenizas a comparación de las muestras S- 2433 (50 g hueso de palta, 20 g aserrín, 20 g almidón y 60 ml de agua) y S-2434 (60 g hueso de palta, 20 g aserrín, 35 g almidón y 80 ml de agua).
- Los análisis químicos realizados a la mejor briqueta (muestra S-2435) fueron: 8.75% humedad, 1.5% cenizas, 13358.08 kJ/kg poder calorífico y 106 minutos de combustión. Esta briqueta tuvo mayor porcentaje de biomasa (70 g de hueso de palta) a comparación de las briquetas a partir de las muestras S-2433 y S-2434.
- Las briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta emiten 480 ppm de CO₂ a diferencia del carbón tradicional que emitió 1432 ppm de CO₂. Esto indicó que las briquetas a partir del hueso de la palta emiten menor cantidad de dióxido de carbono, siendo así amigable con el medio ambiente.

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar los costos financieros para elaborar briquetas ecológicas a partir del hueso de palta.
- Aprovechar las cenizas generadas por la quema de la briqueta como abono de plantas.
- Estudiar la elaboración de briquetas ecológicas con otros tipos de hueso de la palta como la palta hass.

REFERENCIAS

AFSAL Asna, Robin [et al]. Experimental investigations on combustion characteristics of fuel briquettes made from vegetable market waste and saw dust. *Materials today: Proceedings* [en línea]. 2020, **33** (7). 3826-3831 [fecha de consulta 21 noviembre 2021]. ISSN 2214- 7853 DOI 10.1016/j.matpr.2020.06.222

AJIMOTOKAN, H. [et al]. Combustion characteristics of Fuel Briquettes made from Charcoal Particles and Sawdust Agglomerates. *Scientific African* [en línea]. 2019, Vol.6 [fecha de consulta 01 mayo 2021]. DOI: 10.1016/j.sciaf.2019.e00202

ARASTIRMA, Makalesi. Environmental impact of bio- briquettes produced from agricultural residues concerning to CO2 emissions. *Mustafa kemal university journal of agricultural sciences* [en línea]. 2020, **25**(2), 217-224 [fecha de consulta 23 junio 2021]. ISSN: 2667-733

Disponible

en:

https://dergipark.org.tr/en/pub/mkutbd/issue/56426/735750#article_cite

BABAJIDE, Falemara [et.al]. Performance evaluation of the physical and combustion properties of briquettes produced from Ago- wastes and wood residues. *Recycling* [en línea]. 2018, Vol.3 (3) [fecha de consulta 27 abril 2021]. DOI: <https://doi.org/10.3390/recycling3030037>

BAKER Lynda. Observation: A complex Research Method. *Library Tends* [en línea]. 2006, marzo – septiembre, **55** (1). 171-189 [fecha de consulta 09 mayo 2021]. ISSN: 1559-0682. DOI: 10.1353/lib.2006.0045

BARRANCO, Cristian y MENDOZA, Jorge [et al]. Elaboración de biocombustibles sólidos densificados a partir de tusa de maíz, bio aglomerantes de yuca y carbón mineral del departamento de Córdoba. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* [en línea]. 2016, enero – junio, **25** (4). 643-653 [fecha de consulta 27 abril 2021]. ISSN: 0718-3305. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000400643>.

BOROWSKY, Gabriel [et al]. Utilization of fine coal waste as a fuel briquette. *International journal of coal preparation and utilization* [en línea]. 2013, **33**(4). 194-204 [fecha de consulta: 22 de noviembre 2021]. DOI: 10.1080/19392699.2013.787993

