UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL CAROZO DE ACEITUNA DEL VALLE DEL ALGARROBAL, COMO BIOCOMBUSTIBLE SÓLIDO A TRAVÉS DE SUS PROPIEDADES FÍSICO, QUÍMICAS Y ENERGÉTICAS

TESIS

PRESENTADA POR:

DAMARY VANESSA RIVERA GUITTON

Para optar por el Título Profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL

MOQUEGUA - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN.

El Jurado suscribiente ha calificado el trabajo de Tesis,

TITULADO "DETERMINACION DE LA VIABILIDAD DEL CAROZO DE ACEITUNA DEL VALLE DE ALGARROBAL, COMO BIOCOMBUSTIBLE SOLIDO A TRAVÉS DE SUS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y ENERGETICAS"

PRESIDENTE Mgr. JOSE ANTONIO VALERIANO ZAPANA

MIEMBROS Mgr. MARIO ROMAN FLORES ROQUE

Lic. JORGE ANTONIO MORALES CARAZAS

ASESOR Ing. MARCO ALEXIS VERA ZUÑIGA

PRESENTADO POR EL BACHILLER DAMARY VANESSA RIVERA GUITTON DE LA PROMOCIÓN:

CUYOS RESULTADOS HAN SIDO LOS SIGUIENTES:

CALIFICATIVO DEL TRABAJO 14 (CATORCE)

CALIFICATIVO DE LA SUSTENTACIÓN 14 (CATORCE)

CALIFICATIVO FINAL 14 (CATORCE)

POR LO EXPUESTO, EL BACHILLER DAMARY VANESSA RIVERA GUITTON

HA SIDO DECLARADO EXPEDITO PARA QUE SE LE CONFIERA EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

EN FE DE ELLO QUEDA ASENTADA LA PRESENTE ACTA

Ilo, a los 26 días de DICIEMBRE de 2018

Presidente
Mgr. Jose Antonio Valeriano Zapana

Miembro
Msc Mario Flores Roque

Miembro
Lic. JORGE ANTONIO MORALES CARAZAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
FEDATARIO

DEDICATORIA

A Dios y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma intervinieron para que pudiera culminar mis objetivos profesionales en esta primera etapa.

Damary Vanessa Rivera Guitton.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque todos y cada uno de mis pasos son guiados por él.

A mi familia, por brindarme todo su apoyo y aliento.

A mis maestros, por los valiosos conocimientos profesionales y humanos.

A mi asesor de tesis, por su paciencia, enseñanzas y compromiso.

A mis jurados de tesis, por compartir sus conocimientos a través de sus aportes y sugerencias.

A la Universidad Nacional de Moquegua, por permitir mi educación.

CONTENIDO

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....2

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA 2

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3

1.2.1 Interrogante General. *3*

1.2.2 Interrogantes Específicas. *3*

1.3 JUSTIFICACIÓN 3

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 4

1.4.1 Objetivo General. *4*

1.4.2 Objetivos Específicos. *4*

1.5 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 5

1.5.1 Hipótesis General. *5*

1.5.2 Hipótesis Específicas. *5*

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....6

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 6

2.2 BASES TEÓRICAS 7

2.2.1 Definición de biomasa y ventajas de su aprovechamiento. *7*

2.2.2 Definición de biocombustible y tipos. *7*

2.2.3 Criterios de aprovechamiento sostenible de biomasa. *8*

2.2.4 Generalidades del cultivo del olivo. *9*

2.2.4.1 ***Clasificación taxonómica del olivo.*** *9*

2.2.5 Caracterización de la aceituna. *10*

2.2.6 Industria olivícola. *11*

2.2.7 Biomasa potencial del carozo de aceituna. *15*

2.2.8 Residuos de la industria olivícola. *16*

2.2.9 Carozo de aceituna. *16*

2.2.9.1 ***Aprovechamiento del carozo de aceituna.*** *17*

2.2.9.2 ***Pretratamientos del carozo de aceituna.*** *18*

2.2.10 Marco legal. *19*

2.2.11 Estándares normativos del carozo de aceituna como biocombustible. *19*

2.2.12 Contenido de humedad (UNE-164003:2014). *20*

2.2.13 Tamaño de partículas para combustibles sin comprimir (UNE-164003:2014). *21*

2.2.15 Contenido total de cloro (UNE-164003:2014). *22*

2.2.16 Contenido de cenizas (UNE-164003:2014). *22*

2.2.17 Determinación del Poder Calorífico (UNE-164003:2014). *23*

2.2.18 Contenido de materia grasa (UNE-164003:2014). *23*

2.2.19 Contenido de carbohidratos (parámetro propuesto). *24*

2.2.21 Contenido de proteína (parámetro propuesto). *24*

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 25

2.3.1 Carozo. *25*

2.3.2 Contaminación atmosférica por fermentación. *25*

2.3.3 Dióxido de carbono. *25*

2.3.4 Excesiva mineralización del suelo. *26*

2.3.5 Plaga. *26*

2.3.6 Subproducto. *26*

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 27

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 27

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 27

3.3 MODELO ESTADÍSTICO LINEAL 28

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 29

3.5 NIVEL DE INVESTIGACIÓN 31

3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 32

3.6.1 Variables Independientes. *32*

3.6.2 Variable Dependiente. *32*

3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA 34

3.7.1 Población. *34*

3.7.2 Muestra. *34*

3.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 34

3.8.1 Factores en estudio. *34*

3.8.2 Disposición de muestras por códigos. *35*

3.8.3 Ubicación del punto de muestreo. *35*

3.8.4 Recolección de muestras. *36*

3.8.5 Pretratamientos del carozo de aceituna. *36*

3.8.6 Entrega de muestras. *38*

3.8.7 Validación y confiabilidad de los instrumentos. *39*

3.8.8 Métodos y técnicas para la presentación y análisis de datos. *40*

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....41

4.1 RESULTADOS..... 41

4.1.1 Validación del modelo seleccionado para los análisis estadísticos. *41*

4.1.2 Prueba de normalidad de los residuos. *41*

4.1.3 Prueba de homogeneidad de varianzas. *43*

4.1.5 Combinación de los factores tiempo de secado y longitud del carozo. *46*

4.1.6 Factor tiempo de secado frente al rendimiento energético. *47*

4.1.7 Factor longitud del carozo de aceituna frente al rendimiento energético. *49*

4.1.8 Comparaciones por niveles de Fisher: Tiempo de secado. *50*

4.1.9 Comparaciones por niveles de Fisher: Longitud de partícula del carozo. *52*

4.1.10 Relación de energía y ceniza. *56*

4.1.11 Relación del rendimiento energético y el porcentaje de grasa. *57*

4.2 DISCUSIONES 59

4.2.1 Efecto de la granulometría sobre el rendimiento energético. *59*

4.2.2 Efecto del tiempo de secado sobre el rendimiento energético. *60*

4.2.3 Relación del rendimiento energético y el porcentaje de cenizas. *61*

4.2.4 Efecto del porcentaje graso sobre el rendimiento energético. *61*

4.2.5 Caracterización del carozo de aceituna del valle del Algarrobal. *61*

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63

5.1 CONCLUSIONES 63

5.2 RECOMENDACIONES 65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Interna de la Aceituna. 11

Figura 2. Esquema del Modelo. 28

Figura 3. Metodología de obtención y preparación de muestras. 37

Figura 4. Gráfica de normalidad de los residuos a un nivel de confianza del 95%. . 42

Figura 5. Análisis de varianza de residuos a un nivel de confianza del 95%. 44

Figura 6. Cumplimiento del supuesto de independencia. 45

Figura 7. Intervalo de confianza al 95% en relación de diferencias de las medias para tiempo y energía. 51

Figura 8. Intervalo de confianza al 95% en relación de diferencias de las medias para longitud y energía. 53

Figura 9. Efectos principales sobre energía en relación al tiempo y longitud. 54

Figura 10. Efectos principales sobre energía en relación al tiempo y longitud. 55

Figura 11. Relación de energía con el porcentaje de cenizas. 56

Figura 12. Relación de energía con el porcentaje de grasa. 57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Serie Histórica de Producción Nacional de Aceitunas. 13

Tabla 2 Serie Histórica de Producción Regional de Aceitunas. 14

Tabla 3 Superficie Olivícola de la Provincia de Ilo. 15

Tabla 4 Análisis de Varianza para el Modelo Bifactorial con Replica. 30

Tabla 5 Operacionalización de Variables. 33

Tabla 6 Combinación de Factores Propuestos. 35

Tabla 7 Ubicación Geográfica del Punto de Muestreo. 36

Tabla 8 Métodos de Análisis Empleados. 39

Tabla 9 Prueba de Homogeneidad de Varianzas. 43

Tabla 10 Análisis de Varianza para los Factores de Tiempo y Longitud. 47

Tabla 11 Análisis de Varianza para el Factor Tiempo. 48

Tabla 12 Análisis de Varianza para el Factor Longitud. 49

Tabla 13 Medias del Factor Tiempo. 50

Tabla 14 Pruebas Individuales de Fisher para Diferencias de las Medias. 51

Tabla 15 Medias del Factor Longitud..... 52

Tabla 16 Pruebas Individuales de Fisher para Diferencias de las Medias..... 53

Tabla 17 Promedios de los Análisis de Laboratorio..... 58

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Comparación de las Propiedades del Carozo de Aceituna. 77

Anexo 2. *Propiedades del Carozo de Aceituna por su Grado de Pureza.* 78

Anexo 3. *Comparación del Poder Calorífico Inferior.* 79

Anexo 4. *Composición de los Residuos Olivícolas Sólidos y Semisólidos.* 80

Anexo 5. *Especificaciones Normativas del Hueso de Aceituna: UNE-164003:2014.* 81

Anexo 6. Galería Fotográfica 82

Anexo 7. Ubicación de la zona de muestreo 85

Anexo 8. Informe de Ensayo del laboratorio BHIOS 86

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue determinar la viabilidad del carozo de aceituna del valle del algarrobal como biocombustible sólido, para ello se desarrolló un diseño experimental completamente al azar (DCA) con dos factores y tres niveles con dos repeticiones respectivamente: Tiempo (7, 15 y 30 días) y longitud de partícula del carozo (0.5, 1.0 y 2.0 cm) actuando sobre el rendimiento energético del mismo. Los análisis fisicoquímicos del carozo de aceituna presentaron en promedio 82.1% de carbohidratos, 2.3% de ceniza, 45.4% de fibra, 0.6% de cloruros, 9.07% de humedad, 1.7% de proteínas, 0.03% de sulfatos y 4.8% de grasa. Por otro lado, el análisis de varianza mostró que no hay interacción entre los factores de tiempo de secado y longitud que influyan en el rendimiento energético del carozo ($F=2.08$ y $P=0.166$, $\alpha=0.05$). Sin embargo, de manera específica en cuanto al análisis de varianza aplicado al factor tiempo se concluye que hay un efecto del tiempo de secado sobre el rendimiento energético del carozo de aceituna ($F=7.44$ y $P=0.012$, $\alpha=0.05$), de igual manera el análisis de varianza del factor longitud de partícula del carozo mostró que hay efecto de las diferentes longitudes sobre el rendimiento energético del mismo ($F=9.75$ y $P=0.006$, $\alpha=0.05$). Por último, la prueba de Fisher permitió demostrar que a un tiempo de secado de 30 días y a una longitud de partícula de 0.5 cm se obtendrá mayor rendimiento energético del carozo de aceituna.

Palabras clave: Carozo de aceituna, biocombustible, rendimiento energético.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to determine the viability of the olive pit of the algarrobal valley as a solid biofuel, for which a completely randomized experimental design (DCA) was developed with two factors and three levels with two repetitions respectively: Time (7, 15 and 30 days) and particle length of the pit (0.5, 1.0 and 2.0 cm) acting on its energy efficiency. Physicochemical analyzes of the olive pit presented on average 82.1% carbohydrates, 2.3% ash, 45.4% fiber, 0.6% chloride, 9.07% moisture, 1.7% protein, 0.03% sulfate and 4.8% fat. On the other hand, the analysis of variance showed that there is no interaction between the factors of drying time and length that influence the energy efficiency of the pit ($F = 2.08$ and $P = 0.166$, $\alpha = 0.05$). However, specifically with regard to the analysis of variance applied to the time factor, it is concluded that there is an effect of the drying time on the energy efficiency of the olive pit ($F = 7.44$ and $P = 0.012$, $\alpha = 0.05$), of equal In this way, the analysis of variance of the particle length factor of the pit showed that there is an effect of the different lengths on the energy yield of the pit ($F = 9.75$ and $P = 0.006$, $\alpha = 0.05$). Finally, the Fisher test allowed to demonstrate that at a drying time of 30 days and a particle length of 0.5 cm, greater energy yield will be obtained from the olive pit.

Keywords: Olive pit, biofuel, energy efficiency.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la biomasa refleja un interés genuino por el ambiente, al plantear la sustitución de combustibles fósiles por energía renovable. Dentro de las opciones de biomasa destaca el uso de residuos sólidos agroindustriales como el carozo de aceituna proveniente de la industria olivícola.

En España, principal productor de olivo a nivel mundial, el carozo o hueso de aceituna empleado como biocombustible sólido es una industria en crecimiento debido a las características que presenta y al respaldo normativo que permite su aprovechamiento a lo largo de la Unión Europea. La realidad peruana por el contrario considera este bien con potencial energético únicamente como un residuo, tal como ocurre en el valle del Algarrobal, mayor productor de aceitunas de la provincia de Ilo, donde el carozo de aceituna no recibe ningún tratamiento y es dispuesto a la intemperie de la principal fábrica productora de aceite de oliva donde genera un contexto contaminante.

A raíz de ello es que se pretende determinar la viabilidad del carozo de aceituna del valle del Algarrobal como biocombustible sólido, para plantear una alternativa energética renovable, minimizar el volumen de residuos olivícolas y el efecto negativo de los mismos.

Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la realidad problemática

La industria olivícola desarrollada en el valle del Algarrobal origina una cantidad considerable de residuos de carácter contaminante hace más de veinte años, siendo el carozo de aceituna el subproducto sólido más abundante generado principalmente por la producción de aceite de oliva con un aproximado de 112 500 kilos anuales teniendo en cuenta la producción de la principal empresa olivícola del valle. Dicho residuo se dispone en las inmediaciones de la empresa Aceitunas de Ilo S.A. sin ningún tipo de tratamiento, lo que ocasionaría contaminación atmosférica por fermentación, riesgo de incendios forestales, excesiva mineralización del suelo, proliferación de plagas y en consecuencia enfermedades, además al ser quemado a cielo abierto como alternativa de disposición genera un desprendimiento inútil de energía y emisiones de dióxido de carbono. Todo ello puede deberse al desconocimiento de las propiedades de este subproducto lo que se traduce en un vacío bibliográfico que pretende cambiarse a través de la presente investigación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Interrogante General.

¿Cómo influyen las propiedades físico, químicas y energéticas del carozo de aceituna en su viabilidad como biocombustible sólido?

1.2.2 Interrogantes Específicas.

¿Cuál es la influencia de la granulometría en la viabilidad del carozo de aceituna como biocombustible sólido?

¿Cuál es la influencia del tiempo de secado en la viabilidad del carozo de aceituna como biocombustible sólido?

1.3 Justificación

La presente investigación busca plantear una alternativa energética futura basada en la utilización de recursos locales desaprovechados, permitiendo además reducir el contexto contaminante que generan y ampliar los conocimientos con respecto a uno de los ejemplares más relevantes de la flora presente en la Región Moquegua.

Así mismo, dicho planteamiento supondría el mejoramiento de las condiciones paisajísticas del distrito de El Algarrobal puesto que los residuos se encuentran dispuestos en la ruta de ingreso del mismo. Resaltan también las ventajas ambientales y económicas para la empresa generadora, que establecería una producción limpia que permita incluso

la utilización de las cenizas producto de la combustión del carozo como fertilizante para el propio olivo, lo que posteriormente podría replicarse con los pequeños productores del valle estimulando así la economía local.

Por otro lado, aunque tanto los olivos de España como los presentes en el valle del Algarrobal pertenecen a la misma familia, las condiciones climáticas, edafológicas e hídricas afectan la composición del fruto y por lo tanto del residuo a analizar, haciendo necesario un estudio a nivel local.

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

Determinar la viabilidad del carozo de aceituna del valle del Algarrobal, como biocombustible sólido.

1.4.2 Objetivos Específicos.

Establecer la influencia que ejerce la granulometría en la viabilidad del carozo de aceituna como biocombustible sólido.

Establecer la influencia que ejerce el tiempo de secado del carozo de aceituna en la viabilidad del mismo como biocombustible sólido.

1.5 Formulación de Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General.

El carozo de aceituna del valle del Algarrobal debido a sus propiedades físico, químicas y energéticas posee la viabilidad para ser un biocombustible sólido.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

El carozo de aceituna granulado tiene mayor poder calorífico que el mismo en su estado natural.

El carozo de aceituna con mayor tiempo de secado es más eficiente que el carozo fresco.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes del Estudio

La Tesis Doctoral de Mata (2015), "Optimización de metodologías para la caracterización de biocombustibles sólidos procedentes de la industria del olivar" concluyó que los parámetros de humedad, cloro y poder calorífico son necesarios para la eficiente valorización energética del carozo de aceituna, además atribuye a los procesos de limpieza y secado un mejoramiento significativo en el aprovechamiento energético de dicho residuo. Así mismo, esta investigación fue la base para que la Asociación Española de Normalización y Certificación publique la norma oficial sobre las especificaciones de calidad del hueso de aceituna como biocombustible sólido.

Moya y Mateo (2013), en su libro "El olivar y su aceite", describieron las propiedades fisicoquímicas de los residuos olivícolas lo que permite la comparación de sus valores. Además, afirman que el hueso de aceituna es un combustible de excelentes características al presentar una humedad del 15%, bajas emisiones de partículas, condiciones inodoras y poder calorífico de 4 500 kcal/kg.

El Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables de España (2017), resalta la influencia del pretratamiento de limpieza sobre el hueso de aceituna disminuyendo con ello 25% de cenizas, 60% de contenido graso, 20% de azufre y 33% de cloro.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Definición de biomasa y ventajas de su aprovechamiento.

La biomasa es cualquier material biológico excepto los englobados en formaciones geológicas que pasan por un proceso de mineralización. Así mismo, es considerada como biomasa el conjunto de materia orgánica vegetal o animal y los productos de su transformación. Asociación Española de Normalización y Certificación [AENOR] (2015), citado por Míguez (2013, p. 72).

El uso de biomasa residual genera la disminución del volumen de desechos, revaloriza las superficies agrícolas, reduce los costos de suministro energético y puede generar puestos de trabajo (Congreso Nacional de Medio Ambiente [CONAM], 2010, p. 79). También, contribuye a la reducción de emisiones de azufre, partículas, óxidos de carbono, ácido clorhídrico y óxidos de nitrógeno, además disminuye el riesgo de incendios forestales, la aparición de plagas y colabora con el saneamiento de las áreas verdes (Domene, 2014, p. 55).

2.2.2 Definición de biocombustible y tipos.

Los biocombustibles son toda biomasa que transformada física, química o biológicamente produce combustibles. Engloban todos los combustibles generados de

manera directa o indirecta de la biomasa. AENOR (2015), citado por Mata (2015, p. 61).

En cuanto a los tipos de biocombustibles, aquellos considerados de primera generación están compuestos por plantas alimenticias, los de segunda generación por residuos agrícolas y forestales, los de tercera generación por plantas no alimenticias de crecimiento rápido y alta densidad energética y los de cuarta generación producidos a partir del anhídrido carbónico generado por bacterias genéticamente modificadas (Álvarez, 2009, p. 63-65).

2.2.3 Criterios de aprovechamiento sostenible de biomasa.

La biomasa catalogada como sostenible no se descompone con facilidad, está disponible localmente y requiere pretratamientos sencillos y económicos (Saval, 2012, p. 17). Genera un balance energético positivo, no procede de zonas de alto valor ecológico, es compatible con tecnología limpia, permite estimar su biomasa potencial, posee usos alternos tras su aprovechamiento y permite estimar el impacto ambiental que implica su uso y eliminación (International Sustainability & Carbon Certification [ISCC], 2016, p. 9-21).

2.2.4 Generalidades del cultivo del olivo.

Originario de Asia menor el olivo es uno de los cultivos más antiguos a nivel mundial, su introducción al Perú data del año 1560 y se dio con la llegada de los españoles. Desrosier (1991), citado por Mamani (2008, p. 4).

El olivo es un árbol perennifolio que presenta de 4 a 8 metros de altura según su variedad y posee una vida que puede sobrepasar los cientos de años. Posee un tronco retorcido de color verde grisáceo con una copa densa compuesta por hojas de forma lanceolada y apariencia coriácea que impiden la evaporación del agua (Barranco, Fernández, & Rallo, 2017, p. 37).

2.2.4.1 *Clasificación taxonómica del olivo.*

La clasificación taxonómica del olivo es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Oleaceae

Género: Olea

Especie: O. europaea

Sub especie: Olea europaea Sativa. Strasburger (1990), citado por Mamani (2008, p. 5).

2.2.5 Caracterización de la aceituna.

La aceituna es una drupa que presenta una longitud de 1 a 4 cm y entre 0.6 y 2 cm de diámetro, cuyo color depende de su grado de madurez (Barranco, et al., 2017, p. 51). Su composición está dada por las condiciones edafoclimáticas de su cultivo y su variedad. Civantos (2008), citado por Calvo (2013, p. 4).

Posee cuatro componentes estructurales: epicarpio o exocarpio, que es la membrana externa más fina que recubre la aceituna y está ligada al mesocarpio, con un peso de entre 2 a 2.5% del peso total del fruto (Calvo, 2013, p. 4).

Mesocarpio, es el tejido carnoso que representa entre el 70 a 80% del peso del fruto (Barranco, et al., 2017, p. 52), siendo las células que lo conforman contenedoras de aceite en una proporción del 96 a 98%. Loussert & Brousse (1980), citado por Mamani (2008, p. 34).

Endocarpio, hueso o carozo, es la corteza lignocelulósica que protege a la semilla (Saleh, 2014, p. 19). Predomina en el su contenido de celulosa y representa aproximadamente el 15% del peso del fruto (Moya y Mateo, 2013, p. 6).

La aceituna presenta una sola semilla fusiforme de color blanco (Barranco, et al., 2017, p. 51), cuyo peso con respecto al peso total del fruto es de 2.2 a 5.5% (Saleh, 2014, p. 19).

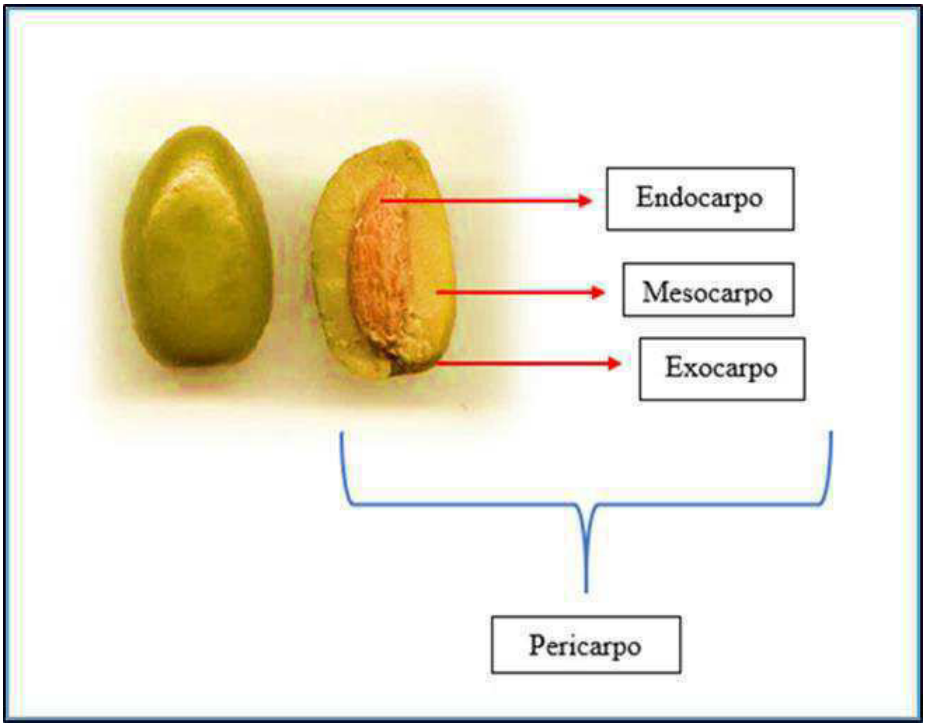


Figura 1. Estructura Interna de la Aceituna.

Fuente: (Aceites Maeva, 2015).

2.2.6 Industria olivícola.

A nivel internacional en la campaña 2016/2017 de aceitunas de mesa, España obtuvo una producción de 596 110 toneladas, siendo la comunidad autónoma de Andalucía la productora de 492 919 toneladas de ese total, lo que equivale al 83% de su

producción nacional (Asociación Española de Exportadores e Industriales de aceitunas de mesa, 2018, párr. 5).

En el Perú, el número de hectáreas destinadas al cultivo del olivo se ha ido incrementando de 5 839 hectáreas en el año 1994 hasta llegar a 21 184.5 hectáreas el año 2017. Por otro lado, los departamentos con mayor superficie agrícola cosechada en relación al olivo son Tacna, Arequipa e Ica (Sistema Integrado de Estadística Agraria [SIEA], 2018).

Tabla 1
Serie Histórica de Producción Nacional de Aceitunas.

Año de producción	Producción de aceitunas (t)
2000	30 026
2001	32 442
2002	32 488
2003	38 039
2004	42 471
2005	54 622
2006	52 298
2007	52 444
2008	114 363
2009	7 170
2010	75 035
2011	73 092
2012	92 527
2013	57 768
2014	151 927
2015	38 427
2016	56 157
2017	80 349
Total	1 081.645

Nota. El año 2014 presenta la mayor producción generando 151 927 toneladas. Al comparar la producción de aceitunas entre España y Perú para la campaña 2017, el Perú produjo 515 761 toneladas menos que España. Fuente: SIEA, 2018.

Por otro lado, en la región Moquegua la superficie cosechada de olivo presenta un incremento pasando de 6 426 hectáreas en el año 2000 a 14 759 hectáreas en el año 2017 (SIEA, 2018).

Tabla 2
Serie Histórica de Producción Regional de Aceitunas.

Año de producción	Producción de aceitunas (t)
2000	608
2001	557
2002	820
2003	1 006
2004	510
2005	471
2006	527
2007	135
2008	1 342
2009	33
2010	533
2011	709
2012	559
2013	389
2014	493
2015	227
2016	86
2017	169
Total	8 566

Nota. El 2008 fue el año con mayor producción regional de aceitunas generando 1 342 toneladas. Fuente: SIEA, 2018.

A nivel local la principal actividad agroindustrial de la provincia de Ilo es la producción de aceitunas y aceite de oliva en el valle del Algarrobal, la cual ocupa el 88.8% del total de la superficie apta para el cultivo y cuyo volumen promedio de producción olivícola es 874 TM/año, a partir de los 122 fundos que lo conforman (Mamani, 2008, p. 1).

La agroindustria Aceitunas de Ilo S.A. ubicada en el valle del Algarrobal posee una planta procesadora que genera aproximadamente 800 toneladas de aceituna de mesa

y 150 000 litros de aceite de oliva anualmente (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2014, p. 89).

Tabla 3
Superficie Olivícola de la Provincia de Ilo.

Distrito	Superficie olivícola (ha)
Ilo	30.36
El Algarrobal	400
Pacocha	48.85
Total	479 21

Nota. La mayor superficie olivícola de la provincia de Ilo le corresponde al distrito de El Algarrobal con 400 hectáreas. Fuente: Municipalidad Provincial de Ilo, 2016.

2.2.7 Biomasa potencial del carozo de aceituna.

A través de la presente investigación se comprobó que a partir de dos kilos de aceituna de la variedad sevillana se obtienen 300 gramos de carozo. Por otro lado, para producir un litro de aceite de oliva hacen falta aproximadamente cinco kilos de aceituna, entonces, siendo que la empresa Aceitunas de Ilo S.A. produce 150 000 litros de aceite de oliva al año, hacen falta 750 000 kilos de aceituna para generarlos. Basados en los datos anteriores se puede decir que la empresa genera 112 500 kilos de carozo anualmente. Agricultores del valle del Algarrobal (comunicación personal, 2017).

2.2.8 Residuos de la industria olivícola.

Los residuos líquidos o alpechines, comprenden el agua de aceituna, agua de lavado y procesado que contiene restos de pulpa suspendidos y cantidades mínimas de aceite, que al ser vertidos en ríos y suelos generan una película fitotóxica por el elevado aporte de materia orgánica que contienen. Así mismo, el alperujo está compuesto por alpechines y orujo y presenta una humedad superior al 60% (Calvo, 2013, p. 24).

En cuanto a los residuos sólidos, el orujo está compuesto por carozo, pulpa y tegumento de aceituna, presentando entre 25 a 40% de humedad y entre 3 a 7% de contenido graso. El carozo o hueso de aceituna fresco presenta alrededor de 18% de humedad y un poder calorífico promedio de 5 300 kcal/kg (Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia, 2000, p. 102). Mientras que el orujillo es el subproducto de la extracción del aceite de orujo, el cual presenta entre 9 a 12% de humedad y un poder calorífico de 4 100 kcal/kg (Junta de Andalucía, 2010, p. 17).

2.2.9 Carozo de aceituna.

El carozo o hueso de aceituna, es un residuo sólido generado tanto en la producción de aceituna de aderezo como en la elaboración de aceite de oliva. Presenta una composición estructural aproximada de 24.8% de celulosa, 34.2% de hemicelulosa

y 41% de lignina. Además, está formado por células esclerificadas que le dan su consistencia dura (Driss, 2010, p. 67).

En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas el carozo presenta en base seca, 15% de humedad, 1% de cenizas, 0.6% de contenido graso, 0.03% de azufre, 0.15% de contenido de cloro y una vida útil de 50 años; Su porcentaje de aceite residual es de entre 0.1 a 0.6%, lo que hace que su extracción no sea rentable (Pascual, Fernández, Uguina, & Rodero, 2013, p. 48). Además, presenta porcentajes bajos de emisiones de partículas, condiciones inodoras durante su aprovechamiento y una proporción de 190 kg de carozo por cada 1 000 kg de aceituna (Agencia Andaluza de la Energía, 2016, p. 7).

2.2.9.1 ***Aprovechamiento del carozo de aceituna.***

En España el carozo de aceituna se ha usado tradicionalmente como combustible de calderas de la industria del olivar para generar calefacción y electricidad, mientras que en la actualidad es usado para generar calefacción y agua caliente en centros urbanos y electricidad a nivel industrial (Agencia Andaluza de la Energía, 2016, p. 7).

Algunas de las instalaciones españolas donde se emplea el carozo de aceituna como biocombustible sólido son un edificio multifamiliar en Madrid donde se sustituyo una caldera de carbón por una de hueso de aceituna para generar calefacción y agua caliente, además de calderas de hueso de aceituna para dos colegios públicos en Jaén, con

el mismo propósito (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE], 2007, p. 62-69).

2.2.9.2 ***Pretratamientos del carozo de aceituna.***

Con la finalidad de mejorar las características del carozo de aceituna como combustible este es sometido a tratamientos previos como el secado natural que aprovecha las condiciones ambientales para deshidratar la biomasa (Ortiz, Tejada, & Vázquez, 2003, p. 18-19). Este proceso permite reducir la humedad del carozo hasta un 12% (La Cal, 2013, p. 98).

Por su parte, la limpieza del carozo consiste en separar en seco el hueso de aceituna de los restos de materia orgánica del orujo para obtener un combustible menos corrosivo, más eficiente y que genere menos emisiones contaminantes (Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables, 2017).

Y por último, se encuentra la reducción granulométrica que tiene como objetivo aumentar la porosidad de las partículas incrementando la superficie reactiva de la biomasa, misma que debe aplicarse sin que signifique gastos energéticos desproporcionados (Saleh, 2014, p. 33).

2.2.10 Marco legal.

- Decreto Legislativo N° 1278: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que deroga la Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314 del año 2000. (Diario Oficial El Peruano, 24 de abril del 2017).
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM: Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Diario Oficial El Peruano, 22 de diciembre del 2017).
- Ley N° 28054: Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles (Diario Oficial El Peruano, 7 de agosto del 2005).
- Decreto Supremo N° 024–2011–EM: Reglamento para la comercialización de biocombustibles, que modifica el artículo N° 8 del Decreto Supremo N° 021-2007-EM (Diario Oficial El Peruano, 13 de mayo del 2011).

2.2.11 Estándares normativos del carozo de aceituna como biocombustible.

La Ley peruana de promoción del mercado de biocombustibles Ley N° 28054, establece las normas de calidad que deben cumplir los productores, comercializadores y distribuidores de biocombustibles líquidos más no contempla el aprovechamiento de biocombustibles sólidos, razón por la cual se consideró el referente legal español, siendo que dicho país es el precursor del uso del carozo de aceituna como biocombustible sólido.

La Asociación Española de Normalización y Certificación, considera los parámetros que a continuación se describen para la estandarización del carozo de aceituna como biocombustible sólido a través de la norma UNE-164003:2014 (AENOR, 2014).

Los valores correspondientes a dicha norma se exponen en el anexo N° 5 de la presente investigación.

2.2.12 Contenido de humedad (UNE-164003:2014).

El contenido de humedad representa la cantidad total de agua comprendida en una masa. Un alto porcentaje de humedad disminuye el poder calorífico y la capacidad de ignición del combustible. En la biomasa se presentan dos tipos de humedad: la humedad superficial que es eliminada por el secado natural y la humedad inherente que suele ser determinada por el método de la estufa. Sebastián (2010), citado por Baltazar (2016, p. 8).

El contenido de humedad en la biomasa debe ser aproximadamente 15% para evitar el desvío energético en la evaporación del agua contenida (Carmona, 2015, p. 18). A mayor porcentaje de humedad mayores requerimientos de oxígeno, lo que produce más gases y hollines y en consecuencia menor rendimiento y mayor consumo de biomasa (La Cal, 2013, p. 267).

Altos valores de humedad influyen negativamente en la molienda de la biomasa, sin embargo valores excesivamente bajos generan polvo (Palacios, 2016, p. 51). Por último, un alto porcentaje de humedad ocasiona condensados en las chimeneas (Mata, 2015, p. 97).

2.2.13 Tamaño de partículas para combustibles sin comprimir (UNE-164003:2014).

El tamaño de partículas afecta el transporte de la biomasa, el proceso de secado y la posible formación de polvo (Baltazar, 2016, p. 9).

La reducción granulométrica incrementa la velocidad de reacción del combustible al aumentar la relación superficie/volumen, sin embargo las partículas menores producen un aumento de cenizas volátiles con tamaños menores disminuyendo la eficiencia de los equipos de limpieza (Vicente, 2017, p. 49). En cambio, las partículas muy grandes ocasionan inquemados que impiden la combustión completa (Subero, 2010, p. 24).

2.2.14 Contenido total de azufre (UNE-164003:2014).

Las concentraciones de azufre en la biomasa suelen ser mínimas entre 0.1 y 0.5%, las cuales son inferiores a los valores presentados por el carbón (2.32%), lo que significa que la sustitución o co-combustión son beneficiosas pues se reduce el contenido de azufre en el combustible final (Fernández, Gutierrez, Del Rio, San Miguel, Bahillo, Sanchez, Ballesteros, Vazquez, Rodriguez & Aracil, 2015, p. 150).

