“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE BATIDO CON ADICIÓN DE CARBONATO CÁLCICO EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL ACEITE DE OLIVA A PARTIR DE ACEITUNA ORGÁNICA”

PRESENTADO POR:

GINA SANDRA CONDORI MENDOZA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA - PERU

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]

Otro: : [ ]

II. Documento de aprobación de la modalidad de titulación del bachiller:

RESOLUCIÓN C.O N° 615-2017

Fecha: **27 de noviembre de 2017**

III. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD N° 0098-2021-FACIA-UNAM

Fecha: **30 de noviembre de 2021**

IV. El Jurado ha dictaminado la TESIS

TITULADO: ***Influencia de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico en la calidad y rendimiento del aceite de oliva a partir de aceituna orgánica***

Bachiller: Gina Sandra Condori Mendoza

Asesor Principal: René Germán Sosa Vilca

Co-Asesor: Erik Edwin Allcca Alca

V. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [ ] Virtual [X]

Con nota: quince (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

Siendo las 09 horas, del 17 de diciembre del año 2021 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Dr. Elías Escobedo Pacheco
Presidente

MSc. Cármen Gisela Mindani Cáceres
Primer Miembro

MSc. Nidia García Nauto
Segundo Miembro

MSc. Lycet María Cáceres Bustinza
Miembro Accesitario

Dr. René Germán Sosa Vilca
Asesor Principal

Gina Sandra Condori Mendoza
Bachiller

Mg. Erik Edwin Allcca Alca
Co-Asesor

RESUMEN

El aceite de oliva variedad sevillana se caracteriza por ser el producto representativo de los agricultores de la Provincia de Ilo de la región Moquegua. Sin embargo, los productores desconocen las técnicas adecuadas para un mejor rendimiento y calidad de su producto. El objetivo de este estudio fue demostrar que los factores como la temperatura, el tiempo y el carbonato de calcio en el proceso de batido influyen en el rendimiento y calidad del aceite de oliva. Se realizaron 18 tratamientos con tres repeticiones utilizando el sistema de extracción Abencor; en los experimentos se evaluó tres temperaturas 25ºC, 30ºC, y 35ºC, dos tiempos de 30 y 60 minutos y porcentajes de carbonato de calcio de 0%, 1% y 2%, luego se analizaron los aceites extraídos en rendimiento y calidad del aceite como índice de acidez, índice de peróxidos, parámetros de espectofometria UV k232 y k270 (valores que estiman la presencia de la oxidación inicial y secundaria del aceite). Con los resultados obtenidos de rendimiento y parámetros de calidad, se obtuvo que, en un tiempo de 60 min, temperatura de 30ºC y adición de 1% de carbonato de calcio se contribuye al aumento del rendimiento de extracción del aceite de oliva, alcanzando valores de hasta 18,43%, siendo el tiempo más predominante que la temperatura a diferencia de los porcentajes de carbonato de calcio al no presentar diferencias significativas entre sí. Asimismo, los valores de calidad fueron influenciados por los tres factores, teniendo el carbonato de calcio mayor participación y mayores valores, sin embargo, todos los tratamientos realizados se encontraron dentro de los parámetros de calidad de la norma nacional e internacional.

Palabras clave: aceite de olivo, rendimiento de extracción de aceite, calidad, carbonato de calcio

ABSTRACT

Sevillana olive oil is the representative product of farmers in the Province of Ilo in Moquegua. However, the producers do not know the proper techniques for a better yield and quality of their product. The objective of this study was to demonstrate that factors such as temperature, time and calcium carbonate in the mixing process influence the yield and quality of olive oil. Eighteen treatments were carried out with three replicates using the Abencor extraction system. The experiments evaluated were three temperatures 25ºC, 30ºC, and 35ºC, two times of 30 and 60 minutes and calcium carbonate percentages of 0%, 1% and 2%, then the extracted oils were analyzed for yield and oil quality such as acidity index, peroxide index, UV spectophometry k232 and k270 (values that estimate the presence of initial and secondary oxidation of the oil). With the obtained results of yield and quality parameters, it was obtained that, in a time of 60 min, temperature of 30ºC and addition of 1% of calcium carbonate contributed to the increase of the extraction yield of olive oil, reaching values up to 18,43%, being the time more predominant than the temperature, unlike the percentages of calcium carbonate, which did not present significant differences between them. Likewise, the quality values were influenced by the three factors, with calcium carbonate having a greater participation and higher values; however, all the treatments carried out were within the quality parameters of the national and international standards.

Key words: olive oil, oil extraction yield, quality, calcium carbonate.

INDICE

Introducción.....10
I. Planteamiento del problema.....12
1.1. Descripción y formulación del problema.....12
1.1.1. Formulación del problema.....13
1.1.1.1. Interrogante general. 13
1.1.1.2. Interrogantes específicas. 13
1.2. Objetivos.....14
1.2.1. Objetivo general. 14
1.2.2. Objetivos específicos. 14
1.3. Justificación e importancia 14
1.4. Hipótesis 15
1.4.1. Hipótesis general. 15
1.4.2. Hipótesis específicas. 15
1.5.1. Variables independientes. 15
1.5.2. Variables dependientes. 16
1.5.3. Indicadores 16
II. Marco Teórico 17
2.1. Antecedentes 17
2.2. Bases teóricas 19
2.2.1. Aceituna. 19
2.2.1.1. Producción de aceituna 20
2.2.2. Aceite de olivo. 20
2.2.2.1. Composición del aceite de oliva. 21
2.2.2.2. Producción de aceite de olivo en el extranjero y Perú 21
2.2.2.3. Sistemas de extracción de aceite de oliva 21
2.2.2.4. Sistema de extracción tradicional 22