- BOROWSKI, Gabriel., STEPNIEWSKI, Witold. & WÓJCIK- OLIVEIRA, Katarzyna. Effect of starch binder on charcoal briquette properties. *International Agrophysics* [en línea]. 2017, abril – septiembre, **31** (4). 571-574 [fecha de consulta 15 de abril 2021]. ISSN: 0152-3346. DOI: 10.1515/ntag-2016-0077
- BOT, Bill [et al]. Preparation and characterization of biomass briquettes made from banana peels, sugarcane bagasse, coconut shells and rattan waste. *Biomass Conversion and Biorefinery* [en línea]. 2021, abril – julio, **24** (1). 133-990 [fecha de consulta 15 de agosto 2021] DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01762-w>
- BRUNEROVA, A [et al.]. Briquetting of sugarcane bagasse as a proper waste management technology in Vietman. *Waste Management & Research*, [en línea]. 2020 [fecha de consulta 15 noviembre 2021]. DOI:10.1177/0734242X20938438
- CALLEJON Ferre, A [et al.]. Briquettes of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Revista Scoopus* [en línea]. 2009, Vol.7, (3) [fecha de consulta 8 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/437>
- CAMPS Michelena, Manuel y MARCOS Martín, Francisco. *Los biocombustibles*. 2º ed. Madrid: Mundi Prensas Libro. 2008, 377 pp. ISBN: 9788484763604
- CEBALLOS, Adela y MONTOYA, Sandra. Evaluación química de la fibra en semilla, pulpa y cáscara de tres variedades de aguacate. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* [en línea]. 2013, Vol.11, (1) [fecha de consulta 31 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n1/v11n1a13.pdf>
- CHIN, O [et al]. Characteristics of some biomass briquettes prepared under modest die pressures. *Biomass and bioenergy*. 2000, Vol.18(3) [fecha de consulta 12 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1016/S0961-9534(99)00084-7
- CHOU, C [et al]. Preparation and characterization of solid biomass fuel made from rice Straw and rice bran. *Fuel Processing Technology* [en línea]. 2009, Vol. 90. [fecha de consulta 15 noviembre 2021]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2009.04.012>

CIENFUEGOS Velasco, María y CIENFUEGOS Velasco, Adriana. Lo cualitativo y cuantitativo en la investigación. Un apoyo a su enseñanza. *RIDE Rev. Iberoam. Investig. Desarro. Educ* [en línea]. 2016, Vol.7, (13) [fecha de consulta 05 mayo 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672016000200015.

CONG, Hongbin [et al]. Evaluating the performance of honeycomb briquettes produced from semi- coke and corn stover char: Co- combustión, emisión characteristics, and a value- chain model for rural china. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 2019, 244. 118770 [fecha de consulta 22 noviembre 2021]. ISSN 0959-6526 DOI 10.1016/j.jclepro.2019.118770

CORREA Méndez, Fermin [et al]. Moisture content and inorganic substances in pine wood products for use in pellets and briquettes [en línea]. 2014, enero – abril, **20** (1). 77-88 [fecha de consulta 31 de mayo del 2021]. ISSN: 2007-3828. DOI: 10.5154 / r.rchscfa.2013.04.012

CUHADAROGLU, B. Thermal conductivity analysis of briquette with additive hazelnut shells. *Building and environmental* [en línea]. 2005, **40**(7). 942-948 [fecha de consulta 22 de Nobiembre del 2021]. DOI: 10.1016/j.buildenv.2004.09.008

CUVILAS C.A, Jirjis R y Lucas C. Energy situation in Mozambique: A review. *Renewable and sustainable energy* [en línea], 2010, noviembre – febrero, **14** (7). 2139- 2146 [fecha de consulta 10 de septiembre del 2021]. ISSN: 2139-2146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.02.002>

DA SILVA, J [et al]. Energetic characterization and evaluation of briquettes produced from naturally colored cotton waste. *Environmental Science and Pollution Research* [en línea]. 2019, Vol.6(4) [fecha de consulta 13 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1007/s11356-019-04777-z

DE GREGORIO, Margarita. Biomass: much more than energy. *Futureenergy* [en línea]. 2020, Vol.7, (3) [fecha de consulta 27 abril 2021]. Disponible en:https://futureenergyweb.es/wpcontent/uploads/2020/05/FuturEnergy_Marzo_2020-37-39-appa.pdf

DENIZ, V. A new binder in production of water- resistant briquettes from bituminous coals: Co- polymer binder. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* [en línea]. 2016, **38**(8), 1068-1074. DOI: 10.1080/15567036.2011.654311

DÍAZ Artigas, Ivan [et al]. Briquetas energéticas con aserrín y corteza de pino [en línea], 2020, Vol.**41**, (1) [fecha de consulta 21 de Setiembre 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012020000100003

DÍAZ Márquez, Paul y BENITES Alfaro, Elmer. Calorific Power of briquettes elaborated with biomass and organic agglutinants [en línea], 2019, enero-diciembre, **8** (1) [fecha de consulta 26 mayo 2021]. ISSN: 2554-2833. DOI. <https://doi.org/10.6036/ES9113>

EPEC. Energía renovable: la biomasa [en línea]. 2018, Vol.**4**, (1) [fecha de consulta 09 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/biomasa.pdf>