La combustión de biomasa que contiene azufre genera anhídrido sulfuroso que al absorber oxígeno se convierte en anhídrido sulfúrico y este último al entrar en contacto con la humedad de los gases de combustión produce ácido sulfúrico (Abarca, 2006, p. 7).

2.2.15 Contenido total de cloro (UNE-164003:2014).

El cloro contenido en la biomasa aún en temperaturas bajas reacciona con el oxígeno y el hierro de la caldera para formar cloruro ferroso, sustancia corrosiva para materiales ferrosos (Melissari, 2012, p. 78).

2.2.16 Contenido de cenizas (UNE-164003:2014).

Las cenizas son consideradas el material sólido no combustible presente en un kilogramo de biomasa que se forman tras la incineración de la misma (Fernández, 2010, p. 20). Aparecen cuando la biomasa presenta altos contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo. Por otro lado, la combustión de 100 kilogramos de biomasa produce un kilogramo de ceniza que puede ser usada como fertilizante (De Lucas, Del Peso, Rodríguez & Prieto, 2012, p. 30).

La biomasa herbácea compuesta por fibras muertas como el carozo de aceituna, genera biocombustibles con bajos porcentajes de minerales por lo tanto bajo contenido de cenizas. Fernández (2006), citado por Baltazar (2016, p. 9). Determinar la composición de las cenizas permite prever la posible formación de depósitos, corrosión, erosión y abrasión, mientras que su reutilización minimiza los impactos al ambiente reponiendo nutrientes como potasio y fósforo (Melissari, 2012, p. 69).

Un alto porcentaje de cenizas conlleva a una mayor frecuencia de mantenimiento de los equipos de conversión, reduce el poder calorífico y el rendimiento térmico de la

caldera pues absorben calor e interfieren en el contacto combustible - comburente (Mata, 2015, p. 98).

2.2.17 Determinación del Poder Calorífico (UNE-164003:2014).

El poder calorífico es la cantidad total de calor que produce la combustión de un kilogramo de biomasa. Teniendo en cuenta que un kilogramo de biomasa aporta aproximadamente 3 500 kilocalorías mientras que un litro de gasolina genera 10 000 kilocalorías es válido decir que tres kilogramos de biomasa equivalen energéticamente a un litro de gasolina (Mezu, 2012, p. 33).

Este parámetro presenta dos valores: Poder Calorífico Superior que es el calor producido durante la combustión cuando el agua está condensada y el Poder Calorífico Inferior que es el producido cuando el agua está evaporada, siendo esta la fracción energética más relevante para el aprovechamiento de la biomasa (Fernández, 2010, p. 21).

El carozo de aceituna presenta un Poder Calorífico Superior de 4 800 kcal/kg y un Poder Calorífico Inferior de 4 500 kcal/kg (Moya y Mateo, 2013, p. 5).

2.2.18 Contenido de materia grasa (UNE-164003:2014).

La grasa contenida en la biomasa produce inconvenientes en el proceso de combustión y en sus posteriores emisiones. En el caso específico del carozo de aceituna, su contenido graso está relacionado con el porcentaje de pulpa que presente (Mata, 2015, p. 107).

2.2.19 Contenido de carbohidratos (parámetro propuesto).

Los carbohidratos son compuestos orgánicos constituidos por carbono, oxígeno e hidrógeno, cuya formación natural en el reino vegetal ocurre durante el proceso de la fotosíntesis, dando como resultado la glucosa que es la forma más sencilla de los carbohidratos. Son capaces de aportar aproximadamente cuatro kilocalorías por gramo (Vázquez, de Cos, & López, 2005, p. 8). Además, son una de las cuatro principales biomoléculas que existen y tanto en su forma simple como compleja son la principal fuente de energía metabólica de los organismos vegetales (Bailey & Bailey, 1999, p. 96).

2.2.20 Contenido de fibra (parámetro propuesto).

La fibra constituye la parte estructural de los vegetales y está compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina, los cuales se forman a partir de azúcares simples y son aportantes de energía al romper sus enlaces (Carmona, 2015, p. 16).

2.2.21 Contenido de proteína (parámetro propuesto).

Las proteínas son sustancias orgánicas complejas presentes en células animales y vegetales que poseen funciones estructurales, funcionales y energéticas. La biomasa con altos porcentajes de proteína cumple una mejor función alimenticia que energética, sumado a ello el nitrógeno presente en las proteínas puede producir óxidos de nitrógeno (Fernández, et al., 2015, p. 20).

2.3 Definición de términos

2.3.1 Carozo.

Hueso de melocotón y otros frutos. Capa interna y leñosa de las tres que forman el pericarpio de los frutos (Real Academia Española, 2018).

Es uno de los componentes sólidos del orujo procedentes de la almazara extraído mecánicamente y cuya combustión es considerada eficiente energéticamente, de bajo impacto ambiental y bajo coste (Molina, 2013, p. 65).

2.3.2 Contaminación atmosférica por fermentación.

La materia orgánica en proceso de fermentación puede emitir gases compuestos por ácido sulfhídrico (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007).

2.3.3 Dióxido de carbono.

Gas inodoro e incoloro formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno que forma parte de la naturaleza siendo este necesario para regular la temperatura de la tierra y realizar la fotosíntesis (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2018).

Se origina como resultado de diferentes procesos como la combustión, fermentación de azúcares y la descomposición de carbonatos por acción de ácidos o altas temperaturas (Kramer, 2003, p. 72).

2.3.4 Excesiva mineralización del suelo.

El exceso de nutrientes en el suelo origina escaso desarrollo de raíces, retraso en la maduración del fruto y afecta la calidad del mismo (EcuRed, 2018).

2.3.5 Plaga.

Aparición masiva y repentina de organismos de la misma especie que causan daños a poblaciones animales o vegetales en cualquiera de sus etapas de desarrollo (Palomino, 2004, p. 56).

2.3.6 Subproducto.

Es aquel obtenido además del producto principal al que se le puede dar una segunda utilidad tras una valoración económica y funcional dependiendo del proceso productivo (Rodríguez, 2018).

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

Se empleó el tipo de investigación experimental, debido a que permite la manipulación de variables en condiciones controladas (Gómez, 2006, p. 87).

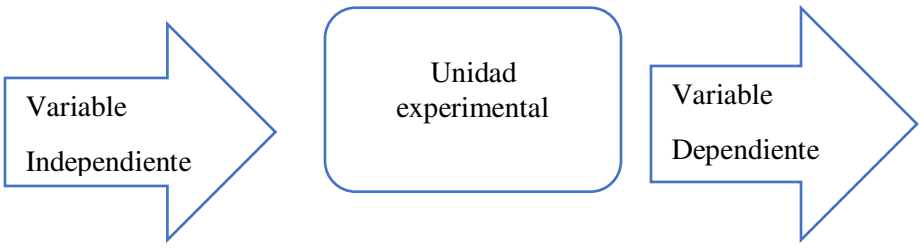
3.2 Diseño de Investigación

Se empleo el diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 3 x 3 con 2 repeticiones haciendo un total de 18 unidades experimentales sometidas a dos criterios principales: longitud de partícula o granulometría y el tiempo de secado, ambos criterios planteados como determinantes o influyentes en el contenido de energía o rendimiento energético del carozo.

3.3 Modelo estadístico lineal

Modelo matemático empleado para el diseño de dos factores-tratamiento con interacción y replica:

Figura 2. Esquema del Modelo.



Para cada *i = 1,...,I, j = 1,...,J, k = 1,...,K se tiene el siguiente modelo:*

Factor A: τ_i
Tiempo de secado
Factor B: β_j

→ Eficiencia energética Y_{ij}

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \qquad i = 1,...,p \quad j = 1,...,q \quad k = 1,...,r$$

Donde:

- Y_{ij} : es el valor o rendimiento observado en el i-ésimo factor A y, jésimo factor B.
- μ*:* es el efecto de la media general
- τ_i : es el efecto del i-ésimo factora A : Tiempo de secado
- β_j : es el efecto del j-ésimo factor B: Longitud del carozo

e_{ij} : es el efecto del error experimental en el i-ésimo factor A, j-ésimo factor B.

3.4 Análisis estadístico

Para la validación estadística se empleó el análisis de varianza ANOVA para dos factores con un intervalo de confianza del 95%.

El objetivo del análisis es el contraste de la hipótesis nula:

i) $H_{0A} \equiv \tau_1 = \cdots = \tau_a = 0$. Es decir, considerando la presencia de las interacciones con el factor B, contrastar si los efectos de los niveles del factor A son nulos.

El estadístico de contraste es:

$$F_A = \frac{(SCA)/(a-1)}{SCR/(ab(r-1))} = \frac{CMA}{CMR} \sim_{H_{0A}} F_{(a-1),ab(r-1)}$$

Se rechaza H_{0A} al nivel α si $F_{\alpha(exp)} > F_{(a-1),ab(r-1)}$

ii) $H_{0B} \equiv \tau_1 = \cdots = \tau_b = 0$. Es decir, considerando la presencia de las interacciones con el factor A, contrastar si los efectos de los niveles del factor B son nulos.

El estadístico de contraste es:

$$F_A = \frac{(SCB)/(b-1)}{SCR/(ab(r-1))} = \frac{CMB}{CMR} \sim_{H_{0B}} F_{(b-1),ab(r-1)}$$

Se rechaza H_{0B} al nivel α si $F_{\alpha(exp)} > F_{(b-1),ab(r-1)}$

iii) $H_{0(AB)} = (\tau\beta)_{ij} = 0$. para todo i, j. Es decir, contrastar si los efectos de las interacciones entre los factores A y B son nulos. El estadístico de contraste es:

$$F_A = \frac{(SC(AB)/(a-1)(b-1)}{SCR/(ab(r-1))} = \frac{CM(AB)}{CMR} \sim H_{0(AB)} \quad F_{(a-1)(b-1),ab(r-1)}$$

Se rechaza $H_{0(AB)}$ al nivel α si $F_{\alpha(exp)} > F_{(a-1)(b-1),ab(r-1)}$.

Tabla 4
Análisis de Varianza para el Modelo Bifactorial con Replica.

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	Fexp
Factor A	SCA	a − 1	CMA	CMA/CMR
Factor B	SCB	b − 1	CMB	CMB/CMR
Interacción	SC(AB)	(a − 1)(b − 1)	CM(AB)	CM(AB)/CMR
Residual	SCR	ab(r − 1)	CMR	
TOTAL	SCT	abr − 1	CMT	

Nota. Factores y valores del Análisis de Varianza.

Dado que el análisis de varianza indicó que al menos una de las medias es diferente de las otras, se procede a realizar las pruebas Post Hoc. Por ello se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa restringida de Fisher (LSD restringida) con un alfa de 0.05, que según Fallas (2012, p. 16) es la mejor opción para realizar un análisis exploratorio de las diferencias entre tratamientos, pudiendose emplear en diseños no balanceados y con desigualdad de varianzas y cuando su error tipo I es conocido y constante.

El estadístico de prueba es el siguiente:

Diferencia: $a = |(y_1 - y_2)| / (2*S^2_p / r)0.5$ = diferencia/error estándar de las diferencias ……(1).

En donde:

y_1 : media 1; y_2 : media 2

r: número de unidades experimentales que recibe el tratamiento

S2p: Varianza ponderada de las dos medias

$S2p = [(r_1 - 1)*S_{21} + (r_2 - 1)*S_2] /(r_1 + r_2) - 2$ ……(2)

El valor absoluto de la expresión (1) se compara con el valor de "t" crítico que le corresponde y se aceptan como significativas todas las diferencias superiores a dicho valor (t α/2, gl).

3.5 Nivel de Investigación

El nivel de investigación aplicado fue explicativo, debido a que el propósito era evaluar el efecto que tienen el tiempo de secado y la granulometría en la eficiencia energética del carozo de aceituna. García (2006, p. 32) sostiene que este nivel de investigación busca explicar el comportamiento de una variable en función de otra, mediante el establecimiento de relaciones entre las mismas.

3.6 Operacionalización de variables

3.6.1 Variables Independientes.

- Longitud de partícula del carozo de aceituna.
- Tiempo de secado del carozo de aceituna.

Indicadores:

- Tamaño de partícula del carozo de aceituna.
- Porcentaje de humedad del carozo de aceituna.

3.6.2 Variable Dependiente.

- Rendimiento energético del carozo de aceituna.

Indicadores:

- Poder calorífico inferior (Kcal/Kg).

Tabla 5
Operacionalización de Variables.

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida	Indicador	Categoría	Índice	Valor
Longitud de partícula	Independiente	Cuantitativa	Tamaño de partícula	Variable continua	Centímetros	0.5-1-2 cm
Tiempo de secado	Independiente	Cuantitativa	Porcentaje de humedad	Variable discreta	Porcentaje	7-15-30 días
Rendimiento energético	Dependiente	Cuantitativa	Poder calorífico inferior	Variable continua	Kcal/Kg	-

Nota. Kilocaloría por kilogramo: kcal/kg.

3.7 Población y Muestra

3.7.1 Población.

La población está constituida por 112 500 kilos de carozo de aceituna a partir de la producción de aceituna de la empresa olivícola “Aceitunas de Ilo S.A.”

3.7.2 Muestra.

El tipo de muestreo corresponde al no probabilístico por conveniencia según criterio del investigador. Para tal caso se trabajó con un tamaño de muestra de 2 kilos 520 gramos de carozo de aceituna de la variedad Sevillana, tomando como criterios los costos de los análisis solicitados y los requerimientos muestrales del laboratorio puesto que no se requieren mayores cantidades de muestra para los análisis planteados.

3.8 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.8.1 Factores en estudio.

Los análisis contemplados por la Asociación Española de Normalización y Certificación a través de la norma UNE 164003:2014-Huesos de aceituna son: Contenido de cenizas, contenido de energía, contenido de cloruros en cenizas, contenido de humedad, contenido de sulfatos en cenizas y contenido de materia grasa.

Adicionalmente la presente investigación planteó la determinación del contenido de carbohidratos, contenido de fibra y contenido de proteínas, haciendo un total de nueve parámetros a analizar.

3.8.2 Disposición de muestras por códigos.

Para relacionar cada uno de los parámetros planteados se determinó la siguiente tabla de muestras por códigos.

Tabla 6
Combinación de Factores Propuestos.

Tiempo de secado	Longitud	Código	Tratamiento
T1 (30 días)	D1 (2 cm)	T1D1	1
T1 (30 días)	D2 (1 cm)	T1D2	2
T1 (30 días)	D3 (0.5 cm)	T1D3	3
T2 (15 días)	D1 (2 cm)	T2D1	1
T2 (15 días)	D2 (1 cm)	T2D2	2
T2 (15 días)	D3 (0.5 cm)	T2D3	3
T3 (7 días)	D1 (2 cm)	T3D1	1
T3 (7 días)	D2 (1 cm)	T3D2	2
T3 (7 días)	D3 (0.5 cm)	T3D3	3

Nota. El código "T" se refiere al tiempo de secado de la muestra, mientras que el código "D" hace referencia al diámetro de partícula.

3.8.3 Ubicación del punto de muestreo.

Se seleccionó la empresa olivícola "Aceitunas de Ilo S.A." como punto de muestreo por ser la mayor empresa productora en funcionamiento en el valle del Algarrobal, además la disposición de sus residuos fue lo que originó la problemática descrita en la presente investigación.

La empresa olivícola “Aceitunas de Ilo S.A.”, se encuentra ubicada en el kilometro 5.5 de la carretera hacia el valle del Algarrobal, a una distancia de 370 metros del ingreso al distrito El Algarrobal, Provincia de Ilo, Región Moquegua. Se hace referencia a la ubicación del lugar de muestreo en el anexo 7.

Tabla 7
Ubicación Geográfica del Punto de Muestreo.

Sector	Coordenadas Geográficas (WGS – 84)		
Empresa	Longitud (Oeste)	Latitud (Sur)	Altitud
	71°16´27.08´´O	17°37´31.55´´S	111 m.s.n.m.

Nota. Fuente: Google Earth, 2018.

3.8.4 Recolección de muestras.

El carozo de aceituna se recolectó de las inmediaciones de la planta agroindustrial “Aceitunas de Ilo S.A.”, a través del muestreo no probabilístico por conveniencia. Dicho muestreo se basa en los criterios de selección del autor y considera la muestra disponible en el período de la investigación (Abascal y Grande, 2005, p. 69).

3.8.5 Pretratamientos del carozo de aceituna.

A partir de la norma europea UNE-164003-2014 se consideraron tres tratamientos previos al análisis del carozo de aceituna. El pretratamiento de limpieza tiene como finalidad remover impurezas como grasa o restos de pulpa que se depositan

en los surcos externos del carozo, este se llevó a cabo con paños de tela ya que debe realizarse en seco para no afectar los valores de humedad.

Para el secado natural al sol se dividió el total del carozo recolectado en pequeñas porciones para una mejor ventilación que evite la formación de microorganismos, además se cubrió las muestras con una tela delgada para que las muestras no absorban humedad del ambiente o se contaminen. Por último, se redujo el tamaño de partícula del carozo con un molino de granos de mano al que se fue graduando mecánicamente para alcanzar las dimensiones requeridas de 2, 1 y 0.5 centímetros, los cuales se midieron con una regla graduada.