2.2.2.5. Factores que influyen en el rendimiento y calidad 27
2.2.2.6. Calidad del aceite de oliva. 28
2.2.3. Carbonato de calcio 30
III. Método 32
3.1. Tipo y nivel de investigación 32
3.2. Ámbito temporal y espacial 32
3.3. Población y muestra 32
3.4. Instrumentos 33
3.4.1. Materiales. 33
3.4.2. Insumos, soluciones y/o reactivos 33
3.4.3. Equipos 34
3.5. Procedimientos 34
3.5.1. Métodos experimentales. 34
3.5.1.1. Determinación de Rendimiento 34
3.5.1.2. Análisis de rendimiento 36
3.5.1.3. Análisis de calidad del aceite de olivo 36
3.6. Análisis de datos 37
IV. Resultados y discusiones 39
4.1. Efecto de la temperatura, tiempo de batido y adición de carbonato calcio sobre el rendimiento del aceite. 39
4.2. Índice de Acidez, Índice de peróxidos y Espectrofotometría UV (232 y 270). 42
V. Conclusiones y Recomendaciones 47
5.1. Conclusiones 47
5.2. Recomendaciones 48
VI. Referencias 49
VII. Anexos 62
Anexo 01 Producción de aceituna en Moquegua 62

Anexo 02 Rendimiento de la cosecha de aceituna en Moquegua.....63
Anexo 03 Exportación de aceite de oliva en el Perú.....64
Anexo 04 Cuadro de consistencia.....65
Anexo 05 Requisitos de calidad del aceite de oliva de la NTP 209.013:2018.....66
Anexo 06 Determinación de Índice de acidez.....67
Anexo 07 Determinación de Índice de peróxidos.....68
Anexo 08 Determinación de Prueba espectrofotométrica en el ultravioleta (K232, K270).....69
Anexo 09 Determinación de rendimiento.....70
Anexo 10 Rendimiento como variable de respuesta.....75
Anexo 11 Acidez como variable de respuesta.....77
Anexo 12 Índice de peróxidos como variable de respuesta.....79
Anexo 13 Coeficiente de extinción k232 como variable de respuesta...82
Anexo 14 Coeficiente de extinción k270 como variable de respuesta...84
Anexo 15 Análisis físico químico del aceite de olivo del estudio.....87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 A trapetum, una de los primeros molinos de piedra 22
Figura 2 Una prensa de madera con viga 22
Figura 3 Una prensa de madera con tornillo 23
Figura 4 Molino de discos 24
Figura 5 Molino de martillo.....24
Figura 6 Batidoras modernas colocados en paralelo, cerrados y equipados con una ventana 25
Figura 7 Decanter de centrifugación en molino de aceite italiano de tamaño mediano a grande 25
Figura 8 Molino de martillos del sistema Abencor 26
Figura 9 Termobatidora del Sistema Abencor 27
Figura 10. Centrifugadora del Sistema Abencor 27
Figura 11 Diagrama del proceso de extracción de aceite de oliva 35
Figura 12 Rendimientos (%) y desviación estándar del aceite de oliva ...39
Figura 13 Rendimientos (%) vs temperatura y tiempo 40
Figura 14 Rendimientos (%) vs carbonato de calcio (%).....40
Figura 15 Valores de tiempo, temperatura, y % de carbonato de calcio vs índice de acidez.....42
Figura 16 Tiempo, temperatura, % de carbonato de calcio vs índice de peróxidos 44
Figura 17 Valores de temperatura y % de carbonato de calcio vs k232 ..45
Figura 18 Valores de tiempo y % de carbonato de calcio vs k232 46
Figura 19 Valores de tiempo, temperatura, % de carbonato de calcio vs k270.....47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la aceituna (base seca). 19
Tabla 2. Composición química de las principales partes de la aceituna...20
Tabla 3 Requisitos de calidad del aceite de olivo.....29
Tabla 4 Estructura del diseño experimental por tratamientos.....37
Tabla 5. Producción de aceituna en Moquegua 62
Tabla 6. Rendimiento de la cosecha de aceituna en Moquegua 63

Tabla 7. Exportación de aceite de oliva en el Perú 64
Tabla 8. Cuadro de consistencia.....65
Tabla 9 Determinación de rendimiento 70
Tabla 10 Tratamientos y rendimientos 73
Tabla 11. Valores de las medias del Índice de Acidez, Índice de peróxidos y Espectrofotometría UV (232 y 270) 74
Tabla 12. Cuadro de análisis de varianza, siendo el rendimiento como respuesta.....75
Tabla 13. Efecto de la temperatura con respecto al rendimiento 75
Tabla 14. Efecto del tiempo con respecto al rendimiento.....75
Tabla 15. Efecto del carbonato cálcico con respecto al rendimiento 75
Tabla 16. Efecto de la interacción temperatura (ºC) y tiempo (min) con respecto al rendimiento 76
Tabla 17. Efecto de la interacción temperatura (ºC) y carbonato de calcio (%) con respecto al rendimiento 76
Tabla 18. Análisis de varianza con respecto a la acidez 77
Tabla 19. Influencia del carbonato de calcio (%) en el índice de acidez...77
Tabla 20. Influencia de los factores de temperatura, tiempo y carbonato de calcio en el índice de acidez 78
Tabla 21. Análisis de varianza (índice de peróxidos) 79
Tabla 22. Análisis de la temperatura con respecto al peróxido como respuesta.....79
Tabla 23. Análisis del tiempo con respecto al peróxido como respuesta..79
Tabla 24. Análisis al CaCO3 con respecto al peróxido como respuesta ..79
Tabla 25. Interacción tiempo y temperatura con respecto a los peróxidos 80
Tabla 26. Interacción temperatura CaCO3 (peróxidos) 80
Tabla 27. Interacción temperatura, tiempo y carbonato de calcio (peróxidos).....81
Tabla 28. Análisis de varianza siendo la respuesta k232.....82
Tabla 29. Factor de temperatura (k232).....82
Tabla 30. Factor tiempo (k232) 82
Tabla 31. Interacción temperatura y carbonato de calcio (k232) 82
Tabla 32. Interacción tiempo y carbonato de calcio (k232) 83

Tabla 33. Análisis de varianza en k270 como respuesta 84
Tabla 34. Factor carbonato de calcio (k270).....84
Tabla 35. Interacción temperatura y tiempo (k270).....84
Tabla 36. Interacción temperatura y carbonato de calcio (k270).....85
Tabla 37. Interacción tiempo y carbonato de calcio (k270) 85
Tabla 38. Interacción de temperatura, tiempo y carbonato de calcio (k270)
.....86

Introducción

La aceituna es uno de los productos destacados en el distrito del Algarrobal de la provincia de Ilo – Moquegua, tiene una producción de 287,96 toneladas, con un rendimiento de 176 toneladas por hectárea (SIEA, 2021). Sin embargo, este producto no cuenta con una certificación orgánica, pero algunos productores poseen la certificación de "fundo verde" emitida por SENASA, con el cual se viene promoviendo técnicas adecuadas de cultivo, evitando así el uso de sustancias tóxicas (plaguicidas, fungicidas, pesticidas), y la salud del agroecosistema (López-Yerena et al., 2019).