FIKRI Elanda y SARTIKA Citra. Study on the use and composition of bio- charcoal briquettes made of organic waste. *Journal of Ecological Engineering* [en línea]. 2018, Vol.**19**, (2) [fecha de consulta 27 abril 2021]. Disponible en: <http://www.jeeng.net/Study-on-the-Use-and-Composition-of-Bio-Charcoal-Briquettes-Made-of-Organic-Waste,81782,0,2.html>

FONSECA Patricia [et al.]. Avocado: Characteristics, health benefits and uses. *Food Technology* [en línea]. 2016, Vol.**46**, (4) [fecha de consulta 27 abril 2021]. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782016000400747&script=sci_arttext

GAN. Q [et al.]. Effects of heating temperature on pore structure evolution of briquette coals. *Fuel* [en línea]. 2021, 296(11), 120-651 [fecha de consulta 21 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.120651

GARCÍA Teonila y QUINTANILLA Jean. Análisis de valor agregado: producción de palta en trozos. *Industrial Data* [en línea]. 2003, Vol.**6**, (2) [fecha de consulta 25 abril 2021]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/6021>

GENDEK, A [et al.]. Evaluation of selected physical and mechanical properties from cones of three coniferous tree species. *Biomass and Bioenergy* [en línea]. 2018, **117**(3), 173-179 [fecha de consulta: 19 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1016/j.biombioe.2018.07.025

GRANADO Patta, Marcos [et al.]. Effects of Pressure Densification on Strength and Properties of Cassava waste Briquettes. *Renewable Energy* [en línea]. 2020, agosto- noviembre,1. [fecha de consulta 18 septiembre 2021]. DOI 10.1016/j.renene.2020.11.087

HERNÁNDEZ Medina, Marilyn. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia y tecnología de alimentos* [en línea]. 2008, Vol.**28**, (3) [fecha de consulta 09 junio 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cta/a/BFmq3pZQMP33pwHsyNJK9Yf/?lang=es>

KPALO, S. [et al.]. Physical characterization of briquettes produced from paper pulp and Mesua ferrea mixtures. *Biofuels* [en línea]. 2019, abril – noviembre, **25** (1). 1-8 [fecha de consulta 20 junio 2021]. DOI <https://doi.org/10.1080/17597269.2019.1695361>

JUAREZ Janet [et al.]. Tissue- specific proteome characterization of avocado seed during postharvest shelf life. *Journal of Proteomics* [en línea]. 2021, **235**.104-112. [fecha de consulta 09 junio 2021] DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2021.104112>

KRIZAN, P [et al.]. Estudio de los parámetros tecnológicos de impacto en el proceso de briquetado. *Semantic Scholar* [en línea]. 2009, Vol.16, (3) [fecha de consulta: 30 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-study-of-impact-technological-parametres-on-the-Kri%E1%BA%91an-Soos/fa68834e53531fc8035f211f7ad8d814c50d30ef>

QUÍINTERO Gonzáles, Julián. Biomass: production methods, energy potential and environment. *Revista I3* [en línea].2015, Vol.**2**, (2). 28-44 [fecha de consulta 09 junio 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268537444.pdf>

LUBWAMA, M [et al.]. Physical and combustion properties of agricultural residue bio-char bio composite briquettes as sustainable domestic energy sources. *Renewable*

Energy [en línea]. 2020, **148**. 1002-1016 [fecha de consulta 21 noviembre 2021]. ISSN 0960-1481. DOI 10.1016/j.renene.2019.10.085

LYON Richard. Thermal dynamics of bomb calorimeters. *Review of scientific instruments* [en línea]. 2015, **8** (12). 125103 [fecha de consulta 13 junio del 2021]. DOI 10.1063/1.4936568

MAGNAGO Faverzani, Rachel [et al]. Briquettes of citrus peel and rice husk. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 2020, Vol. **276** [fecha de consulta 21 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620338658>

MANDAL, S. [et al.]. Briquetting of Pine Needles (*Pinus roxburgii*) and Their Physical, Handling and Combustion Properties. *Waste and Biomass Valorization* [en línea]. 2018, Setiembre- Febrero [fecha de consulta 15 noviembre 2021]. DOI: 10.1007/s12649-018-0239-4