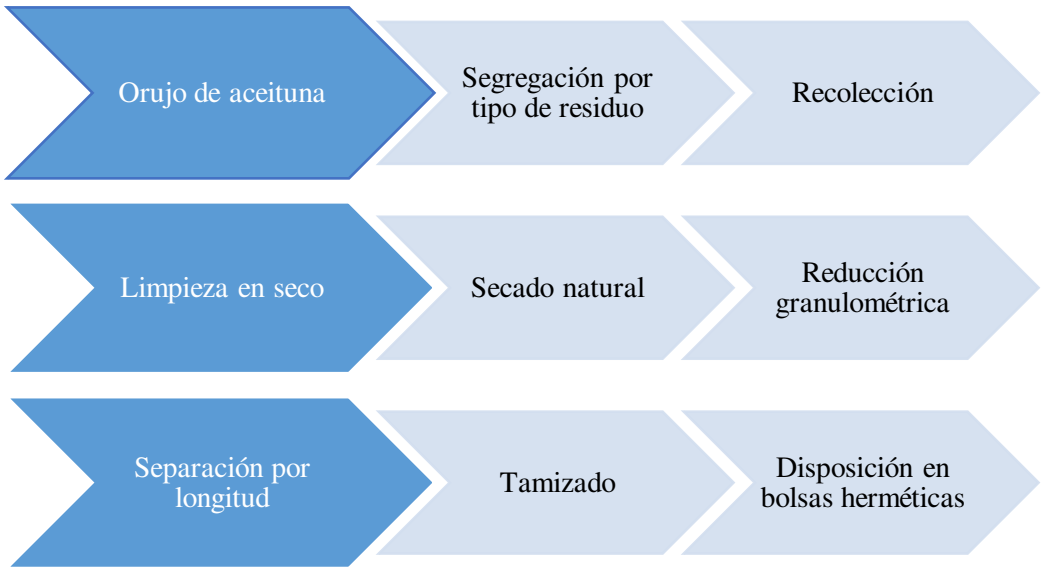


Figura 3. Metodología de obtención y preparación de muestras.

- Materiales empleados:

- Guantes de plástico
- Pala de metal
- Bolsas Ziploc
- Paños de tela
- Tela (gasa)
- Malla de 0.3 x 0.3 cm
- Balde de 10 L
- Regla de metal graduada

- Equipos:

- Cámara fotográfica
- Balanza de mano (10 k)
- Molino mecánico de acero inoxidable

3.8.6 Entrega de muestras.

Previamente a la entrega de muestras al laboratorio se realizó un tamizado en malla de 0.3 cm de apertura para evitar que las impurezas alteren el contenido de la muestra, posteriormente se colocaron en bolsas individuales con cierre hermético en favor de la conservación de sus propiedades.

3.8.7 Validación y confiabilidad de los instrumentos.

El laboratorio profesional encargado de realizar los análisis planteados fue BHIOS laboratorios, ubicado en la ciudad de Arequipa el cual cuenta con la acreditación del sistema de gestión de calidad de acuerdo con la ISO/IEC 17025, según fuente: http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/organismos-acreditados-por-region

Así mismo, los métodos de análisis empleados por el laboratorio certificado BHIOS Laboratorio, son los siguientes:

Tabla 8
Métodos de Análisis Empleados.

Parámetro	Método de análisis
Carbohidratos	Por diferencia. Ministerio de salud. Journal of Food Composition and Analysis.
Cenizas	Método gravimétrico. Análisis químico internacional de alimentos.
Cloruros	Método volumétrico (Mohr). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC).
Energía	Cálculo. Análisis químico internacional de alimentos.
Fibra cruda	Método de digestión ácida y básica. Análisis químico internacional de alimentos.
Grasa	Método Soxhlet. Análisis químico internacional de alimentos.
Humedad	Método gravimétrico. Análisis químico internacional de alimentos.
Proteína	Método Kjeldahl. Análisis químico internacional de alimentos.
Sulfatos	Determinación de sulfatos en sal. BHIOS-FQ-044.

Nota. Fuente: BHIOS Laboratorios, 2018.

3.8.8 Métodos y técnicas para la presentación y análisis de datos.

Para la tabulación de datos se contó con el soporte del paquete estadístico MINITAB 18 y el programa Excel. La base de datos fue creada en el MINITAB 18 a partir de la información recopilada, desarrollando los procedimientos de análisis requeridos para luego ser exportados a Word para su descripción y análisis respectivo.

Capítulo IV: Presentación de Resultados

4.1 Resultados

4.1.1 Validación del modelo seleccionado para los análisis estadísticos.

La validez de los resultados obtenidos en cualquier análisis de varianza queda supeditada a que los supuestos del modelo se cumplan. Estos supuestos del modelo de ANOVA son: normalidad, varianza constante (o varianza de los tratamientos) e independencia. Esto es, que la respuesta (Y) debe provenir de una distribución normal, con la misma varianza en cada tratamiento y las mediciones deben ser independientes.

4.1.2 Prueba de normalidad de los residuos.

Sirve para verificar visualmente si los datos siguen o no una distribución específica. Se dice que existe normalidad en los datos cuando al ser graficados se presente una línea recta; si los puntos no se alinean claramente se puede concluir que no se cumple con el supuesto de normalidad (Aguirre, 1994, p. 539 - 540).

Para validar la normalidad de los residuos se estableció el estadístico de prueba de Anderson –Darling, con un nivel de significancia del 95% (α=0.05) se obtuvo un valor de AD=0.718 y P>0.050 por lo que se concluye que los errores tienen una distribución normal cumpliendo entonces el supuesto (Figura 4).

Para ello se tiene la siguiente hipótesis:

H_0=Los errores tiene distribución normal.

H_1=Los errores no tienen una distribución normal.

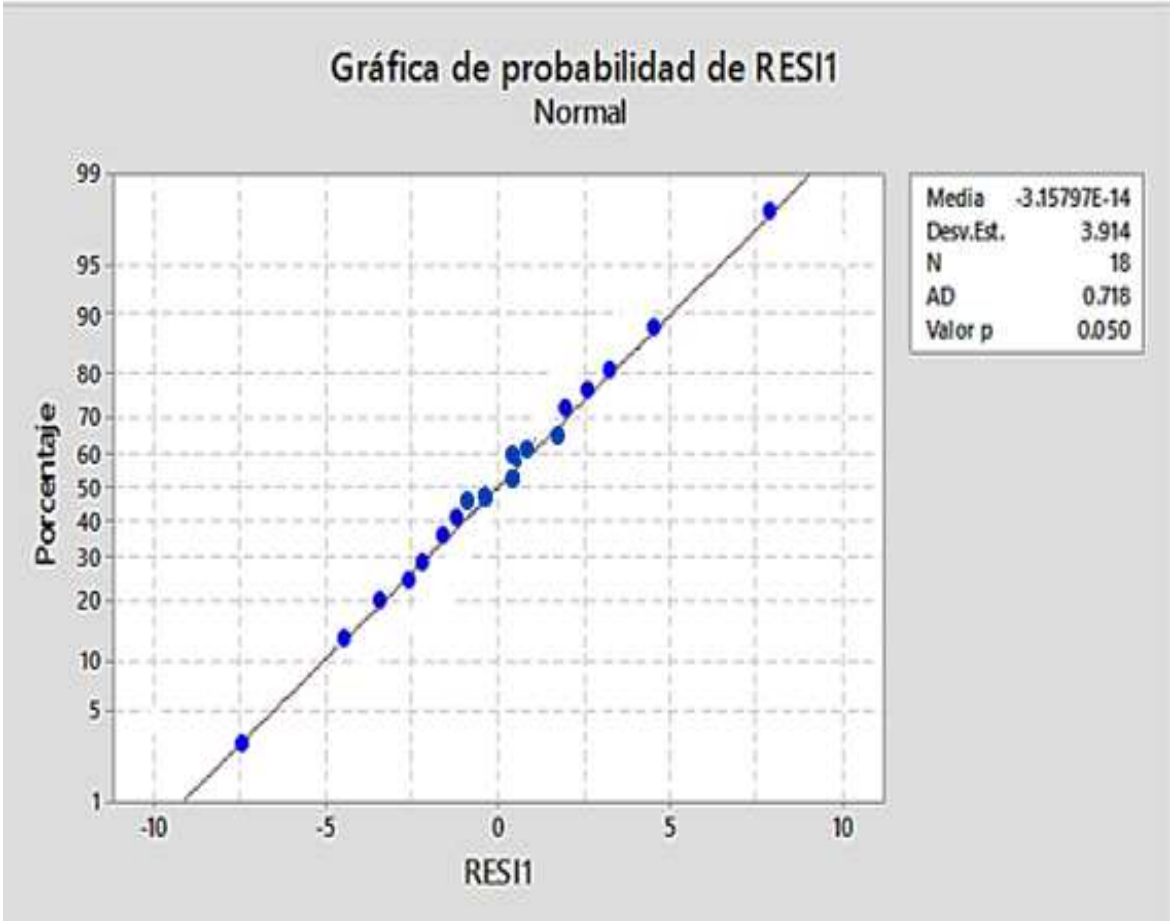


Figura 4. Gráfica de normalidad de los residuos a un nivel de confianza del 95%.

4.1.3 Prueba de homogeneidad de varianzas.

Antes de comprobar si existen diferencias entre las medias de varias muestras se debe determinar si las varianzas en las mismas son iguales, cumpliendo así la condición de homogeneidad u homocedasticidad de varianzas (Mongay, 2005, p. 130).

La prueba de homogeneidad de varianzas permite establecer la siguiente hipótesis:

H_0=Las varianzas son iguales (homogéneas).

H_1=Al menos una varianza es diferente.

Aplicando el estadístico de Bartlett con un nivel de significancia del 95% (α=0.05) se obtuvo un valor de Bartlett =11.5 y P>0.050 por lo que se aceptó la hipótesis nula de que las varianzas son homogéneas, cumpliendose así el supuesto. (Tabla 9 y Figura 5).

Tabla 9
Prueba de Homogeneidad de Varianzas.

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	11.50	0.175

Nota. Se utilizó la prueba de Bartlett.

Ello se corrobora en la siguiente figura:

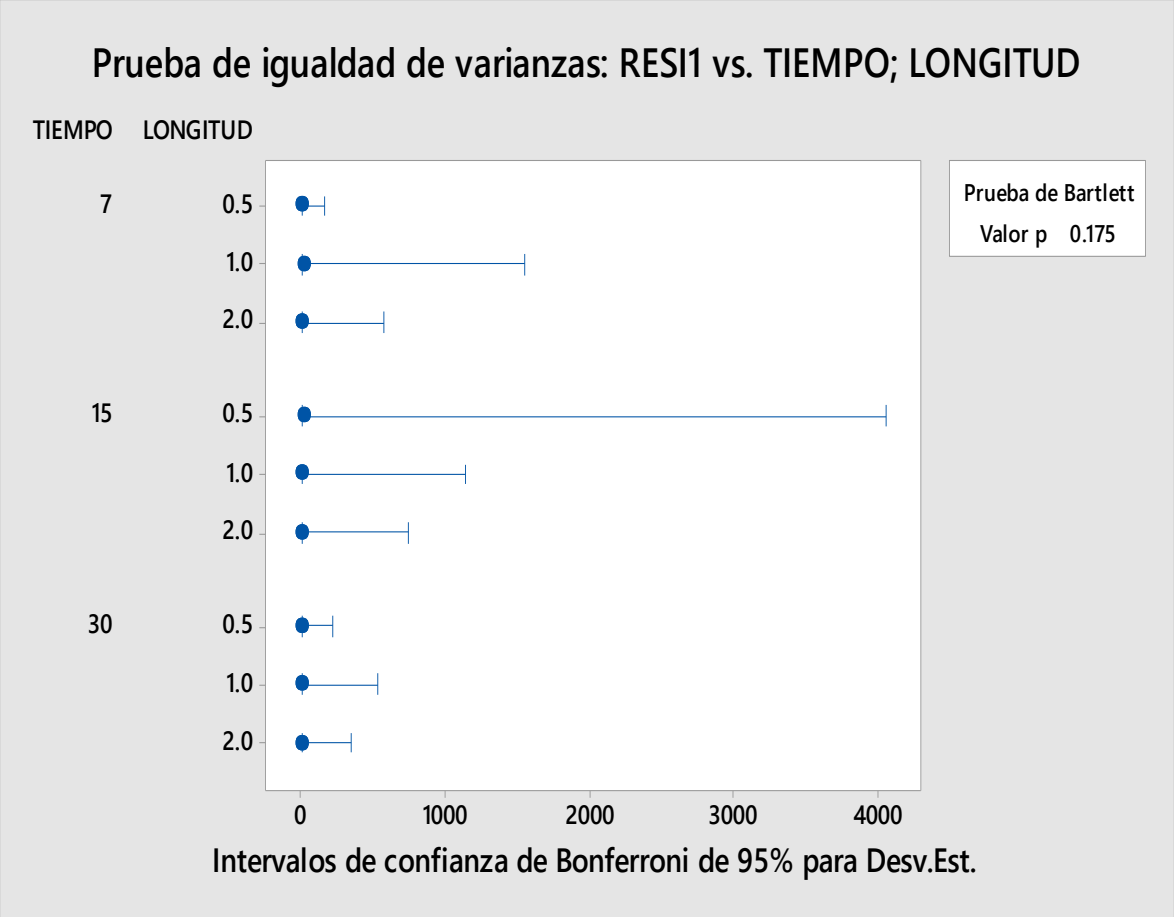


Figura 5. Análisis de varianza de residuos a un nivel de confianza del 95%.

4.1.4 Prueba de independencia.

Uno de los supuestos que se planteo sobre los residuos es que éstos son independientes. Así, si al graficar en el eje horizontal el tiempo (orden de corrida) y en el eje vertical los residuos se detectó una tendencia o patrón no aleatorio claramente definido, lo que es evidencia de que existe una correlación entre los errores y por lo tanto el supuesto de independencia se cumple.

En la figura 6, se observa que el comportamiento de los puntos es aleatorio dentro de una banda horizontal, por lo tanto se cumple el supuesto de independencia.

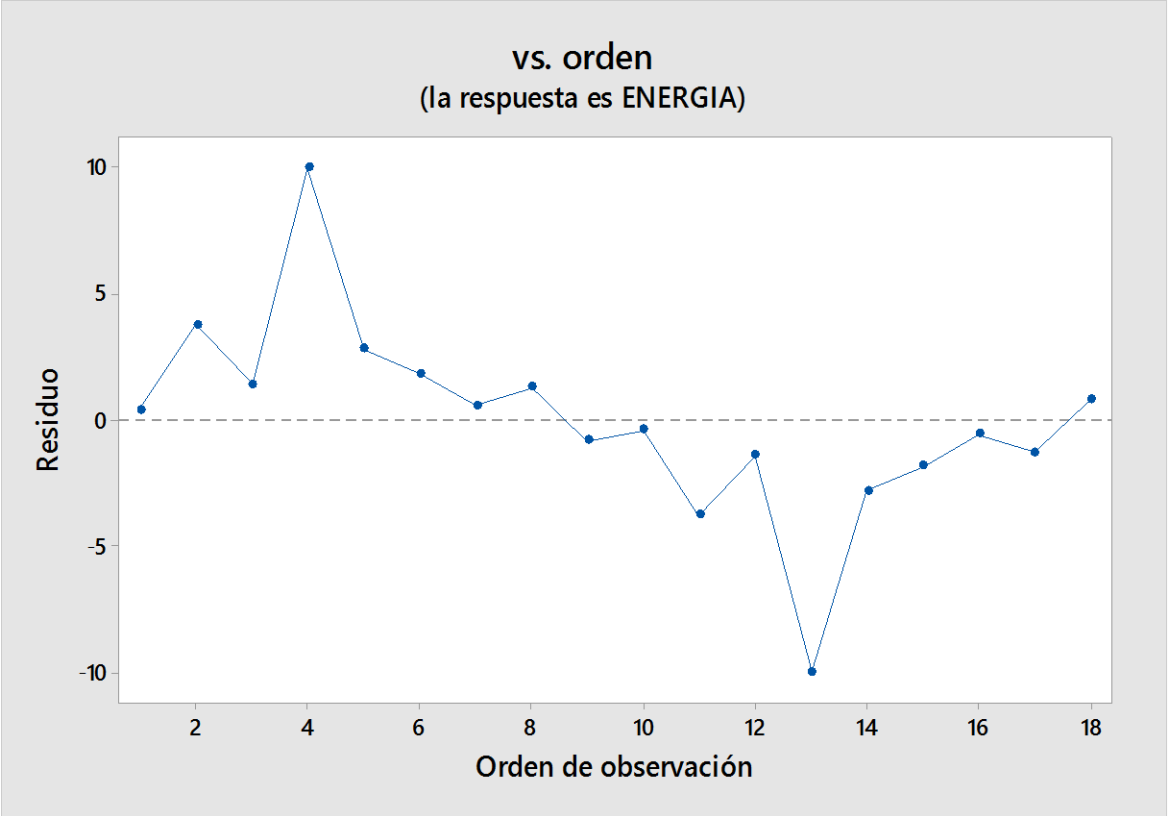


Figura 6. Cumplimiento del supuesto de independencia.

Se concluyó que el análisis de varianza aplicado cumple con los supuestos de normalidad, igualdad de varianza e independencia.

Una vez analizado el modelo estadístico se procedió a resolver las siguientes preguntas ¿Existe diferencia en el rendimiento energético del carozo de aceituna en función a la combinación de los factores de tiempo y longitud?, ¿Se ve afectado el rendimiento energético del carozo de aceituna al emplear diferentes tiempos de secado?, ¿Se ve afectado el rendimiento energético del carozo de aceituna al emplear diferentes longitudes de partícula de carozo?

4.1.5 Combinación de los factores tiempo de secado y longitud del carozo.

En esta primera etapa se buscó responder la siguiente interrogante ¿Existe diferencia en el rendimiento energético del carozo de aceituna en función a la combinación de los factores de tiempo y longitud?, se plantea la siguiente hipótesis.

H_0=No hay interacción entre los factores de tiempo de secado y longitud del carozo de aceituna que influya en el rendimiento energético.

H_1=Existe interacción entre los factores de tiempo de secado y longitud del carozo de aceituna que influya en el rendimiento energético.