En la actualidad existen diferentes variedades de aceituna, no obstante, en Perú las variedades de mayor producción son la sevillana y manzanilla, seguidas en menores volúmenes ascolana, picudo, barnea entre otros (Burga Gamboa, 2021). Sin embargo, estas no pueden ser consumidas después de la cosecha, por lo que es necesario procesarlas. El 80% son destinadas para aceituna de mesa y el 20% para la elaboración de aceite de oliva (Asqui Garnica, 2016). Las aceitunas de mesa se fermentan en salmuera (cloruro de sodio) al 4-6% (Mancilla Joaquin, 2013). En el caso del aceite de oliva, este debe ser molido, batido y centrifugado (Inarejos-García, Gómez-Rico, Salvador y Fregapane, 2009). El sistema Abencor es utilizado a escala de laboratorio como alternativa para la obtención de una muestra de aceite de oliva en cantidad suficiente, a partir de aproximadamente un kilogramo de aceituna, para la realización de ensayos de investigación (calidad y rendimiento) que serían difíciles de realizar a escala industrial, este sistema consta de un molino, una termobatidora y una centrifugadora (Peres, Martins y Ferreira-Dias, 2014).

El aceite de oliva es un alimento que se consume a nivel mundial debido a su composición nutricional (ácidos grasos) y beneficios para la salud como la prevención de enfermedades cardiovasculares (Kouli et al., 2019) y generación de un envejecimiento saludable (Foscolou et al., 2019). El aceite de oliva está compuesto por 71% de ácido oleico y 1% de palmitoleico (grasas mono insaturadas); 10% de linoleico y 1% de linolénico (grasas poliinsaturadas) (Lozano Sánchez, Segura Carretero y Fernández

Gutiérrez, 2016). Según los diversos estudios el consumo de aceite incrementa los HDL-colesterol consiguiendo disminuir el riesgo cardiovascular, controlando así la aterogénesis, mejora la hipertrigliceridemia, disminuye la secreción pancreática protegiendo al sistema digestivo (Zamora Ardoy, Bañez Sánchez, Báñez Sánchez y Alaminos García, 2004), tiene propiedades antiinflamatorias debido al componente antioxidante llamado oleocanthal (López-Miranda et al., 2010; Gonzales Pérez, 2020) y el compuesto fenólico oleuropeína ayuda a prevenir el cáncer de colon, mama y piel (González Moreno y Valdarrema Rodríguez, 2014). Adicionalmente, el crecimiento anual de la exportación de aceite de oliva a nivel nacional en el 2020 hasta el mes de septiembre es de 7% con un valor de 2605 toneladas comparada al año anterior 2381 toneladas (AGRODATA PERU, 2020), este incremento promueve un mayor enfoque en mejorar su producción y control de calidad.

Los parámetros de la extracción del aceite de oliva son el índice de madurez de la aceituna, temperatura, tiempo, adición de coadyuvantes, granulometría de la pasta, velocidad de batido y las fases de centrifugación, de los cuales, el proceso de batido, es el que genera el fenómeno de coalescencia logrando así la separación del aceite de la pasta, por lo que se lo considera crucial para el rendimiento de aceite de oliva, asimismo, los factores de tiempo, temperatura (Inarejos-García et al., 2009; Kalogianni et al., 2019), y la adición de carbonato cálcico en este proceso mejoran la extracción de este producto (Di Giovacchino, Sestili y Di Vincenzo, 2002; Moya Vilar, Fernandez Valdivia, Diaz Rodriguez y Espinola Lozano, 2008).

Los parámetros de control de calidad del aceite de olivo establecidos por NTP 209.013:2008 (INDECOPI, 2008) (véase en el Anexo 05) son: el índice de acidez (en base al ácido oleico), índice de peróxidos y el índice de extinción el cual permite ver la evolución de la degradación del aceite en diferentes temperaturas, los compuestos de oxidación primario (peróxidos e hidroperóxidos) se absorben 232 nm y la oxidación secundaria (aldehídos, cetonas, polímeros) en 270 nm (Paz Antolín y Molero Meneses, 2000)

I. Planteamiento del problema

1.1. Descripción y formulación del problema

En estos días la mayoría de los consumidores demandan productos naturales, pero la mayoría de los agricultores usan sustancias químicas para la aceleración del crecimiento de los frutos, como también, para el control de plagas; sin embargo, estos generan desgaste de los suelos, y los productos obtenidos, como el aceite de olivo, presentan residuos de los químicos utilizados, por lo que la aceituna con certificación de "fundo verde" (manejo orgánico) puede ser una alternativa para el no uso de sustancias químicas dañinas, así también mantener y/o mejorar las características físico químicas del fruto (Volakakis, Kabourakis y Leifert, 2017).Por lo que, es de gran importancia su utilización en sus derivados.

En la actualidad la aceituna cosechada tiene como finalidad el consumo directo como aceituna fermentada o la obtención de aceite de olivo. Para el caso del aceite de oliva, los productores del distrito Algarrobal utilizan métodos tradicionales presentando un 10% de rendimiento, el cual es inferior a los reportados en Tacna con el 18% (ENFOQUE ALIMENTOS, 2017) y 24% en España (COMUNIDAD MADRID, 2014), por lo que es necesario incrementar el rendimiento para obtener mejor rentabilidad de los productores de aceite de oliva.

El bajo rendimiento de extracción de aceite de oliva se debe a que los productores no cuentan con financiamiento suficiente para aplicar nuevas tecnologías en los parámetros de los procesos o para la compra de nuevos equipos, esto es debido a sus reducidos ingresos por el bajo porcentaje de extracción y también por la única cosecha y producción que tienen al año.

La obtención de aceite se realiza mediante métodos tradicionales el cual consta en molido manual, prensado en capachos y decantación (de la torre Cárcamo, 2016), comparado con los métodos actuales de molienda mecánica, termobatido, y centrifugado de 2 o 3 fases (Kiritsakis y Sakellaropoulos, 2017). En el cual el termobatido y centrifugado reemplazan al prensado y decantado en un proceso tradicional.