MÁRQUEZ Díaz, Paul y BENITES Alfaro, Elmer. Renewable energy of biomass briquettes and organic binders. *DYRA, Ingeniería e industria* [en línea]. 2020, **95** (2). 129 [fecha de consulta 09 junio 2021]. DOI: <https://doi.org/10.6036/9429>

MARTÍNEZ, Enrique y LIRA, Leonel. Análisis y aplicación de las expresiones del contenido de humedad en sólidos. *Simposio de Metrología* [en línea]. 2010, Vol.2, (2) [fecha de consulta 09 de junio 2021]. Disponible en: <https://www.cenam.gob.mx/sm2010/info/pviernes/sm2010- vp01b.pdf>

MIAO, Z. [et al]. Briquette preparation with biomass binder. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* [en línea]. 2019, **1**. 1556- 7230 [fecha de consulta 23 septiembre 2021]. ISSN: 1556- 7036. DOI: 10.1080/15567036.2019.1682722

MITCHELL, E. [et al]. The use of agricultural residues, wood briquettes and logs for small-scale domestic heating. *Fuel Processing Technology* [en línea]. 2020, **210**. 106-552 [fecha de consulta 10 octubre 2021] DOI 10.1016/j.fuproc.2020.106552

MONTANO, M. [et al]. Tar from biomass/coal-containing briquettes. Evaluation of PAHs. *Fuel* [en línea]. 2015, **154**. 261-267 [fecha de consulta 22 de noviembre

2021]. DOI: 10.1016/j.fuel.2015.03.067

OLAJEDI T. Theoretical Aspect of Biomass Briquetting: A review study. *Journal of Energy Technologies and Policy* [en línea]. 2015, Vol. **5**, (3) [fecha de consulta 19 junio 2021] Disponible: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JETP/article/view/20797/21189>

OKOT, David., BILSBORROW, Paul. & PHAN, Anh. Effects of operating parameters on maize COB briquette quality. *Biomass and Bioenergy* [en línea]. 2018, **112**. 61-72 [fecha de consulta 07 junio 2021] DOI 10.1016/j.biombioe.2018.02.015

PANTOJA M, Alvaro. Diagnosis of the sour cassava starch rural agro-industry in the producing aerea of northern Cauna [en línea]. 2016, Vol.23, (3) [fecha de consulta 09 junio 2021].

PAULRUD, Sussanne. & Nilsson, Calle. Briquetting and combustion of spring-harvested reed canary-grass: effect of fuel composition. *Biomass and Bioenergy* [en línea]. 2001, **20** (1). 25-35 [fecha de consulta 20 setiembre 2021] DOI 10.1016/S0961-9534(00)00061-1

PITAKPONG Arunpak, Thailand. *Turkish journal of computer and mathematics education* [en línea]. 2021, enero – abril, 12 (8). 2340-2344. [fecha de consulta 20 junio 2021]. DOI: <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i8.3516>

POWER Porto, George. El calentamiento global y las emisiones de carbono. *Ingeniería Industrial* [en línea]. 2009, Vol.4, (27). 101- 122 [fecha de consulta 15 junio 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493007.pdf>

ROJAS Delgado, Mario. Perspectivas de procesamiento y uso del carbón mineral peruano. *Ingeniería Industrial* [en línea]. 2008, Vol.2, (26). 231- 250 [fecha de consulta 15 junio 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428492012.pdf>

ROMERO Salvador, Arturo. Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. *Rev.R.Acad. Cienc. Exact.Fis.Nat* [en línea]. 2010, Vol. **104**, (2). 331- 345 [fecha de consulta 09 de junio del 2021].

Disponible en: <https://rac.es/ficheros/doc/00979.pdf>

RONI Mohammad [et al.]. Biomass co-firing technology with policies, challenges, and opportunities: A global Review. *Renewable and Sustainable energy reviews* [en línea]. 2017, 78. 1089-1101 [fecha de consulta 08 julio 2021] DOI 10.1016/j.rser.2017.05.023

SAEED, Anwar. [et al.]. Moisture Content Impact on Properties of Briquette Produced from Rice Husk Waste. *Sustainability* [en línea]. 2021, **13**(6). 3069. [fecha de consulta 26 agosto 2021]. ISSN 2224-6185 DOI 10.3390/su13063069

SALO Matti, HELLE Samuli y TOIVONEN Tuuli. Allocating logging rights in Peruvian Amazonia- Does it Matter to be local. *Plos One* [en línea]. 2011, **6** (5). E19704 [fecha de consulta 14 julio 2021]. DOI 10.1371/ journal. pone.0019704