Tabla 10
Análisis de Varianza para los Factores de Tiempo y Longitud.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo	2	430.5	215.27	7.44	0.012
Longitud	2	564.1	282.06	9.75	0.006
Tiempo*Longitud [a]	4	241.0	60.25	2.08	0.166
Error	9	260.4	28.93		
Total	17	1496.0			

Nota. Resultados del Análisis de Varianza para la combinación de los factores de tiempo de secado y longitud.

[a] Se obtiene un p valor de 0.166.

Aplicando el análisis de varianza con un nivel de significancia del 95% (α=0.05) se obtuvo un valor de F=2.08 y P=0.166 (P>0.05) por lo que se aceptó la hipótesis nula. Se concluyó que a un nivel de confianza del 95% no hay interacción entre los factores de tiempo de secado y longitud del carozo de aceituna que influya en el rendimiento energético (Tabla 10).

4.1.6 Factor tiempo de secado frente al rendimiento energético.

En relación al efecto del tiempo de secado del carozo de aceituna frente al rendimiento energético se planteó la siguiente interrogante: ¿Se ve afectado el rendimiento energético del carozo de aceituna al emplear diferentes tiempos de secado?, para ello se formularon las siguientes hipótesis:

H_0=No hay efecto del tiempo de secado sobre el rendimiento energético del carozo de aceituna.

H_1= Hay un efecto de algún nivel de tiempo de secado sobre el rendimiento energético del carozo de aceituna.

Tabla 11
Análisis de Varianza para el Factor Tiempo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo [a]	2	430.5	215.27	7.44	0.012
Longitud	2	564.1	282.06	9.75	0.006
Tiempo*longitud	4	241.0	60.25	2.08	0.166
Error	9	260.4	28.93		
Total	17	1496.0			

Nota. Resultados del Análisis de Varianza para el factor tiempo de secado.

[a] Se obtiene un p valor de 0.012.

Aplicando el análisis de varianza con un nivel de significancia del 95% (α=0.05) se obtuvo un valor de F=7.44 y P=0.012 (P<0.05) por lo que se rechazó la hipótesis nula. Se concluye que a un nivel de confianza del 95% hay un efecto de algún nivel de tiempo de secado sobre el rendimiento energético del carozo de aceituna (Tabla 11).

4.1.7 Factor longitud del carozo de aceituna frente al rendimiento energético.

En relación al efecto de las diferentes longitudes aplicadas al carozo de aceituna frente al rendimiento energético se planteó la siguiente interrogante: ¿Se ve afectado el rendimiento energético del carozo de aceituna al emplear diferentes longitudes de partícula del carozo?, para ello se formularon las siguientes hipótesis:

H_0=No hay efecto de las diferentes longitudes del carozo de aceituna sobre el rendimiento energético.

H_1= Hay efecto de las diferentes longitudes del carozo de aceituna sobre el rendimiento energético.

Tabla 12
Análisis de Varianza para el Factor Longitud.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo	2	430.5	215.27	7.44	0.012
Longitud [a]	2	564.1	282.06	9.75	0.006
Tiempo*longitud	4	241.0	60.25	2.08	0.166
Error	9	260.4	28.93		
Total	17	1496.0			

Nota. Resultados del Análisis de Varianza para el factor longitud de partícula.

[a] Se obtiene un p valor de 0.006.

Aplicando el análisis de varianza con un nivel de significancia del 95% (α=0.05) se obtuvo un valor de F=9.75 y P=0.006 (P<0.05) por lo que se rechaza la

hipótesis nula. Se concluyó que a un nivel de confianza del 95% hay efecto de las diferentes longitudes del carozo de aceituna sobre su rendimiento energético (Tabla 12).

4.1.8 Comparaciones por niveles de Fisher: Tiempo de secado.

Si afecta el tiempo de secado en el rendimiento energético. ¿Cuál es el nivel de tiempo de secado más eficiente desde el punto de vista energético?, para ello se formularon las siguientes hipótesis:

H0: $\mu i = \mu j$: Medias iguales.

H1: $\mu i \neq \mu j$: Medias diferentes.

Los resultados en la tabla 13 muestran que en relación a los diferentes tiempos de secado, el mejor resultado con respecto al rendimiento energético es el tiempo de secado de 30 días. Esto se puede corroborar en la Tabla 14 y Figura 7 en relación a las pruebas individuales de Fisher para diferencias de las medias a un nivel de confianza simultánea = 88.66%.

Tabla 13
Medias del Factor Tiempo.

TIEMPO	N	Media	Agrupación	
30	6	383.315	A	
15	6	373.108		B
7	6	372.780		B

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 14
Pruebas Individuales de Fisher para Diferencias de las Medias.

Diferencia de TIEMPO Niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC individual de 95%	Valor T	Valor p
15 - 7	0.33	3.11	(-6.70; 7.35)	0.11	0.918
30 - 7	10.53	3.11	(3.51; 17.56)	3.39	0.008
30 - 15	10.21	3.11	(3.18; 17.23)	3.29	0.009

Nota. Nivel de confianza simultánea = 88.66%.

Se corroboran los datos en la siguiente figura:

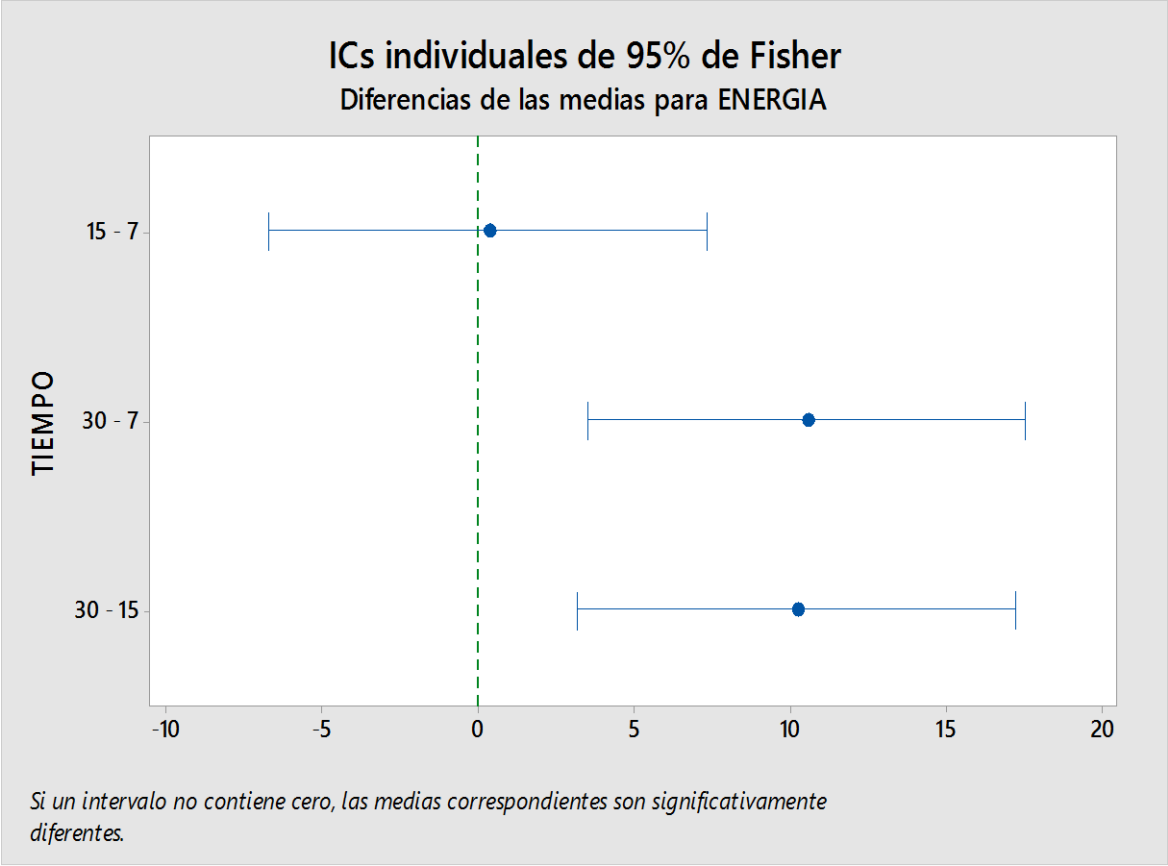


Figura 7. Intervalo de confianza al 95% en relación de diferencias de las medias para tiempo y energía.

Con una significancia del 95% se puede afirmar que en referencia a los niveles de tiempo de secado (7, 15 y 30 días) de mayor eficiencia en el rendimiento energético del carozo de aceituna es el nivel de 30 días.

4.1.9 Comparaciones por niveles de Fisher: Longitud de partícula del carozo.

Si la longitud de partícula del carozo afecta el rendimiento energético. ¿Cuál es la longitud del carozo más eficiente desde el punto de vista energético?, para ello se formularon las siguientes hipótesis:

H0: $\mu i = \mu j$: Medias iguales.

H1: $\mu i \neq \mu j$: Medias diferentes.

Los resultados en la tabla 15 muestran que el mejor resultado sobre el rendimiento energético es el de 0.5 y 1.0 cm. Esto se puede corroborar en la Tabla 16 y figura 8 en relación a las pruebas individuales de Fisher para diferencias de las medias a un nivel de confianza simultánea = 88.66%.

Tabla 15
Medias del Factor Longitud.

Longitud	N	Media	Agrupación
0.5	6	382.608	A
1.0	6	377.553	A
2.0	6	369.042	B

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 16
Pruebas Individuales de Fisher para Diferencias de las Medias.

Diferencia de LONGITUD Niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC individual de 95%	Valor T	Valor p
1.0 - 0.5	-5.06	3.11	(-12.08; 1.97)	-1.63	0.138
2.0 - 0.5	-13.57	3.11	(-20.59; -6.54)	-4.37	0.002
2.0 - 1.0	-8.51	3.11	(-15.54; -1.49)	-2.74	0.023

Nota. Nivel de confianza simultánea = 88.66%.

De igual manera se plasma en la siguiente figura:

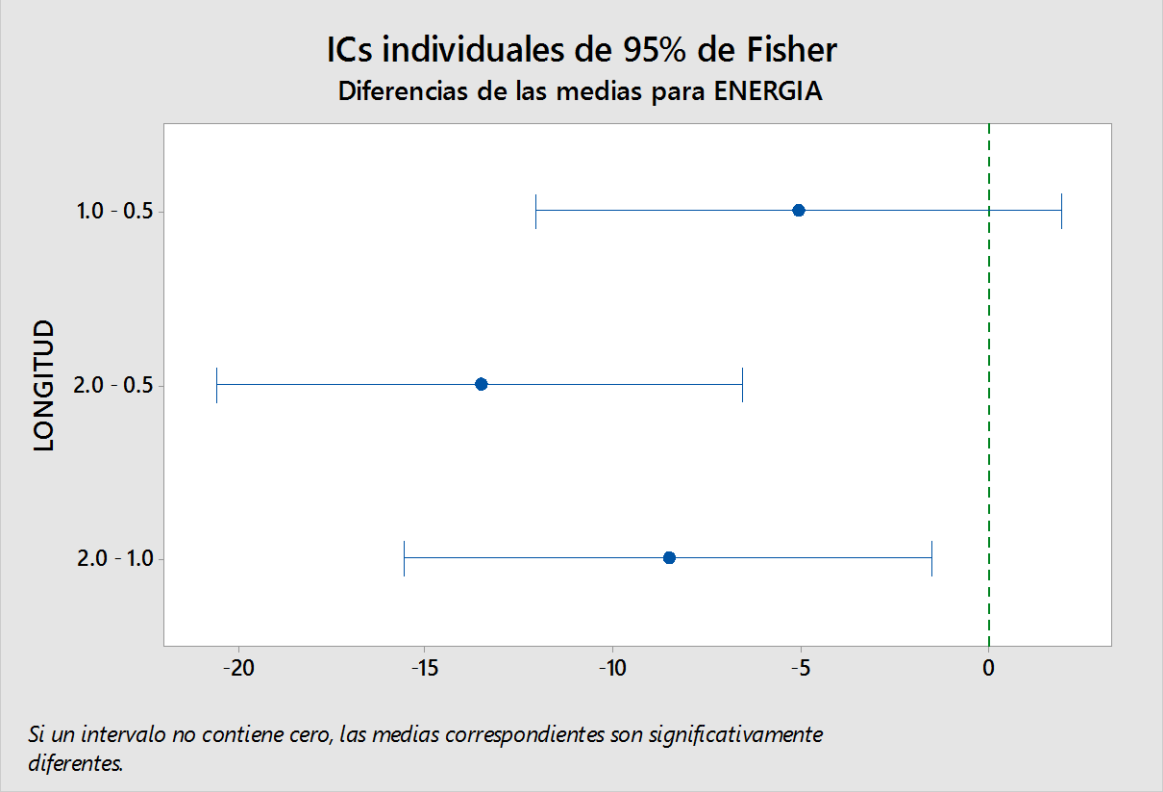


Figura 8. Intervalo de confianza al 95% en relación de diferencias de las medias para longitud y energía.

Con una significancia del 95% se puede afirmar que en referencia a los niveles de longitud de partícula del carozo (0.5, 1 y 2 cm) los de mayor eficiencia en el rendimiento energético son los niveles de 0.5 y 1 cm.

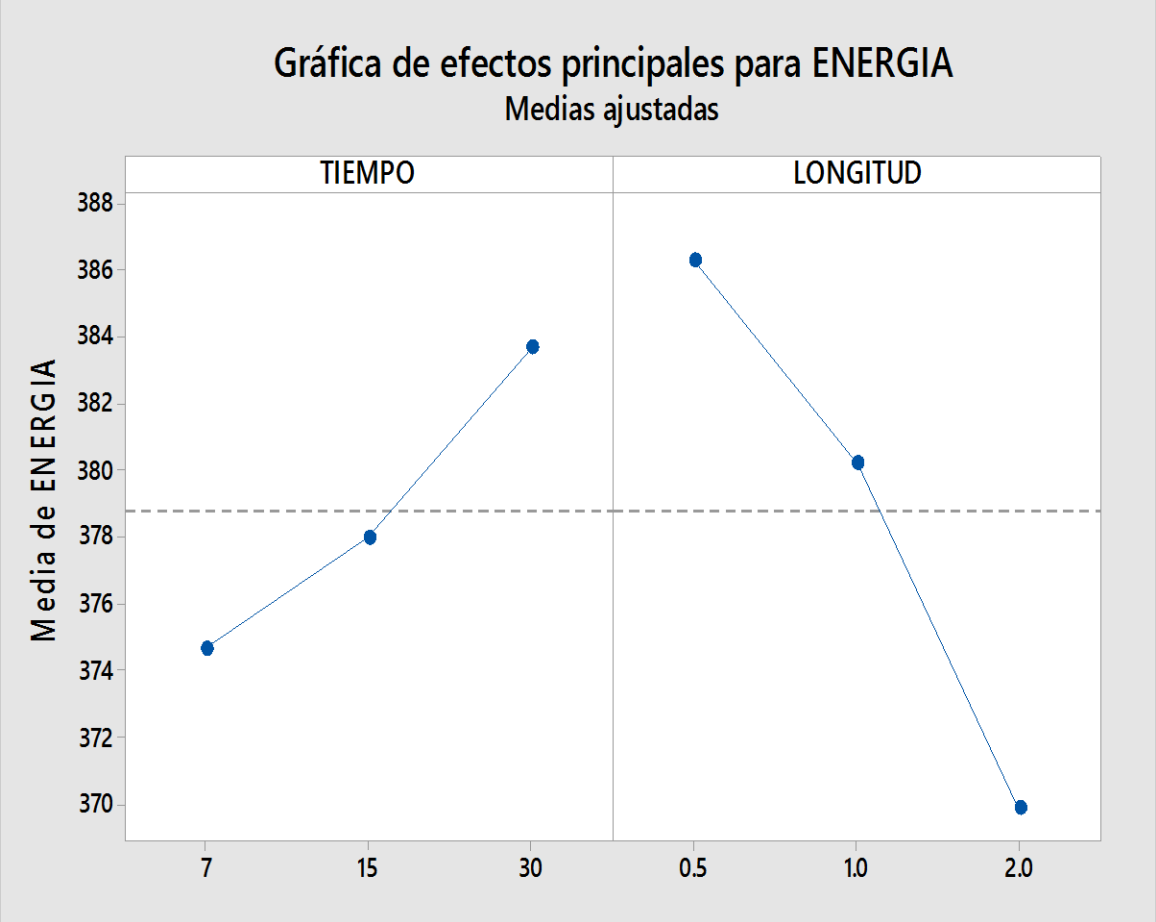


Figura 9. Efectos principales sobre energía en relación al tiempo y longitud.

En relación al tiempo y longitud de partícula del carozo se observa que los mejores resultado en cuanto a la eficiencia energética se presentan con un tiempo de secado de 30 días y una longitud de 0.5 cm (Figura 9 y Figura 10).