Los parámetros utilizados a escala industrial son estandarizados, lo que dificulta poder realizar investigación a esta escala, a fin de poder mejorar los rendimientos, el sistema ABENCOR es un sistema a nivel de laboratorio, que permite utilizar diferentes niveles de los parámetros como temperatura (25ºC y 35ºC) y tiempo de batido (30 min y 60 min), que influyen en las características fisicoquímicas del aceite de oliva (Marx et al., 2020a), pudiendo generar menor acidez libre, y estabilidad oxidativa adecuada (Boselli et al., 2009; Zanetic et al., 2014; Stefanoudaki et al., 2011). Pero el uso de la temperatura y tiempo adecuado no son el único parámetro que puede incrementar el rendimiento, sino también, la adición de carbonato de calcio en una concentración del 1% y 2%, ya que ayuda a capturar mayor cantidad de gotas de aceite en "pastas difíciles" (Squeo et al., 2016), sin alterar la calidad del aceite (Muço y Kopali, 2019).

Por lo antes comentado, el presente trabajo pretende determinar la influencia de la temperatura y tiempo más la adición de carbonato de calcio en el proceso de batido mediante el uso del sistema ABENCOR en la extracción del aceite de oliva.

1.1.1. Formulación del problema

1.1.1.1. Interrogante general.

¿Cuál es la influencia de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico en la calidad y rendimiento del aceite de oliva a partir de aceituna orgánica?

1.1.1.2. Interrogantes específicas.

- ¿Cuál es el efecto de la temperatura, tiempo de batido y adición de carbonato cálcico sobre el rendimiento del aceite de olivo?
- ¿Cuál es el efecto de la temperatura, tiempo de batido y adición de carbonato cálcico sobre la calidad del aceite de olivo expresado en valores de acidez, Índice de peróxidos y espectrofotometría UV (k232 y k270)?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la Influencia de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico en la calidad y rendimiento del aceite de oliva a partir de aceituna orgánica

1.2.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico sobre el rendimiento del aceite.
- Evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico sobre la calidad expresado en valores de acidez, Índice de peróxidos y espectrofotometría UV (k232 y k270).

1.3. Justificación e importancia

Actualmente el rendimiento promedio de extracción de aceite de olivo en la ciudad de Ilo según la asociación de productos de aceituna y aceite de olivo es: por cada 10 kg de aceituna es de un litro de aceite de olivo obteniéndose 10% de utilidad (Mejía García de Zenteno, comunicación personal, 15 de Abril de 2018), que comparado con un 18% en la ciudad de Tacna y 24% en España es menor, teniéndose que los costos de producción son altos, y la rentabilidad es baja, por lo cual, es difícil para estos productores ser competitivos en el mercado. Además que, al generar poca eficiencia de extracción, la cantidad de residuos (licor acuoso, alpechín y orujo) es mayor, y una mala disposición de ellos generaría contaminación (Cabrera, 1995).

El bajo rendimiento por parte de los productores de Ilo es debido al uso de equipos de extracción tradicional como la prensa hidráulica, el cual al ser modernizado con un termobatidor, mejorará el efecto de separación de fases en el proceso de batido y por consecuente el de rendimiento de extracción hasta un 30% más (de la torre Cárcamo, 2016). adicionalmente el uso de coadyuvantes tecnológicos, como el carbonato de calcio,

incrementan también el rendimiento sin alterar los parámetros físico-químicos del aceite de olivo, debido a que ayuda a extraer las gotas de aceite en las pastas difíciles (Moya Vilar et al., 2008).

Siendo la composición nutricional y funcional del aceite de oliva de importancia para los consumidores, y el rendimiento para los productores, es de necesidad un mayor conocimiento del efecto de la temperatura, tiempo y adición de carbonato de calcio en el proceso de batido para la obtención de un mayor porcentaje de aceite a partir de aceituna con certificación de "fundo verde", con el fin de que los productores puedan adaptar esta nueva tecnología para su beneficio económico sin alterar los estándares de calidad de sus productos.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general.

La Influencia de la temperatura, tiempo de batido y adición de carbonato cálcico mejoran la calidad y el rendimiento del aceite de oliva a partir de aceituna orgánica.

1.4.2. Hipótesis específicas.

- La temperatura, tiempo y la adición de carbonato de calcio en el proceso de batido influyen en el rendimiento de aceite de oliva.
- Los valores de acidez libre, índice de peróxidos y absorción espectrofotométrica ultravioleta (k232 y k270) no son afectados por los factores de temperatura, tiempo y la adición de carbonato de calcio en el proceso de batido

1.5.1. Variables independientes.

- Temperatura de batido (°C) = 25, 30 y 35
- Tiempo de batido (min) = 30 y 60
- Carbonato cálcico (%) = 0, 1 y 2

1.5.2. Variables dependientes.

- Rendimiento expresado en porcentaje
- Índices de deterioro: Grado de acidez, Índice de peróxidos y Absorbancia en el ultravioleta (K232 y K270)

1.5.3. Indicadores

Para la determinación de la temperatura y tiempo de batido de frutos orgánicos de olivo (*Olea europea sativa*) proveniente del valle Algarrobal de la Provincia de Ilo – Moquegua, se tomará como referencia para su definición, clasificación y calidad la Norma Técnica Nacional NTP 209.013:2008, así como normas de organismos internacionales CODEX STAN 33-1981, si se ajustan a parámetros de calidad.

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Amirante et al. (2001), extrajeron aceite de olivo virgen de Tucsany en una planta equipada con un molino, batidor, decanter de presión dinámica variable y centrifugador vertical para evaluar la influencia del batido, utilizaron diferentes temperaturas (27, 32 y 35ºC) y tiempos (45 y 60 min) en el batido y obtuvieron a temperatura de 35ºC y 45 minutos de batido el mejor porcentaje de extracción (17.4%).