SANCHEZ, Astrid [et al.]. Procesos para la captura del CO2 emisión de óxidos de nitrógeno y de azufre durante la oxi-combustión de un carbonizado. *Revista Scielo* [en línea]. 2012, Vol.36, (138) [fecha de consulta 19 de noviembre del 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082012000100010

SANTOS, J y FUERTES, F. La densidad es una propiedad intensiva de la materia (pero su medida no). *Revista Mexicana de física* [en línea]. 2004, Vol.50, (2) [fecha de consulta 17 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/570/57063201.pdf>

SHUMA, Reuben & MADYIRA M, Daniel. Emissions Comparison of loose biomass briquettes with cow dung and cactus binders. *Procedia Manufacturing* [en línea]. 2019, **35**. 130-136 [fecha de consulta 22 noviembre 2021]. ISSN 2351-9789. DOI 10.1016/j.promfg.2019.05.015

SERRET Guash, Nuria [et al.]. Caracterización of Sawdust of different Woods. *RTQ* [en línea].2016, **36** (3). 395- 405 [fecha de consulta 31 mayo 2021]. ISSN 2224-6185. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012

SHIFERAW, Y [et.al]. Preparation and evaluation of clean briquettes from disposed wood wastes. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental*

Effects. 2017, **39**(20). 2015-2024 [fecha de consulta 12 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1080/15567036.2017.1399175

SINGH. E. Equilibrium moisture content of biomass briquettes. Biomass and Bioenergy. 2004, **26**(3). 251-253 [fecha de consulta 19 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1016/j.powtec.2021.02.071

SOARES De Souza, Larissa [et al]. Utilizacao de Resíduos de Bprra de Café e Serragem na Moldagem de Briquetes e Avaliacao de Propriedades. Revista Matéria [en línea]. 2015, 20 (2). 550-560 [fecha de consulta 19 noviembre 2021]. ISSN 1517-7076. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1590/S1517-707620150002.0055>

TABARÉS, J [et al]. Combustion behavior of Spanish lignocellulosic briquettes. Energy Sources, Part A: Recovery Utilization, and Environmental Effects. 2006, **28**(6). 501-515 [fecha de consulta 19 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1080/009083190913647

TABARÉS, J [et al]. Feasibility study of energy use for densificated lignocellulosic material (briquettes). Fuel [en línea]. 2000, **79**(10). 1229-1237 [fecha de consulta 19 de noviembre del 2021]. DOI: 10.1016/S0016-2361(99)00256-2

TIAN, B [et al]. Preparation and properties of pulp black liquor briquettes. BioResources. 2018, **13**(1) [fecha de consulta 14 de noviembre del 2021]. DOI: 10.15376/biores.13.1.1801-1813

TUMULURU, J.S., YANCEY, N. A., y KANE, J.J. Pilot- scale grinding and briquetting studies on variable moisture content municipal solid waste bales – Impact on physical properties, chemical composition, and calorific value. *Waste Management* [en línea]. 2021, **125**. 316-327 [fecha de consulta 19 octubre 2021] DOI <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.013>

UCHENNA Uzukwu, Emmanuel [et al]. Inclusion of avocado (persea americana) seeds in the diet to improve carbohydrate and lipid metabolism in rats. *Revista argentina de Endocrinología y Metabolismo* [en línea]. 2017, Vol. **5**, (3) [fecha de consulta 10 junio 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0326461017300384#>

UJJINAPPA, S., & SREEPATHI, L, K. Production and quality testing of fuel

briquettes made from pongamia and tamarind shell. *Sadhana* [en línea]. 2018, 43 (4) [fecha de consulta 19 noviembre 2021] DOI 10.1007/s12046-018-0836-8

VARGAS Cordero, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencias científicas. *Revista Educación* [en línea]. 2009, Vol. 33, (1) [fecha de consulta 05 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

VILLAROEL, Pía [et al]. Resistant starch: Technology characteristics and physiological interests. *Revista Chilena de nutrición* [en línea]. 2018, 45 (3). [fecha de consulta 09 junio 2021]. ISSN: 0717-7518. DOI. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271>

VILLASIS, Keever [et al]. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista Alerg Mex* [en línea]. 2018, 65 (4). 414-421 [fecha de consulta 23 noviembre 2021]. DOI 10.29262/ram.v65i4.560