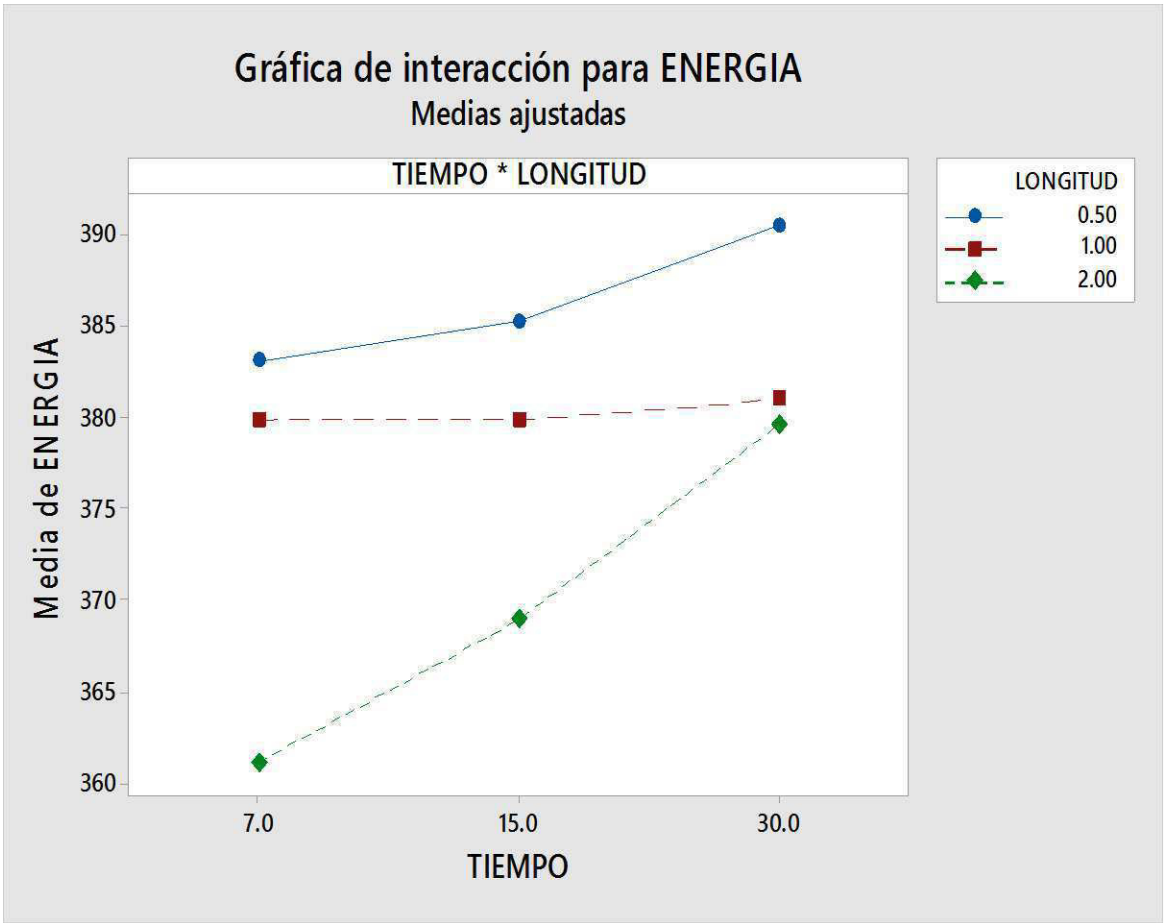


Figura 10. Efectos principales sobre energía en relación al tiempo y longitud.

4.1.10 Relación de energía y ceniza.

Se observa en la figura 11 que existe una relación inversa entre el porcentaje de ceniza y la eficiencia energética con una correlación de r^2=0.91.

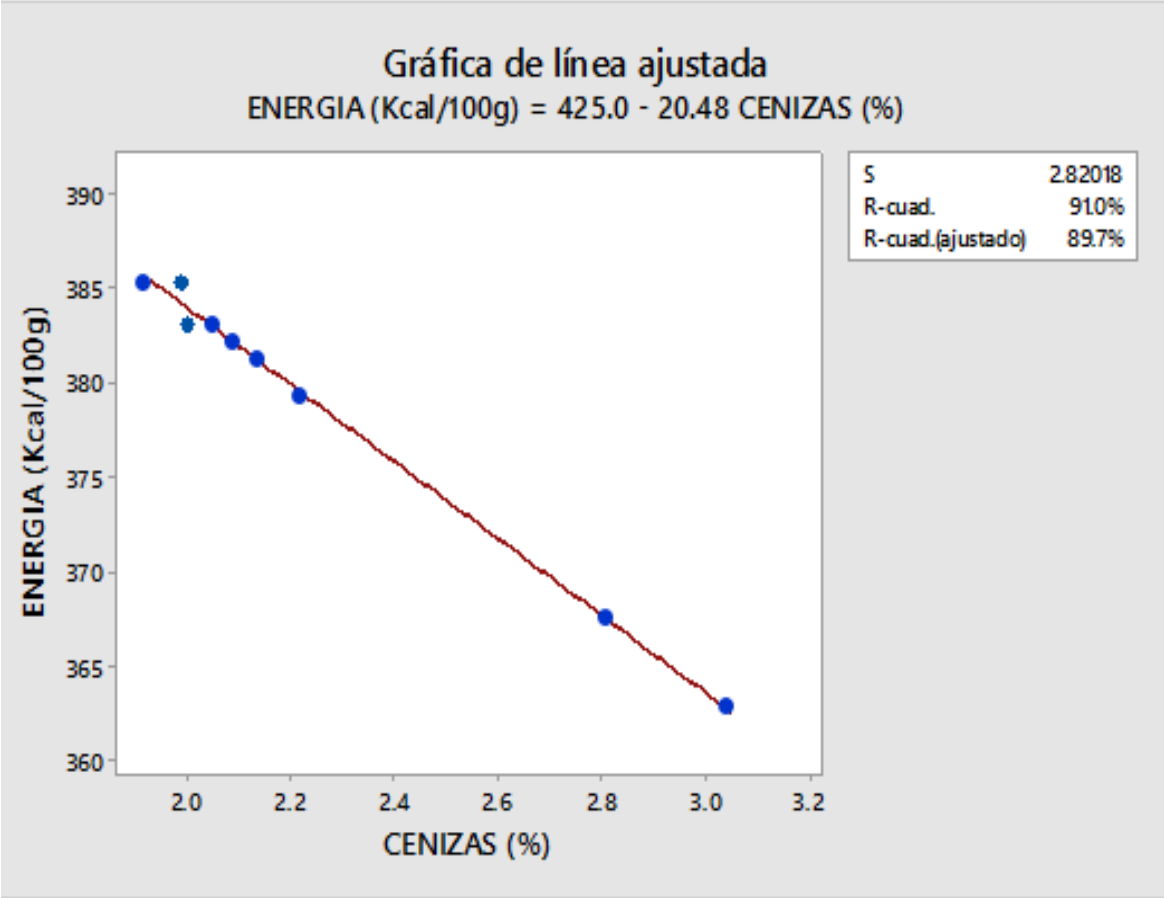


Figura 11. Relación de energía con el porcentaje de cenizas.

4.1.11 Relación del rendimiento energético y el porcentaje de grasa.

Se observa en la figura 12 que existe una relación inversa entre le porcentaje de grasa y el rendimiento energético con una correlación de r^2=0.70.

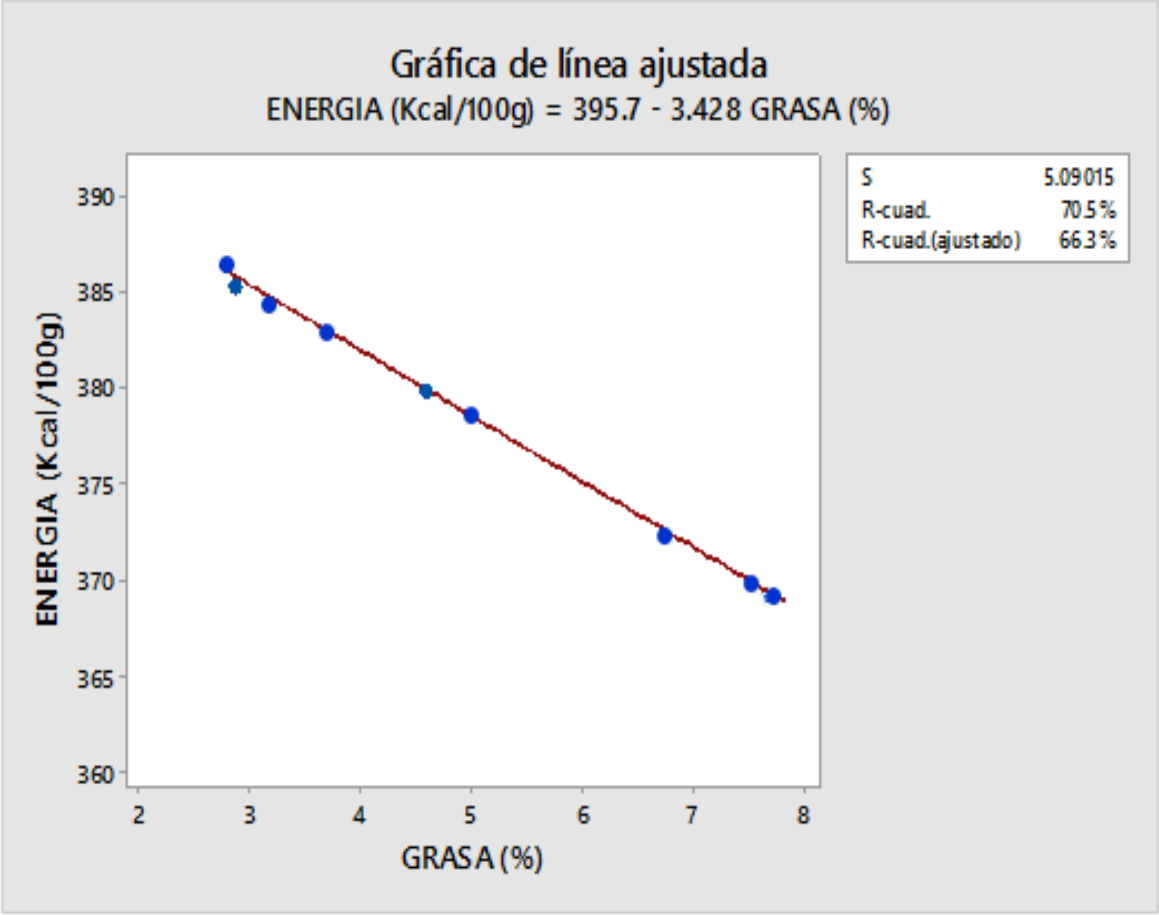


Figura 12. Relación de energía con el porcentaje de grasa.

Tabla 17
Promedios de los Análisis de Laboratorio.

Códigos	Carbohidratos (%)	Cenizas (%)	Energía o PCI (kcal/kg)	Fibra (%)	Cloruros (%)	Humedad (%)	Proteínas (%)	Sulfatos (%)	Grasa (%)
T2D2	87.12	2	3 798.20	45.15	0.83	6.67	1.31	0.05	2.9
T1D3	87.45	1.93	3 795.70	47.08	0.56	6.59	1.3	0.03	2.73
T2D1	87.16	1.99	3 798.00	45.05	0.42	6.66	1.31	0.02	2.88
T3D3	84.42	2.29	3 904.50	50.42	0.71	6.41	1.83	0.03	5.05
T2D3	85.76	2.07	3 809.30	52.2	0.71	7.16	1.44	0.03	3.57
T3D2	84.42	2.03	3 852.30	44.76	0.48	7.4	1.56	0.02	4.59
T1D1	71.33	2.11	3 610.70	40.99	0.48	16.91	2.22	0.01	7.43
T1D2	75.66	2.85	3 688.80	42.06	0.7	12.93	2.16	0.02	6.4
T3D1	75.68	3.05	3 830.70	40.91	0.53	10.97	2.47	0.02	7.83
Promedios	82.111	2.25777	3 787.58	45.402	0.602	9.077	1.733	0.025	4.82

Nota. La última fila de la tabla muestra los promedios obtenidos para cada parámetro. Se observa que el mayor contenido de energía (3 904.50 kcal/kg) coincide con el menor porcentaje de humedad (6.41%), mientras que el menor contenido de energía (3 610.70 kcal/kg) coincide con el mayor porcentaje de humedad (16.91%). El contenido de cloro se presenta en forma de cloruros, el contenido de azufre en forma de sulfatos y el parámetro de energía es equivalente al referido Poder Calorífico Inferior. Fuente: BHIOS laboratorios, 2018.

4.2 Discusiones

La búsqueda de nuevas fuentes de energías renovables nos lleva a analizar los diferentes residuos que se generan en los procesos industriales como alternativas energéticas, haciendo un cambio de paradigma entre residuo (entendido como material de descarte) y sub producto (materia residual aprovechable).

4.2.1 Efecto de la granulometría sobre el rendimiento energético.

Según lo afirmado por Saleh, 2014 (p. 33) , la reducción granulométrica incrementa la velocidad de reacción del combustible al aumentar la relación superficie/volumen, por lo tanto favorece el rendimiento o contenido energético de la biomasa. Esto se corrobora con los resultados obtenidos tras el análisis de varianza (F=9.75 y P=0.006) que se muestra en la Tabla 12 donde se determina que hay efecto de las diferentes longitudes del carozo de aceituna sobre el rendimiento energético y aplicando la prueba de Fisher para determinar dentro de los niveles que longitud específica del carozo es la que muestra mayor rendimiento energético, evidenciando que la longitud de 0.5 cm es la que aporta mayor rendimiento energético (382.608 Kcal/100 g).

4.2.2 Efecto del tiempo de secado sobre el rendimiento energético.

A través del análisis de varianza en la Tabla 11 se determina que a medida que el tiempo de secado aumenta, este tiene un efecto sobre el rendimiento o contenido energético (F=7.44 y P=0.012). Esto se comprueba puesto que a medida que disminuyen los porcentajes de humedad los valores de energía aumentan, concordando con lo descrito por Sebastián (2010), citado por Baltazar (2016, p. 8), quien considera que un alto porcentaje de humedad disminuye el poder calorífico. En cuanto al promedio general de humedad señalado en el la Tabla 17 se muestra un valor de 9,08%, el cual es menor al considerado por Carmona (2015, p. 18) como valor apropiado para evitar el desvío energético en la evaporación del agua contenida en la biomasa (15%). Señalando así que existen menos posibilidades de desvío energético por parte del carozo de aceituna del valle del Algarrobal debido a su bajo porcentaje de humedad.

Con respecto al pretratamiento de secado natural aplicado, además de ser un procedimiento contemplado por la normatividad española, su importancia es respaldada por las afirmaciones de De Lucas, Rodríguez, & Prieto (2012, p. 31) quienes sugieren que la humedad superficial del carozo de aceituna es eliminada por el secado natural, de allí la importancia de su implementación como parte del proceso.

4.2.3 Relación del rendimiento energético y el porcentaje de cenizas.

Como se puede apreciar en la Figura 11, tras el análisis de correlación el rendimiento o contenido energético disminuye a medida que los porcentajes de cenizas aumentan, lo cual coincide con lo señalado por Mata (2015, p. 98) quien sugiere que un alto porcentaje de cenizas reduce el poder calorífico al absorber calor e interferir en el contacto combustible - comburente.

4.2.4 Efecto del porcentaje graso sobre el rendimiento energético.

Los resultados obtenidos en la Figura 12 muestran que tras el análisis de correlación la energía disminuye cada vez que los valores de grasa aumentan, lo cual coincide con lo mencionado por Mata (2015, p. 107) quien afirma que la grasa contenida en la biomasa produce problemas en el proceso de combustión.

4.2.5 Caracterización del carozo de aceituna del valle del Algarrobal.

El carozo de aceituna del valle del Algarrobal presenta 0.03% de sulfatos, dicho valor es equivalente a la mejor calidad de carozo de aceituna descrito por la norma española UNE-164003:2014, ello se observa en el anexo 5 de la presente.

Presenta también 0.6% de cloruros el cual sobresale del rango establecido en 0.55%, del valor descrito por la norma española (0.05%), esto puede deberse al contenido de cloro en el agua de regadío o a los altos valores de sales presentes en los suelos del valle del Algarrobal.

Por otro lado, presenta un alto porcentaje de carbohidratos (82.111%) y su relación con el contenido energético del carozo puede observarse en la tabla 17 donde se muestra que a menor porcentaje de carbohidratos menor contenido energético.

Además, posee un porcentaje bajo de proteínas (2.47%) por lo tanto puede decirse que no tiene mayor influencia en el contenido energético del combustible.

El carozo de aceituna del valle del Algarrobal presenta 45.402% de fibra sin embargo no guarda relación con el contenido energético tal como puede observarse en la tabla 17.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1.- El carozo de aceituna del valle del Algarrobal es viable para ser aprovechado como biocombustible sólido puesto que los resultados obtenidos muestran que está dentro de los rangos dispuestos por las normas Españolas sobresaliendo positivamente el contenido energético determinado el cual es superior a los valores presentados por la norma.

2.- Se concluye que a un nivel de confianza del 95% no hay interacción entre los factores de tiempo de secado y longitud del carozo de aceituna que influya en el rendimiento energético (F=2.08 y P=0.166).

3. Se concluye que a un nivel de confianza del 95% hay un efecto de algún nivel de tiempo de secado sobre el rendimiento energético del carozo de aceituna (F=7.44 y P=0.012). La prueba de Fisher muestra que con un tiempo de secado de 30 días se observa la mayor eficiencia energética.

4. Se concluye que a un nivel de confianza del 95% hay efecto de las diferentes longitudes del carozo de aceituna sobre el rendimiento energético (F=9.75 y P=0.006).

La prueba de Fisher muestra que la longitud de partícula del carozo de aceituna de 0.5 cm muestra la mayor eficiencia energética.

5.- Según los criterios de aprovechamiento sostenible de biomasa propuestos por Saval (2012, p. 17) y la International Sustainability & Carbon Certification (2016, p. 9-21), el carozo de aceituna del valle del Algarrobal podría ser considerado como un biocombustible sostenible puesto que no se descompone fácilmente, presenta disponibilidad local, requiere pretratamientos sencillos y económicos, no procede de zonas de alto valor ecológico, es compatible con tecnología limpia, permite estimar su biomasa potencial y posee usos alternos tras su aprovechamiento.

5.2 Recomendaciones

Tras la investigación realizada se plantean las siguientes recomendaciones:

1.- El estado peruano a través del Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio del Ambiente debería implementar un marco legal referente a la investigación, producción y comercialización de biocombustibles sólidos, además de promover su aprovechamiento a nivel nacional.