Inarejos-García et al. (2009) analizaron la influencia de las condiciones de batido (temperatura y tiempo) en el rendimiento de aceite de oliva virgen en la almazara (planta) y el sistema ABENCOR, en la cual mostraron que a temperaturas de 40ºC y tiempo de 60 min se alcanzaron rendimientos de 28% en la almazara y 12% en el sistema ABENCOR, sin embargo, en los parámetros de calidad no hubo diferencias significativas en el índice de acidez (0,20-0,28%), índice de peróxidos (5,7-8,1 mEq O_2/kg) y las absorción ultravioleta k232 (1,50-1,84); y k270 (0,12-0,19).

Veneziani et al. (2017), indicaron que la variación de temperaturas no afecta el rendimiento de extracción del aceite de oliva. Este estudio fue realizado en una planta industrial de extracción de aceite de olivo de Coratina, con un tiempo de 30 min y diferentes temperaturas obteniéndose rendimientos a 15ºC de 9,3%, 25ºC 10,1% y 30ºC 10,2%.

Espínola et al. (2009), mejoraron la extracción de aceite de oliva virgen en diferentes variedades de aceituna (picual, hojiblanca y arbequina) usando el sistema ABENCOR con centrifugación de dos fases y la adición carbonato de calcio ($CaCO_3$) al 2% produciendo mayor rendimiento de extracción hasta 24% (19% mayor rendimiento que los aceites sin el coadyuvante) en condiciones de temperatura 30ºC y tiempo de 55min. Además, los parámetros de calidad se mostraron en índice de acidez (0,14-0,37%), índice de peróxidos (4,18-12,4 mEq O_2/kg) y coeficientes de extinción en absorbancias de k232 (1,27-1,75) y k270 (0,10-0,20).

Moya et al., (2010), desarrollaron ensayos industriales con coadyuvantes (carbonato de calcio y talco) para la extracción de aceite de oliva con la variedad Picual con un decanter de dos fases. Los parámetros de batido como la temperatura de 24,5ºC, el tiempo de 2 horas y adición de 0,3% de Carbonato de calcio (Calcipur 2) aumentaron el rendimiento en 2%.

Ben Brahim et al. (2015) obtuvieron aceite de oliva extra virgen de Chemlali con el sistema ABENCOR consistiendo en una centrifugación de dos fases con una temperatura de 31ºC, tiempo de 20 min y la adición de 1,6% de carbonato de calcio logrando incrementar el rendimiento de 24,3% a 26,4% (8,64% mayor al del control), los cuales muestran valores de calidad como índice de peróxidos de 9,23-15,66 mEq O_2/kg, k232 entre 1,62-2,26 y k270 de 0,062 hasta 0,079.

Squeo et al. (2016), desarrollaron la influencia del carbonato de calcio con (Calcipur 2 y Calcipur 5) en el rendimiento y calidad del aceite de oliva en una planta con centrifugación de tres fases. A una temperatura de 25ºC y tiempo de 45 min, en el proceso de batido se observó que la adición del 2% de Calcipur 5 incremento en 4% la extracción, sin embargo, 1% de Calcipur 2 aumentó 4,9%, además, presentaron valores de índice de acidez de 0,34-0,50%, índice de peróxidos de 2,75-6,14 mEq O_2/kg y valores de los coeficientes de extinción k232 1,574-1,843 y k270 0,112-0,208.

Tamborrino et al. (2017), mostraron que el carbonato de calcio no afecta el rendimiento y calidad en la elaboración de aceite de olivo cv. Coratina. En este estudio en el proceso de batido se utilizó una temperatura de 26ºC por 40 minutos y la adición de 2% y 4% de carbonato de calcio (Calcipur 5), los rendimientos obtenidos fueron de 17% que, comparados con las muestras sin $CaCO_3$ (16,5%) no presentaron diferencias significativas, sin embargo, los valores de los parámetros de calidad de índices de acidez 0,25-0,56%, índice de peróxidos 4,65-10,75 mEq O_2/kg y coeficientes de extinción k232 1,542-1,702 y k270 0,099-0,210 no presentaron diferencias significativas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aceituna.

La familia *Oleaceae* incluye árboles y arbustos de regiones tropicales y templadas, dentro del género *Olea*, el olivo (*Olea europaea L.*) es la única especie con fruto comestible (Villarino Cabrera y Cabrera Carnal, 2011). La aceituna es fruto del olivo, que se caracteriza por ser de pulpa carnosa, amarga y rica en aceite con un hueso leñoso (Guevara Pérez, 2015).

La aceituna se devide en tres partes: a) la parte exterior o epicarpio, es el tejido que sirve de envoltura y representa entre el 0,5% a 2,5% del peso del fruto, su color cambia durante la maduración, desde una tonalidad verde intensa hasta un color negro. b) La parte media, mesocarpio o pulpa, a la que corresponde la mayor parte del peso del fruto, simboliza entre el 70% y el 85% y la parte interna, endocarpio o hueso, incorpora entre el 15% y el 30% del peso del fruto, encierra la semilla con el embrión (2% a 3% del peso) (FAO, 1982; Vilar, 2019)

Tabla 1

Composición química de la aceituna (base seca).

Componente	**Aceituna**
Energía (kcal)	298,00
Agua (g)	57,50
Proteínas (g)	0,80
Grasa total (g)	32,10
Carbohidratos totales (g)	7,30
Cenizas (g)	2,30
Calcio (mg)	86,00
Fósforo (mg)	55,00
Hierro (mg)	2,40
Tiamina (mg)	0,03
Riboflavina (mg)	0,22
Niacina (mg)	0,80

Fuente: (Reyes García, Gómez Sanches y Espinoza Barrientos, 2017)

La composición de la aceituna varía según las condiciones ambientales y de manejo agronómico (Volakakis et al., 2017), donde la cantidad del aceite varía entre 18-32%, agua entre 40-55%, hueso y tejidos vegetales entre 23-35% (Reboredo Rodríguez, 2015). La composición química de la aceituna se detalla en la Tabla 1 en la variedad Sevillana. En la siguiente Tabla 2 se refleja la composición química de las partes de la aceituna, epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

Tabla 2.

Composición química de las principales partes de la aceituna

Parte	Componente (%ms*)				
	Proteínas	**Lípidos**	**Fibra**	**Carbohidratos**	**Cenizas**
Epicarpio	9,8	3,4	2,4	82,8	1,6
Mesocarpio	9,6	51,8	12,0	24,2	2,3
Endocarpio	1,2	0,8	74,1	22,7	1,2

*porcentajes obtenidos en materia seca

Fuente: Marca Pari, (2008).