WONGWUTTANASATIAN, T. & SAKKAMPANG, C. Combustion characteristics and emission of briquette fuel from biomass mixed with glycerin. *Combustion Science and Technology* [en línea]. 2016, 188 (6). 1011- 1019 [fecha de consulta 07 octubre 2021]. ISSN: 0010- 2202 DOI: 10.1080/00102202.2015.1136298

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Elaboración de briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta para la reducción de emisiones de CO ₂							
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores		Escala de medición	
V I	Elaboración de briquetas a partir del hueso de la palta	Las briquetas ecológicas son un rollo de biomasa elaborado con aserrín y residuos naturales compactados (Gonzales y Murcia, 2020). El hueso de la palta es un producto secundario de la fruta que contiene moléculas de gran valor y es considerado una biomasa (Juarez, 2021).	Se evaluaron las briquetas en distintas proporciones de hueso de palta, aserrín, aglutinante y agua. Además, para evaluar la calidad se determinó las características químicas de cada una, a través del laboratorio SLAB S.A.C.	Composición de las briquetas	Hueso de la palta	Masa	g
					Aserrín	Masa	g
					Aglutinante	Masa	g
					Agua	Volumen	ml
				Características químicas de las briquetas	Poder calorífico		Kj/Kg
					Tiempo de combustión		min
					Cantidad de cenizas		%
					Humedad		%
Reducción de emisiones	El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero que se emite a la atmósfera debido a actividades del ser humano	Se midieron la temperatura de emisión y la cantidad de emisiones del CO ₂ de la briquea ecológica y del carbón tradicional durante su combustión, mediante un analizador de	Cantidad de emisiones	CO ₂		ppm	

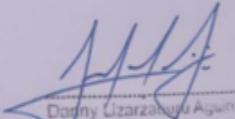
V D	de CO2	(Twenergy, 2019).	gases.	de CO2.	Temperatura emisión	°C
--------	--------	-------------------	--------	---------	---------------------	----

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
Ficha 1. Características físico-químicas de la biomasa (hueso de la palta)		
Título	Elaboración de briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta para reducir emisiones de CO2	
Línea de Investigación	Tratamiento y gestión de los residuos	
Responsables	Fanárraga Lukuy, Diana Carolina Jihuallanca Sánchez, Rosaura Jessenia	
Asesor	Castañeda Olivera, Carlos Alberto	
Nº Ensayo	HUMEDAD (%)	DENSIDAD APARENTE (g/cc)
1		


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

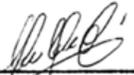

Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. Nº 25450


Dorny Uizarzaburu Aguirreaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP Nº 45553

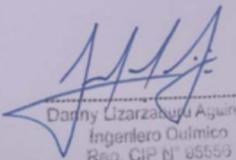


Ficha 2. Características químicas de las briquetas ecológicas.

Título					Elaboración de briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta para reducir emisiones de CO2							
Línea de Investigación					Tratamiento y gestión de los residuos							
Responsable					Fanárraga Lukuy, Diana Carolina Jihuallanca Sánchez, Rosaura Jessenia							
Asesor					Castañeda Olivera, Carlos Alberto							
Muestra	Masa de briquetas				N° Ensayo	Secado (días)	Resultado de ensayos		Incineración (min)	Características de las briquetas incineradas	Cantidad de cenizas (%)	Resultado final
	Hueso de palta	Aserrín	Aglutinante	Agua			Poder calorífico (%)	Humedad (%)				
1	50g	20g	20 g	60 ml	1							
2	60g	20g	25 g	80 ml	1							
3	70g	20g	30 g	100 ml	1							


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

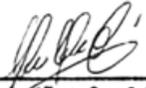

Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 05553

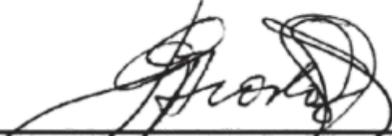


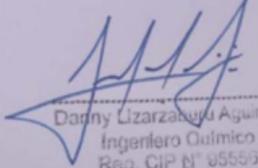
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha 3. Cantidad de emisiones de CO2 generadas por la briqueta ecológica y el carbón tradicional.