2.- Complementar la presente investigación con estudios de factibilidad económica y técnica que respalden la utilización del carozo de aceituna como biocombustible sólido.

3.- Utilizar el carozo de aceituna en procesos de co-combustión con la finalidad de hacer una introducción gradual al consumo de biocombustibles sólidos, reducir las emisiones de dióxido de azufre (SO2) y reducir el uso de combustibles fósiles.

4.- Optimizar el proceso de limpieza del carozo de aceituna con la finalidad de reducir los valores de cloruros que pudieran causar problemas de corrosión en los equipos de conversión.

LISTA DE REFERENCIAS

Abarca, P. (2006). *Potencia y rendimiento de la caldera.* Santiago de Chile: ACHS. Obtenido de https://www.achs.cl

Abascal, E., & Grande, I. (2005). *Análisis de encuestas.* ESIC. Obtenido de https://books.google.com.pe

Aceites Maeva. (20 de Julio de 2015). *El hueso de la aceituna (Figura)*. Obtenido de https://aceitesmaevasalud.com/el-hueso-de-la-aceituna/

Agencia Andaluza de la Energía. (2016). *La biomasa en Andalucía.* Madrid: AAE. Obtenido de https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es

Aguirre, A. (1994). *Introducción al tratamiento de series temporales: Aplicación a las ciencias de la salud.* Ediciones Diaz de Santos, S.A. Obtenido de https://books.google.com.pe

Álvarez, C. (2009). Biocombustibles: desarrollo histórico - tecnológico, mercados actuales y comercio internacional. *Economía informa, (359)*, p. 63-65. Obtenido de http://www.economia.unam.mx

Asociación Española de Exportadores e Industriales de aceitunas de mesa. (23 de Junio de 2018). *Rasgos principales del sector de la aceituna de mesa*. Obtenido de http://www.asemesa.es

Asociación Española de Normalización y Certificación. (18 de Agosto de 2014). *UNE 164003:2014*. Obtenido de https://www.une.org

Bailey, P., & Bailey, C. (1999). *Química orgánica: conceptos y aplicaciones.* Prentice Hall. Obtenido de https://www.biblio.uade.edu.ar

Baltazar, A. (2016). *Obtención de biocombustible sólido de segunda generación a partir de tallos de Quinua (Chenopodium quinoa Willd) y hojas de eucalipto (Eucaliptus globulus Labill), con máxima potencia calorífica (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de https://docplayer.es

Banco Central de Reserva del Perú. (2014). *Informe económico y social: Región Moquegua.* BCRP. Obtenido de http://www.bcrp.gob.pe

Barranco, D., Fernandez, R., & Rallo, L. (2017). *El cultivo del Olivo.* Mundi prensa. Obtenido de https://books.google.com.pe

Biomasud. (18 de Mayo de 2017). *Requisitos de calidad y sostenibilidad del sello de calidad Biomasud*. Obtenido de http://biomasud.eu/es/

Calvo, A. (2013). *Gestión integral de residuos de almazara mediante combinación de procesos físico-químicos (Tesis Doctoral).* Universidad de Valladolid, Valladolid. Obtenido de http://uvadoc.uva.es

Carmona, R. (2015). *Caracterización física, química y energética de biomasa leñosa como materia prima biocombustible (Tesis Doctoral).* Universidad de Córdoba, Córdoba. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es

Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia. (2000). *Prevención de la contaminación en la producción de aceite de Oliva.* Madrid: CAR/PL. Obtenido de http://www.cprac.org

Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables. (23 de Mayo de 2017). *Limpieza del hueso de aceituna*. Obtenido de https://ctaer.com/es

Congreso Nacional de Medio Ambiente. (2010). *Situación actual de la biomasa y tendencias de futuro.* Madrid: Congreso Nacional de Medio Ambiente. Obtenido de http://www.conama10.conama.org

De Lucas, A., Del Peso, C., Rodríguez, E., & Prieto, P. (2012). *Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad.* Madrid: Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario. Obtenido de http://sostenible.palencia.uva.es

Diario Oficial El Peruano. (13 de mayo del 2011). *Decreto Supremo N° 024–2011–EM: Reglamento para la comercialización de biocombustibles.* Ministerio del Ambiente, Perú.

Diario Oficial El Peruano. (22 de diciembre del 2017). *Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM: Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.* Ministerio del Ambiente, Perú.

Diario Oficial El Peruano. (24 de abril del 2017). *Decreto Legislativo N° 1278: Ley de Gestión Integral de Residuos.* Ministerio del Ambiente, Perú.

Diario Oficial El Peruano. (7 de agosto del 2005). *Ley N° 28054: Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles.* Ministerio del Ambiente, Perú.

Domene, A. (2014). *Valorización de residuos ligno-celulósicos mediante vías termoquímicas (Tesis Doctoral).* Universidad de Alicante, Alicante. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es

Driss, S. B. (2010). *Aprovechamiento de hueso de aceituna, biosorción de iones metálicos (Tesis Doctoral).* Universidad de Granada, Granada. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es

EcuRed. (22 de Abril de 2018). Obtenido de https://www.ecured.cu

European Comission. (2000). *Propiedades energéticas de biomasa.* Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/index_es

Fallas, J. (2012). *Análisis de varianza: Comparando tres o más medias.* San José: Universidad Nacional de Costa Rica. Obtenido de http://webcache.googleusercontent.com

Fernández, J., Gutierrez, F., Del Rio, P., San Miguel , G., Bahillo, A., Sanchez, J., . . . Aracil, J. (2015). *Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética.* Mundi prensa. Obtenido de https://www.mundiprensa.com

Fernández, Y. (2010). *Tratamientos térmicos asistidos con microondas en procesos de valorización energética (Tesis Doctoral).* Universidad de Oviedo, Oviedo. Obtenido de http://digital.csic.es

García, P. (2006). *Introducción a la investigación bioantropológica en actividad física, deporte y salud.* Universidad Central de Venezuela. Obtenido de https://books.google.com.pe

Gómez, M. M. (2006). *Metodología de la investigación científica.* Editorial Brujas. Obtenido de https://books.google.com.pe

Google Earth. (24 de Junio de 2018). Obtenido de https://www.google.com/intl/es/earth/

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2018). *Fundación para la salud geoambiental*. Obtenido de https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-carbono-co2

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Biomasa: Digestores anaerobios.* Madrid: IDAE.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Energía de la biomasa.* Madrid: IDAE. Obtenido de http://www.idae.es

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (24 de Julio de 2017). *Biomasa*. Obtenido de https://www.idae.es/

International Sustainability & Carbon Certification. (2016). *Requisitos de sostenibilidad.* Unión Europea: ISCC. Obtenido de https://www.iscc-system.org

Junta de Andalucía. (2010). *Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía.* Andalucía: Secretaría general del medio rural y la producción ecológica. Obtenido de https://www.juntadeandalucia.es

Kramer, F. (2003). *Educación ambiental para el desarrollo sostenible.* Catarata. Obtenido de https://books.google.com.pe

La Cal, J. A. (2013). *Viabilidad de la integración de una planta de gasificación de biomasa (Tesis Doctoral).* Universidad de Jaén, Jaén. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es

Mamani, G. (2008). *Evaluación del uso de estabilizantes y antioxidantes en el procesamiento de pasta de aceitunas de la variedad sevillana (Olea europea sativa Hoffg, Link), del valle de Ilo (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Obtenido de http://repositorio.unjbg.edu.pe

Mata, J. (2015). *Optimización de metodologías para la caracterización de biocombustibles sólidos procedentes de la industria del olivar (Tesis Doctoral).* Universidad de Córdoba, Córdoba. Obtenido de https://helvia.uco.es

Melissari, B. (2012). Comportamiento de cenizas y su impacto en sistemas de combustión de biomasa. *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica, (10)*, 69-79. Obtenido de http://www.um.edu.uy

Mezu, J. (2012). *Diseño del lazo de control de combustión para la regulación del vapor vivo, en una caldera industrial (Tesis de pregrado).* Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali. Obtenido de https://docplayer.es

Míguez, C. D. (2013). *La eficiencia energética en el uso de la biomasa para la generación de energía eléctrica: optimización energética y exergética (Tesis Doctoral).* Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Obtenido de https://eprints.ucm.es

Molina, J. (2013). *Obtención de aceites de oliva vírgenes.* IC Editorial. Obtenido de https://www.casadellibro.com

Mongay, C. (2005). *Quimiometría.* Universidad de Valencia. Obtenido de https://books.google.com.pe

Moya, A. J., & Mateo, S. (2013). *El olivar y su aceite.* Universidad de Jaén. Obtenido de https://www.researchgate.net

Municipalidad Provincial de Ilo. (2016). *Memoria Anual (Tabla).* Ilo: MPI. Obtenido de http://www.mpi.gob.pe

Ortiz, L., Tejada, A., & Vázquez, A. (2003). Aprovechamiento de la biomasa forestal producida por la cadena Monte - Industria. *Revista CIS - Madera, (11)*, p. 18-19. Obtenido de http://www.cismadeira.com

Palacios, M. G. (2016). *Caracterización química de la biomasa procedente de las hojas, pseudotallo, raquis y pseudopeciolo de la planta de banano y su relación con el poder calorífico (Tesis de pregrado).* Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec

Palomino, A. (2004). *Agricultura alternativa.* San Pablo. Obtenido de https://books.google.com.pe

Pascual, L., Fernández, M., Uguina, A., & Rodero, P. (2013). *Biocombustibles sólidos de calidad del sur de Europa.* Los Duelistas. Obtenido de https://www.researchgate.net

Real Academia Española. (20 de Noviembre de 2018). Obtenido de http://www.rae.es/

Rodríguez, A. (2018). *Wolters kluwer*. Obtenido de Wolters kluwer: http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es

Saleh, M. (2014). *Tratamiento a presión e hidrólisis del hueso de aceituna. Fermentación de hidrolizados con Pachysolen Tannophilus (Tesis Doctoral).* Universidad de Jaén, Jaén. Obtenido de http://ruja.ujaen.es

Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Biotecnología, (16)*, p. 17. Obtenido de https://www.academia.edu

Sistema Integrado de Estadística Agraria. (11 de Octubre de 2018). *Estadística Agraria*. Obtenido de http://siea.minag.gob.pe

Sistema Integrado de Estadística Agraria. (11 de Octubre de 2018). *Serie Histórica de Producción Nacional de Aceitunas (Tabla)*. Obtenido de http://siea.minagri.gob.pe

Sistema Integrado de Estadística Agraria. (11 de Octubre de 2018). *Serie Histórica de Producción Regional de Aceitunas (Tabla)*. Obtenido de http://siea.minagri.gob.pe/siea/

Subero , E. (2010). *Caracterización de los combustibles sólidos (Tesis de pregrado).* Universidad de Zaragoza, Zaragoza. Obtenido de https://www.scribd.com

Vázquez, C., de Cos, A., & López, C. (2005). *Alimentación y nutrición: Manual teórico-práctico.* Ediciones Diaz de Santos. Obtenido de https://books.google.com.pe

Vicente, J. B. (2017). *Estudio de la influencia del porcentaje de arcilla en la calidad de las briquetas de hojas de caña de azúcar mediante ensayos físicos y térmicos (Tesis de Pregrado).* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de https://www.pucp.edu.pe/

ANEXOS

Anexo 1. *Comparación de las Propiedades del Carozo de Aceituna.*

Propiedades							Referencia
Humedad	PCI (kcal/kg)	Cenizas	Azufre	Cloro	Proteína	Grasa	Autor
15%	4 570	1-2%	0.03%	0.15 %	-	0.6%	Biomasud, 2017
18.87%	4 645.552	0.55%	0.018 %	2%	3.20%	0.32%	Mata, 2015
13.12%	4 500	1.62%	0.04%	-	-	-	E. C., 2000
6-15%	3 800-4 250	0.5-2.5%	0.15%	0.2%	-	-	La Cal, 2013
-	3 860	-	-	-	-	-	I.D.A.E., 2007
-	4 500	-	-	-	-	-	Moya y Mateo, 2013
15%	-	-	-	-	-	-	C.N.M.A., 2010
-	5 300	-	-	-	-	-	C.A.R.P.L., 2000
9.08%	3 787.58	2.26%	0.03%	0.6%	1.73%	4.82%	Presente investigación

Nota. Significado de las siglas empleadas: European Comission (E.C.), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.), Congreso Nacional de Medio Ambiente (C.N.M.A.) y Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (C.A.R.P.L.).

El carozo de aceituna del valle del Algarrobal con respecto a los valores presentados por Biomasud (sello de calidad de biomasa de España) presenta: un porcentaje de humedad inferior, un contenido energético inferior en 782. 42 kcal/kg, un porcentaje de cenizas superior en 0.26%, un porcentaje de azufre equivalente, un porcentaje inferior de cloro en 0.9% y un porcentaje superior de grasa en 4.22%. Fuente: Adaptado de los autores mencionados, referenciados en la presente investigación (2018).

Anexo 2. *Propiedades del Carozo de Aceituna por su Grado de Pureza.*

Parámetro	Carozo sucio	Carozo limpio
Humedad (%)	19.76	18.87
Cenizas (%)	0.78	0.55
Volátiles (%)	83.86	83.96
PCS (kcal/kg)	5 040.631	4 945.0287
PCI (kcal/kg)	4 729.9235	4 648.6616
Azufre (%)	0.023	0.018
Oxígeno (%)	40.6	41.7
Cloro (mg/kg)	303	200
Contenido graso (%)	1.13	0.32

Nota. El efecto de la limpieza sobre el porcentaje de cloro hace que disminuya su contenido en 103 mg/kg, lo mismo sucede con el contenido graso el cual disminuye en 0.81%. Fuente: Mata, 2015.

Anexo 3. *Comparación del Poder Calorífico Inferior.*

Combustible	PCI (kcal/kg)
Metano	11 820
Gas natural	11 350
Biodiesel	8 837
Bioetanol	6 449
Pellet de madera	4 319
Carozo de aceituna	3 860
Carbón vegetal	3 800
Orujillo	3 780
Residuos de poda	3 750
Leña de olivos	2 500

Nota. El carozo de aceituna presenta mayor poder calorífico inferior (PCI) que el carbón vegetal, el orujillo, los residuos de poda y la leña del olivo. Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2017.

Anexo 4. *Composición de los Residuos Olivícolas Sólidos y Semisólidos.*

Elemento	Poda	Orujo	Orujillo	Carozo
		Análisis inmediato (% peso)		
Cenizas	1.55	6.75	4.58	1.62
Humedad	10.95	55.29	12.69	13.12
		Análisis elemental (% peso)		
Azufre	<0.05	0.09	0.07	0.04
		Poder Calorífico (kcal/kg)		
Superior	4 600	4 500	4 500	4 800
Inferior	4 300	4 250	4 300	4 500

Nota. El carozo de aceituna presenta el mayor porcentaje de Poder Calorífico Inferior con respecto al resto de residuos olivícolas. Fuente: OPET (citado en Driss, 2010).

Anexo 5. *Especificaciones Normativas del Hueso de Aceituna: UNE-164003:2014.*

Parámetros	Unidades	A		B	V.A.
		1	2		
Grasa	% base seca	≤ 0.6	≤ 1.0 a ≤ 2.0	≤ 3.0	4.82
Humedad	% base húmeda	≤12	≤ 12	≤ 16	9.08
Cenizas	% base seca	≤ 0.7 a ≤ 1.0	≤ 1.50	≤ 2.00	2.26
PCI	kcal/kg	≥ 3 750	≥ 3 750	≥ 3 600	3 787.58
Nitrógeno	% base seca	≤ 0.3	≤ 0.4	≤ 0.6	-
Azufre	% base seca	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05	0.03
Cloro	% base seca	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05	0.6
Mercurio	mg/kg base seca	-	≤ 0.01	-	-

Nota. Las diferentes calidades de carozo de aceituna de España son representadas por las abreviaturas A (1 y 2) y B, mientras que los valores del carozo del valle del Algarrobal se representan por la abreviatura V.A. Los resultados muestran que el carozo de aceituna del valle del Algarrobal presenta un mayor porcentaje de grasa en 1.82% frente al carozo de menor calidad. El carozo del V.A. presenta un porcentaje de humedad inferior con respecto a las tres calidades. El carozo del V.A. presenta un porcentaje de cenizas superior en 0.26% con respecto al carozo de menor calidad. El carozo del V.A. presenta un Poder Calorífico Superior (PCI) por encima del mostrado en las tres calidades españolas. El carozo del V.A. presenta el mismo porcentaje de azufre (sulfatos) con respecto al carozo de mayor calidad y finalmente el carozo del V.A. presenta un porcentaje de cloro (cloruros) por encima de las tres calidades en 0.55%. Fuente: Asociación Española de Normalización y Certificación, 2014.

Anexo 6. Galería Fotográfica



Foto 1. Orujo Dispuesto en la Fábrica Productora de Aceite de Oliva.



Foto 2. Vista Cercana del Orujo y sus Componentes.



Foto 3. Limpieza del Carozo de Aceituna.



Foto 4. Tamizado de Muestras.



Foto 5. Molino de Mano.



Foto 6. Empresa Aceitunas de Ilo S.A.



Foto 7. Carozo en el Molino de Mano.



Foto 8. Carozo Granulado.



Foto 9. Semillas de Aceituna Retiradas.

Anexo 7. Ubicación de la zona de muestreo



Fuente: Google Earth (2018).