2.2.1.1. Producción de aceituna

La aceituna es el producto principal de la provincia de Ilo, cuya producción es de 288 toneladas que representa el 0,15% de la producción nacional, en la actualidad se cuenta con una superficie cultivada de 164 hectáreas con un rendimiento de 1756 kg/ha (SIEA, 2021). La provincia de Ilo tiene tres distritos, cuya producción representa: El Algarrobal con 74,3%, Pacocha 11,2% e Ilo 14,5%, cuyas cosechas se obtienen entre mayo hasta setiembre (MIDAGRI, 2021).

2.2.2. Aceite de olivo.

El aceite de oliva es el alimento más emblemático de la dieta mediterránea, es el único aceite vegetal que puede consumirse crudo sin refinar, conservando su contenido en vitaminas, ácidos grasos esenciales y otros productos de gran importancia, como los antioxidantes naturales, vitamina E y polifenoles (Martines Alvarez et al., 2008).

2.2.2.1. Composición del aceite de oliva.

La composición del aceite fluctúa según la variedad de la aceituna, condiciones agroclimáticas y el grado de madurez de la aceituna. El contenido en aceite en la aceituna incrementa gradualmente con la maduración de la misma hasta que alcanza un valor constante; debido a que la síntesis de triglicéridos se mantiene a un cierto grado de maduración alcanzado, el cual finaliza la síntesis del aceite (Pinto y Martínez, 2008).

El aceite de oliva virgen está compuesto por la fracción saponificable (98,5-99,5%), compuesta por ésteres de ácidos grasos y glicerina, triglicéridos, ácidos grasos, y siendo de mayor porcentaje el ácido oleico; la fracción insaponificable se muestra en 1,5%, los cuales son solubles en disolventes, en ellos se encuentran los esteroles, ceras, hidrocarburos, terpenos, pigmentos no terpénicos (clorofila), carotenos, tocoferoles, y los polifenoles influyentes de las cualidades organolépticas de los aceites. (Lopez Perez, 2010). Además, para obtener un buen producto de calidad, la maduración del fruto, el transporte y el proceso tecnológico son factores fundamentales (Kycyk, 2014).

2.2.2.2. Producción de aceite de olivo en el extranjero y Perú

España es el país que produce mayor cantidad de aceite en el mundo con más de 1,25 millones de toneladas de aceite de oliva, seguido de Italia (0,35 millones de toneladas), Grecia (0,30 millones de toneladas) (SEVI, 2020). Por la nueva coyuntura se estima una producción de 5000 toneladas para Perú (Nieto Carricondo et al., 2019), de los cuales hasta setiembre de este año 2020 se tiene una exportación de 2,605 toneladas de aceite de oliva siendo España el mayor país importador con un 61%, seguido de Australia (12%) y Bolivia (9%) (Koo, 2020).

2.2.2.3. Sistemas de extracción de aceite de oliva

El aceite de oliva es obtenido a partir de operaciones mecánicas o físicas, en condiciones térmicas que no produzcan la alteración del aceite, sin más

tratamiento que lavado, molido, batido, centrifugado y filtrado (Malvis Romero, 2020).

2.2.2.4. Sistema de extracción tradicional

Figura 1

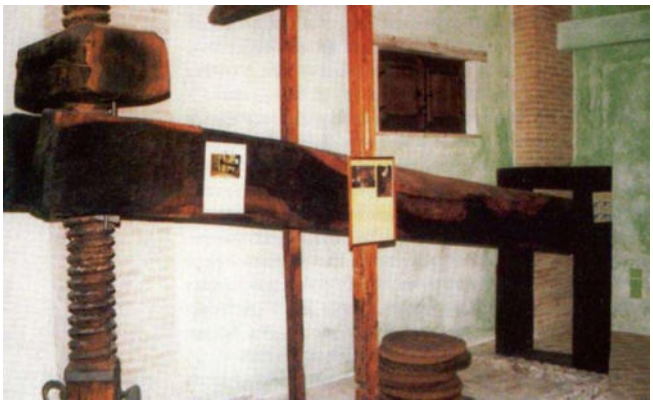
A trapetum, una de los primeros molinos de piedra

3. 

Fuente: Di Giovacchino et al. (2002)

Figura 2

Prensa de madera con viga



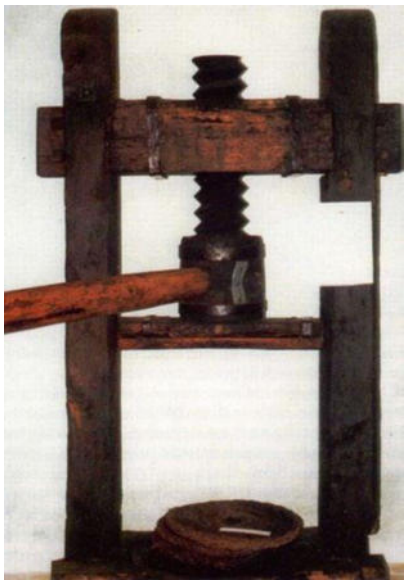
Fuente: Di Giovacchino et al. (2002)

Se realiza con molinos manuales de torsión, pisado o mixto, molinos de friccion de piedras horizontales o por fuerza animal (Figura 1) (Hidalgo Masaquiza y Elizabeth, 2018). Continuado por el prensado de forma mecánica con una carga limitada de la pasta siendo este un sistema de discontinuo, donde la pasta se coloca sobre capachos, disco poroso de fibra de esparto, apiladas una sobre otra, formando un cargo, quedando

en los capachos el orujo (Di Giovacchino, 2013), el cual se muestra en la Figura 2 y 3. El proceso de decantación se realiza por reposo el cual despues de un tiempo permite la separación del aceite, estando este en la parte superior, y el alpechín en el fondo (Jimenez Marquez, Hermoso Fernandez y Uceda Ojeda, 1995).

Figura 3

Una prensa de madera con tornillo



Fuente: Di Giovacchino et al. (2002)

- **Sistema de extracción continua**

Este sistema inicia en la molienda de la aceituna donde se forma una pasta homogénea, en este proceso los glóbulos de aceite liberados se acumulan y forman gotas de mayor tamaño, las cuales se mantienen con el agua de vegetación, agua que contiene la aceituna, y el agua del proceso anterior de lavado (Caponio, Gomes, Summo y Pasqualone, 2003). En la Figura 4 y 5 se observan los tipos de molino de discos y de martillo.