Título	Elaboración de briquetas ecológicas a partir del hueso de la palta para reducir emisiones de CO2	
Línea de Investigación	Tratamiento y gestión de los residuos	
Responsables	Fanárraga Lukuy, Diana Carolina Jihuallanca Sánchez, Rosaura Jessenia	
Asesor	Castañeda Olivera, Carlos Alberto	
Tipo de combustible	Temperatura	Cantidad de emisiones de CO2
	Temperatura de emisión (C°)	CO2 (ppm)
Briqueta a partir del hueso de la palta		
Carbón tradicional		


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


 Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 65559

Anexo 3. Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características físico-químicas de la biomasa (hueso de la palta)**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 11 de junio del 2021


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACRYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera**
 1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características químicas de las briquetas ecológicas.**
 1.10. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 11 de junio del 2021



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 C.P. 130297
 RENACRY: P0678215

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera**
 9.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
 9.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cantidad de emisiones de CO2 generada por la briqueta ecológica y el carbón tradicional.**
 9.5. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jhuallanca Sánchez, Rosaura**

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 136881
 RENACRY: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisico-químicas de la biomasa (hueso de la palta)**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
 1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características químicas de las briquetas ecológicas.**
 1.10. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

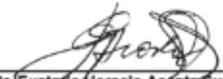
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 11 de junio del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
 9.1. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
 9.2. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería química y ambiental**
 9.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cantidad de emisiones de CO2 generada por la briqueta ecológica y el carbón tradicional.**
 9.4. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura**

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características fisico-químicas de la biomasa (hueso de la palta)**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 16 de junio del 2021



Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP 8° 45503

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Dr. Lizaraburu Aguinaga, Danny Alonso**
 1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería ambiental**
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características químicas de las briquetas ecológicas.**
 1.10. Autor(A) de Instrumento: **Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

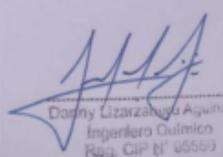
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 16 de junio del 2021



Danny Lizaraburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 45593

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES
5.1. Apellidos y Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso

9.1. Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos

9.2. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería ambiental

9.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cantidad de emisiones de CO2 generada por la briqueta ecológica

9.4. Autor(A) de Instrumento: Fanárraga Lukuy, Diana/Jihuallanca Sánchez, Rosaura

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

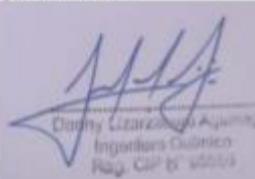
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 16 de junio del 2021



Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP 15 45003

Anexo 4. Informe de ensayos de laboratorio SLAB S.A



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO IE-021121-01

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : JESSENIA JIHUALLANCA SANCHEZ
1.2 RUC/DNI : 74851712

2. FECHAS

2.1 Inicio : 03 de Noviembre de 2021
2.2 Fin : 09 de Noviembre de 2021
2.3 Emisión de informe : 09 de Noviembre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.3 °C
3.2 Humedad Relativa : 50 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1 Ensayo solicitado y método de ensayo : Humedad / Gravimetría
Densidad Aparente

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Identificación de Cliente
S-2799	Sólida	Pepa de Palta

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: RESULTADOS

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Humedad	%p/p	14.7
Densidad Aparente	g/cc	0.88

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

**INFORME DE ENSAYO
IE-240921-02**

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : JESSENIA JIHUALLANCA SANCHEZ
1.2 RUC : 10718980769

2. FECHAS

2.1 Inicio : 24 de Setiembre de 2021
2.2 Finalización : 30 de Setiembre de 2021
2.3 Emisión de informe : 01 de Octubre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.1 °C
3.2 Humedad Relativa : 54 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

4.1 Ensayo solicitado/ : Humedad / Gravimetría ASTM D7582
Método de : Cenizas / Gravimetría ASTM D7582
Referencia : Poder calorífico / ASTM D5865
Tiempo de Combustión / Interno

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Tabla N°1: Datos de la muestra

Código de Laboratorio	Tipo de Muestra	Descripción
S-2433	Biomasa	Muestra 1 (Briqueta ecológica)
S-2434	Biomasa	Muestra 2 (Briqueta ecológica)
S-2435	Biomasa	Muestra 3 (Briqueta ecológica)

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: Resultados Obtenidos

Ensayo	Unidad	Resultado S-2433	Resultado S-2434	Resultado S-2435
Humedad	%	13.98	9.85	8.75
Cenizas	%	1.73	1.96	1.50
Poder calorífico	KJ/Kg	12773.67	13327.65	13358.08
Tiempo de Combustión	min	104	107	106

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO



DIEGO ROHAYO VERGARAY D'ARBOGÓ
QUÍMICO
CQP. 1937