Anexo 8. Informe de Ensayo del laboratorio BHIOS



BHIOS LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796-2018
PÁGINA 1 DE 10

SOLICITANTE	: DAMARY RIVERA GUITTON
DIRECCIÓN	: Urb. Villa del Mar N-3
PRODUCTO DECLARADO	: PEPAS DE ACEITUNA
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Pepas de aceituna partidas secas.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Ver detalle de codificación en hoja de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Ninguno
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 09 muestras de 280 g aprox c/u.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En bolsa de polietileno tipo ziploc cerrado. A una temperatura de 22.5°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases del Cliente)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO Nº	: 1116-2018
FECHA DE RECEPCIÓN	: 09/07/2018

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

PRT-10-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 02/01/18 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Pagina 01 de 01

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS

NTP-ISO/IEC 17025:2006 ISO 17025

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796- 2018

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T1D1	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	87.12	%
FQ	Cenizas	2.00	%
FQ	Energía	379.82	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	45.15	%
FQ	Cloruros	0.83	%
FQ	Humedad	6.67	%
FQ	Proteína (F=6.25)	1.31	%
FQ	Sulfatos	0.05	%
FQ	Grasa	2.90	%

ABREVIATURAS :

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas : Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros : AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía : Cálculo
Fibra Cruda : Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa : Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad : Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25) : Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos : BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



BHIOS LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796- 2018
PÁGINA 3 DE 10

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T1D2	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	87.45	%
FQ	Cenizas	1.93	%
FQ	Energía	379.57	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	47.08	%
FQ	Cloruros	0.56	%
FQ	Humedad	6.59	%
FQ	Proteína (F=6.25)	1.30	%
FQ	Sulfatos	0.03	%
FQ	Grasa	2.73	%

ABREVIATURAS :

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas : Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros : AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016
Energía : Cálculo
Fibra Cruda : Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa : Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad : Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25) : Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos : BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ..calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS

NTP-ISO/IEC 17025:2006 ISO 17025

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796- 2018

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T1D3	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	87.16	%
FQ	Cenizas	1.99	%
FQ	Energía	379.80	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	45.05	%
FQ	Cloruros	0.42	%
FQ	Humedad	6.66	%
FQ	Proteína (F=6.25)	1.31	%
FQ	Sulfatos	0.02	%
FQ	Grasa	2.88	%

ABREVIATURAS :

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas : Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros : AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía : Cálculo
Fibra Cruda : Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa : Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad : Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25) : Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos : BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS

NTP-ISO/IEC 17025:2006 ISO 17025

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796-2018

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T2D1	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	84.42	%
FQ	Cenizas	2.29	%
FQ	Energía	390.45	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	50.42	%
FQ	Cloruros	0.71	%
FQ	Humedad	6.41	%
FQ	Proteína (F=6.25)	1.83	%
FQ	Sulfatos	0.03	%
FQ	Grasa	5.05	%

ABREVIATURAS :

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

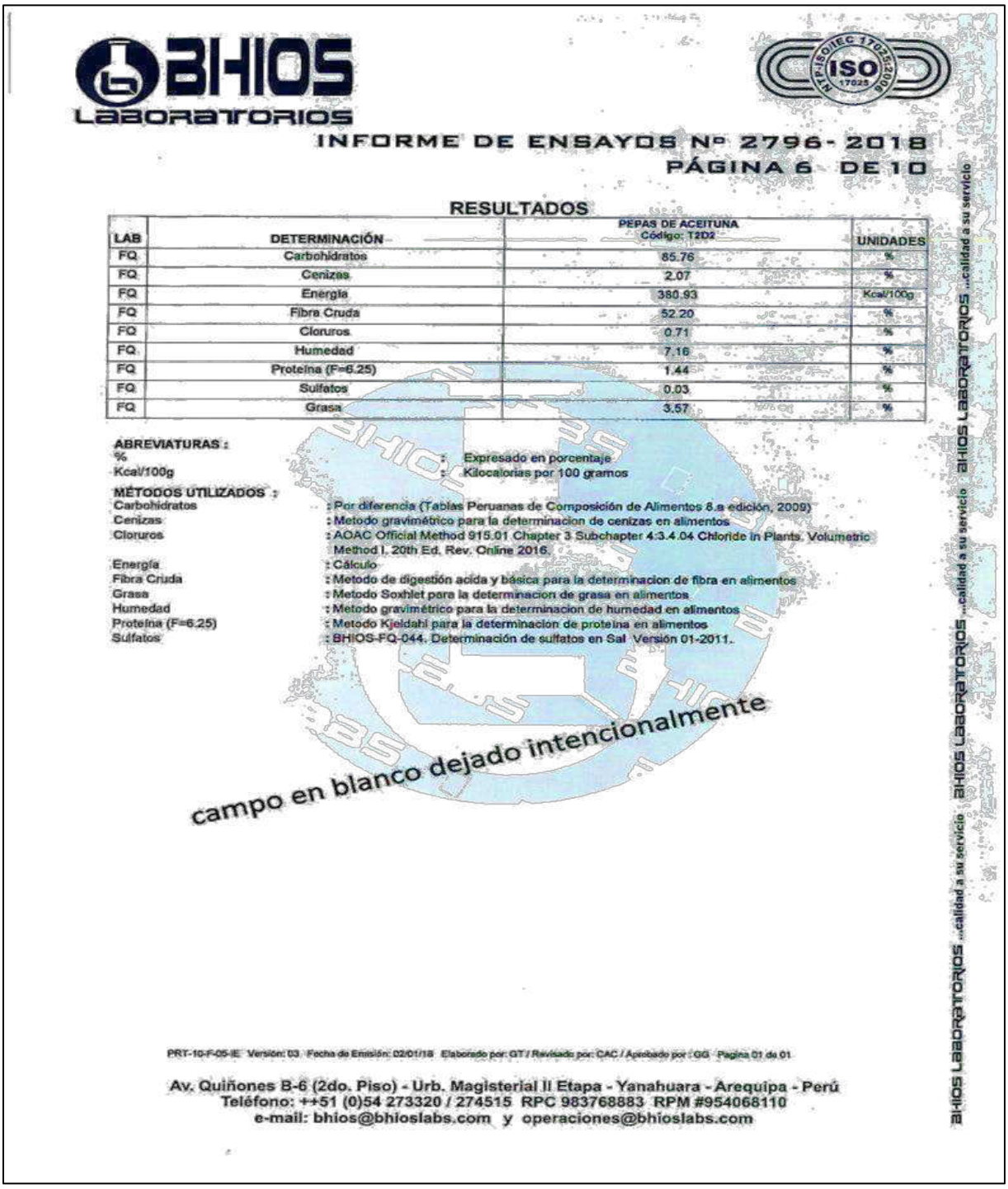
MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas : Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros : AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía : Cálculo
Fibra Cruda : Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa : Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad : Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25) : Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos : BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



BHIOS LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796- 2018
PÁGINA 6 DE 10

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T2D2	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	85.76	%
FQ	Cenizas	2.07	%
FQ	Energía	380.93	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	52.20	%
FQ	Cloruros	0.71	%
FQ	Humedad	7.16	%
FQ	Proteína (F=6.25)	1.44	%
FQ	Sulfatos	0.03	%
FQ	Grasa	3.57	%

ABREVIATURAS :

%	:	Expresado en porcentaje
Kcal/100g	:	Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

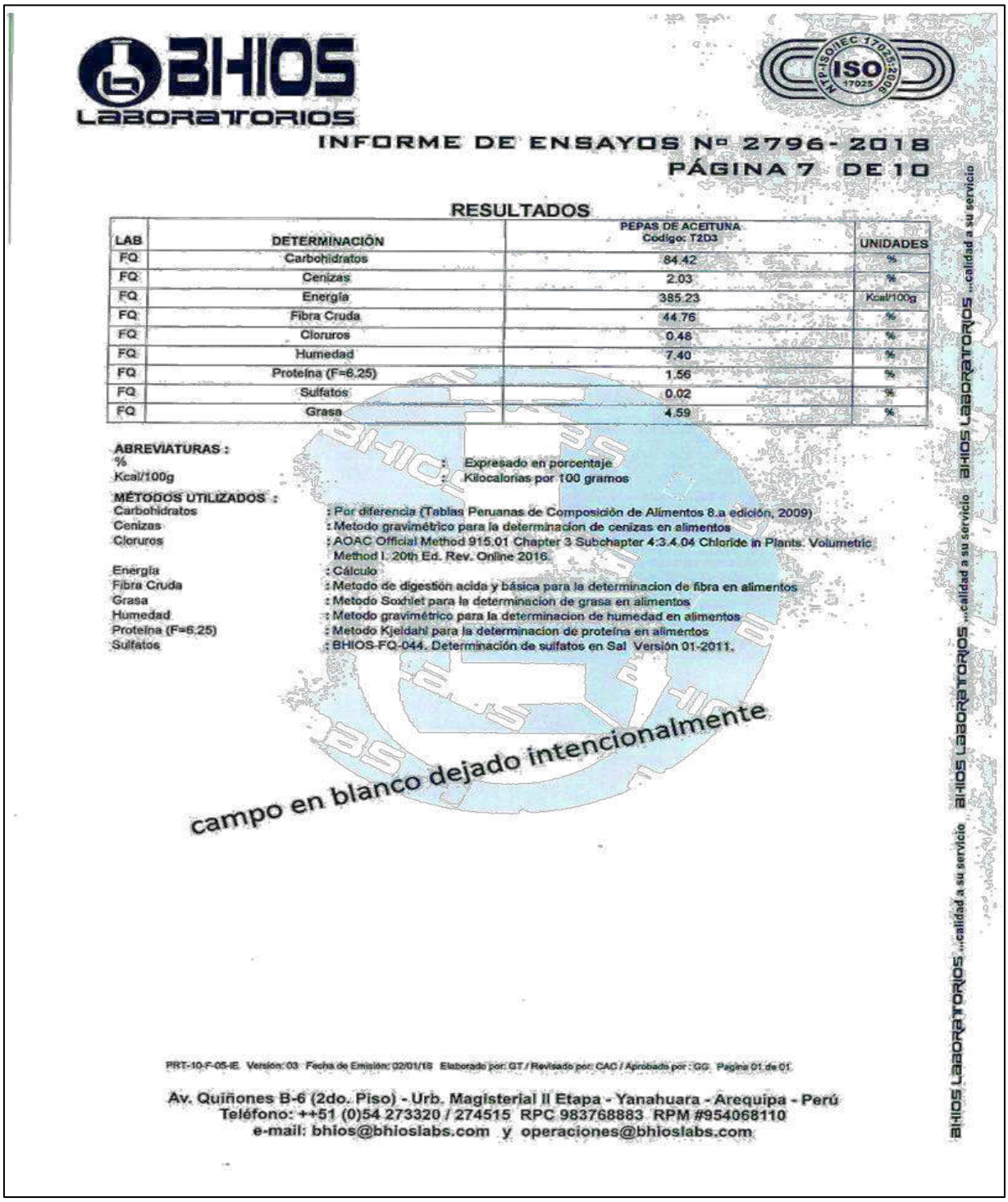
Carbohidratos	: Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas	: Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros	: AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía	: Cálculo
Fibra Cruda	: Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa	: Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad	: Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25)	: Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos	: BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

PRT-10-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 02/01/18 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Pagina 01 de 01

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



BHIOS LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796- 2018
PÁGINA 7 DE 10

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T203	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	84.42	%
FQ	Cenizas	2.03	%
FQ	Energía	385.23	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	44.76	%
FQ	Cloruros	0.48	%
FQ	Humedad	7.40	%
FQ	Proteína (F=6.25)	1.56	%
FQ	Sulfatos	0.02	%
FQ	Grasa	4.59	%

ABREVIATURAS :

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

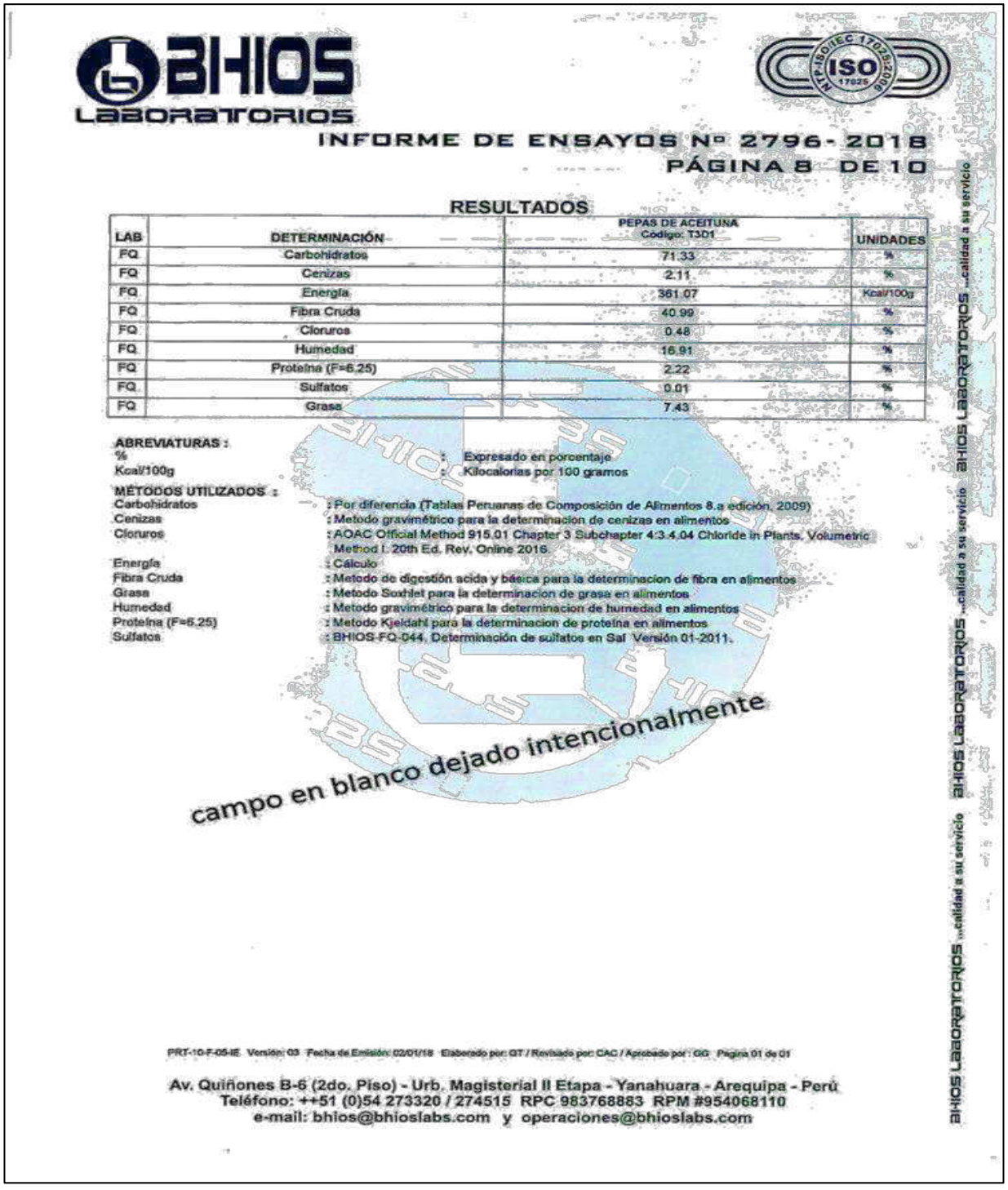
MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas : Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros : AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía : Cálculo
Fibra Cruda : Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa : Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad : Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25) : Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos : BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



BHIOS LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796-2018
PÁGINA 8 DE 10

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Codigo: T3D1	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	71.33	%
FQ	Cenizas	2.11	%
FQ	Energía	361.07	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	40.99	%
FQ	Cloruros	0.48	%
FQ	Humedad	16.91	%
FQ	Proteína (F=6.25)	2.22	%
FQ	Sulfatos	0.01	%
FQ	Grasa	7.43	%

ABREVIATURAS :

%	:	Expresado en porcentaje
Kcal/100g	:	Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos	: Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas	: Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros	: AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants, Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía	: Cálculo
Fibra Cruda	: Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa	: Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad	: Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25)	: Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos	: BHIOS-FQ-044, Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

PRT-10-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 02/01/18 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 01 de 01

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



BHIOS LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796- 2018
PÁGINA 9 DE 10

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T3D2	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	75.66	%
FQ	Cenizas	2.85	%
FQ	Energía	366.88	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	42.06	%
FQ	Cloruros	0.70	%
FQ	Humedad	12.93	%
FQ	Proteína (F=6.25)	2.16	%
FQ	Sulfatos	0.02	%
FQ	Grasa	6.40	%

ABREVIATURAS :

%	:	Expresado en porcentaje
Kcal/100g	:	Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos	: Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas	: Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros	: AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía	: Cálculo
Fibra Cruda	: Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa	: Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad	: Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25)	: Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos	: BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

campo en blanco dejado intencionalmente

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ..calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYOS Nº 2796 - 2018

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PEPAS DE ACEITUNA Código: T3D3	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	75.68	%
FQ	Cenizas	3.05	%
FQ	Energía	383.07	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	40.91	%
FQ	Cloruros	0.53	%
FQ	Humedad	10.97	%
FQ	Proteína (F=6.25)	2.47	%
FQ	Sulfatos	0.02	%
FQ	Grasa	7.83	%

ABREVIATURAS :

% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS :

Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 8.a edición, 2009)
Cenizas : Metodo gravimétrico para la determinacion de cenizas en alimentos
Cloruros : AOAC Official Method 915.01 Chapter 3 Subchapter 4:3.4.04 Chloride in Plants. Volumetric Method I. 20th Ed. Rev. Online 2016.
Energía : Cálculo
Fibra Cruda : Metodo de digestión acida y básica para la determinacion de fibra en alimentos
Grasa : Metodo Soxhlet para la determinacion de grasa en alimentos
Humedad : Metodo gravimétrico para la determinacion de humedad en alimentos
Proteína (F=6.25) : Metodo Kjeldahl para la determinacion de proteína en alimentos
Sulfatos : BHIOS-FQ-044. Determinación de sulfatos en Sal Versión 01-2011.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 09/07/2018 al 16/07/2018

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 18/07/2018

Biqo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ..calidad a su servicio