El batido es el siguiente proceso donde las membranas de lipoproteínas, que ligan las gotas de aceite con las de agua y coloides vegetales, son removidas, generando el fenómeno de coalescencia (R. Amirante et al., 2001), logrando la separación de la fase oleosa y acuosa, asimismo, este proceso define la calidad química y organoléptica del aceite (Marx et al.,

2020b). El porcentaje de gotas dispersas en la pasta con un diámetro superior a 30 micras aumenta al 80-85% luego de un buen batido (J. María, Martos, Antonio y Sanchez, 2016). En la Figura 6 se muestra batidoras modernas en paralelo cerradas.

Figura 4

Molino de discos



Fuente: VILAR (2019)

Figura 5

Molino de martillo



Fuente: VILAR (2019)

El siguiente proceso es la centrifugación, el cual genera una sedimentación acelerada donde los componentes densos se desplazan fuera del eje de rotación y los ligeros tienden a desplazarse hacia el eje de rotación (VILAR, 2019). Este proceso se puede realizar en dos y tres fases, en el proceso de tres fases se añade agua en el decanter, produciendo tres corrientes: aceite, residuos sólidos u orujo y residuos líquidos o alpechín, por otro lado, la de dos fases no necesita agua teniendo como resultado solo aceite

y orujo (Jimenez Marquez et al., 1995; P. Amirante et al., 2010). En la Figura 7 se muestra un decanter de centrifugación.

Figura 6

Batidoras modernas colocados en paralelo, cerrados y equipados con una ventana.



Fuente: Di Giovacchino et al. (2002)

Figura 7

Decanter de centrífugación en molino de aceite italiano de tamaño mediano a grande.



Fuente: Di Giovacchino et al. (2002)

- **Sistema ABENCOR (escala de laboratorio).**

Según Lopez & Moreno (2016), El análisis de aceitunas mediante sistemas físicos-mecánicos es realizado con el método ABENCOR, puesto a punto por Leví de León en 1965, determina el rendimiento industrial de aceitunas reproduciendo, a escala de laboratorio, el mismo proceso aplicado en las almazaras, esto es, el sistema continuo de dos fases con molienda, batido y centrifugación. El porcentaje de aceite obtenido (%RI) de la muestra se calcula usando la expresión siguiente:

$$RI(\%) = \frac{V * \rho_{aceite}}{MB} * 100$$

Donde:

V: volumen de aceite obtenido (en mililitros)

MB: masa de la pasta batida (en gramos)

ρ_{aceite}: densidad correspondiente al aceite (g/ml); su valor es 915 g/ml

Figura 8

Molino de martillos del sistema Abencor



El sistema ABENCOR está comprendido por un molino de acero inoxidable que puede adecuarse para distintos grados de molienda, el cual tiene un motor de 2 CV a 3,000 rpm; Una termobatidora de forma circular, que puede batir ocho muestras a la vez, el cual puede ser regulado en diferentes temperaturas por el baño de agua caliente, en la parte superior se alojan ocho paletas que baten la pasta dentro de los jarros, a una velocidad de 50 r.p.m.; y una centrifugadora, constituido por un bol, que gira a 3,500 r.p.m.

El accionamiento se efectúa mediante un motor eléctrico 2 CV (Ccoñislla Mamani, 2013). En la Figura 8, 9 y 10 se muestra la obtención de los diferentes tipos de aceite de olivo.

Figura 9

Termobatidora del Sistema Abencor



Figura 10.

Centrifugadora del sistema Abencor



2.2.2.5. Factores que influyen en el rendimiento y calidad

Los factores que influyen en el rendimiento de la extracción del aceite de oliva son los siguientes.

- Almacenamiento de la aceituna: en esta etapa las aceitunas pueden ser dañadas a causa de la fermentación generada por las enzimas y bacterias del polvo y otras materias extrañas; y posteriormente la oxidación del aceite, por lo que se recomienda almacenarlas en agua con la adición de preservantes como cloruro de sodio o ácido cítrico al 3% (Benito, Oria y Sánchez-Gimeno, 2009).

- Molido: este proceso rompe los tejidos vegetales donde se encuentra la fase oleosa o aceite y se debe realizar con la mayor uniformidad posible (Jimenez Marquez et al., 1995). Por lo que es importante considerar el grado de molienda (gruesa o fina), velocidad de giro para evitar la oxidación de la pasta y/o perdida de aromas, calentamiento de la pasta generando disminución de volátiles y adición de agua en caso de que la aceituna se encuentre muy deshidratada y no permita la molturación (Servili, Piacquadio, De Stefano, Taticchi y Sciancalepore, 2002).
- Batido: los factores del batido deben de controlarse para minimizar la pérdida de calidad de la pasta de aceituna, siendo estos la temperatura, tiempo y adición de coadyuvantes como el carbonato de calcio. La temperatura y tiempo de batido tienen un papel importante debido a que disminuyen la viscosidad del aceite, favoreciendo su coalescencia y así incrementar el rendimiento del aceite, sin embargo, un calentamiento excesivo y un tiempo prolongado puede acelerar procesos oxidativos y generar pérdidas de componentes aromáticos, mayor astringencia, ceras, alcoholes y esteroles y tener menor vida útil (Guevara Pérez, 2015). El carbonato cálcico, es un coadyuvante tecnológico, que es más barato y abundante que el talco que, ayuda a separar la emulsión de aceite y agua". Esto significa que facilita la separación del aceite del agua y de los elementos sólidos, facilitando la extracción de un aceite más limpio y puro (Moya Vilar et al., 2008).

2.2.2.6. Calidad del aceite de oliva.

La calidad es la resultante de una serie de procesos y depende de la calidad inicial del aceite y de las condiciones de envasado y almacenamiento durante su vida útil, asimismo, la calidad inicial del aceite, depende de la materia prima y de sus condiciones de obtención y procesado (A. : María y García, 2014), además, la utilización de aceituna con manejo orgánico, a diferencia de las convencionales, ayuda a que los aceites de olivo extraídos no presenten residuos de pesticidas u otros químicos usados en el cultivo del olivo (Tsatsakis y Tsakiris, 2010).

Según la NTP 209.013:2008 y la norma comercial aplicable a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva del consejo oleícola internacional de

España mencionan que la denominación de aceite de oliva virgen se le brindará a los aceites obtenidos únicamente por procesos mecánicos u otros medios físicos, en condiciones que no generen la alteración del aceite, asimismo, aquellos aceites que se hayan realizado por reesterificación, con solventes o coadyuvantes que generen reacción química o bioquímica o sea producto de la combinación de aceites de otros productos, serán excluidos. (COI, 2012; INACAL, 2021). En la Tabla 3 se muestra los requisitos de calidad del aceite de olivo según la Norma Técnica Peruana (NTP) 209.013:2008(INACAL, 2021).

Tabla 3.

Requisitos de calidad del aceite de olivo

Categoría comercial	Acidez libre	Índice de peróxidos	Absorbancia en UV	
			232 nm	270 nm
1.Aceite de oliva virgen extra	≤1	≤20	≤2,50	≤0,22
2.Aceite de oliva virgen	≤2	≤20	≤2,50	≤0,25
3.Aceite de oliva virgen corriente	≤3,3	≤20		≤0,30
4.Aceite de oliva virgen lampante	>3,3	No limitado		
5.Aceite de oliva refinado	≤0,5	≤5		≤1,10
6.Aceite de oliva-mezcla de aceites de oliva refinados y aceites de olive vírgenes	≤1,5	≤15		≤0,90
7.Aceite de orujo de oliva crudo	>0,5			
8.Aceite de orujo de oliva refinado	≤0,5	≤5		≤2,00
9.Aceite de orujo de oliva	≤1,5	≤15		≤1,70

Fuente: NTP 209.013, Indecopi (2008). *Nota*. la acidez libre está en% m/m.

El índice de acidez indica el porcentaje de ácidos libres presentes en el aceite, expresado como porcentaje de ácido oleico ya que este es el mayoritario en el aceite de oliva (De torres sánchez, 2013). Los triglicéridos, que constituyen el 98% del aceite, están formados por los ésteres de los

ácidos grasos y la glicerina. La glicerina reacciona con moléculas de ácidos grasos dando lugar a monoglicéridos, diglicéridos o triglicéridos en el proceso de esterificación (Nieto Carricondo et al., 2019). Los procesos hidrolíticos son los que afectan al grado de acidez mientras que los oxidativos se reflejan en el índice de peróxidos y en la absorbancia en el ultravioleta (Ruiz dominguez, 2015).

El Índice de peróxidos es la cantidad de peróxidos, expresada en miliequivalentes de oxígeno activo presentes en un kilogramo de aceite, la oxidación de los ácidos grasos insaturados, por el oxígeno del aire, es un proceso complejo con reacciones que llevan a la aparición de radicales libres, siendo luego responsables del olor a rancio (De torres sánchez, 2013). Los peróxidos son los primeros compuestos en formarse una vez empezado el proceso oxidativo, también se les llama productos de la oxidación primaria. Asimismo, este se origina si la aceituna es maltratada, o el aceite no es protegido de la luz o calor, o los envases no son los adecuados (HANNA Instruments, 2020)

La prueba espectrofotométrica ultravioleta proporciona indicaciones sobre la calidad del aceite y su estado de conservación; el valor k232 indica la presencia de ácidos grasos poliinsaturados conjugados (linoleico y linolénico), los que reaccionan con el oxígeno generando hidroperóxidos, por lo que presentan un paso previo a la oxidación que del índice de peróxidos (Clodoveo, 2013); el valor k270 es la absorbancia de los compuestos con radicales “carboxilo” (aldehídos y cetonas), resultado de la rotura de los hidroperóxidos, mostrando una oxidación más avanzada que el índice de peróxidos. Si ambos valores de estos coeficientes son altos, el aceite presenta mayor grado de oxidación (Pastrana Moncayo, 2016).

2.2.3. Carbonato de calcio

El carbonato de calcio es uno de los componentes más abundantes. Tiene una estructura cristalina, afinidad al agua y carga eléctrica negativa. Su densidad es de 2,72 g/ cm3, el cual es tres veces la densidad del aceite,

por lo tanto, se elimina fácilmente con el orujo de la aceituna en el proceso de centrifugación (Espínola, Moya, De Torres y Castro, 2015).

En la elaboración de aceite de olivo el carbonato de calcio es un coadyuvante tecnológico de extracción que, debido a su cantidad, características y bajo precio, se ha utilizado en el proceso de batido para un mejor rendimiento de extracción del aceite, debido a que permite romper las emulsiones producidas en el proceso anterior (Tamborrino, Romaniello, Caponio, Squeo y Leone, 2019), donde el 20% de estas emulsiones son de difícil extracción (Ben Brahim et al., 2015)

El carbonato de calcio está siendo evaluado para su registro en la lista de coadyuvantes de extracción en el aceite de oliva virgen en España, sin embargo, el comité científico de la agencia española de seguridad alimentaria y nutrición (AESAN) en relación a su uso como coadyuvante tecnológico mencionó que es seguro (Farré Rovira, Martínez Larrañaga y López Rodríguez, 2011).

III. Método

3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo es de investigación tipo experimental aplicada cuantitativamente con un diseño experimental.

3.2. Ámbito temporal y espacial

Se utilizó el ámbito temporal transversal debido a que las muestras solo se evaluaron en un solo tiempo al finalizar la producción del aceite de oliva. Asimismo, solo se consideró la producción de aceituna de la provincia de Ilo con certificación de fundo verde emitida por SENASA.

3.3. Población y muestra

La población de estudio corresponde al total de la producción de olivo para aceite con certificación de "fundo verde" de SENASA en el valle Algarrobal de la Provincia de Ilo, teniendo la empresa "Agroindustrias Poquera", la única con esta certificación, una producción de 6 toneladas al año de las variedades Sevillana Criolla y Gordal (Aguilar Barojas, 2005). Donde se utilizó la siguiente fórmula para determinar la muestra:

$$m = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$$

Donde p= proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia (0,5), q= proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p), n = muestra, N= tamaño de la población, Z= nivel de confianza 95% (1,96) y d = error estándar (0,05).

Considerando que la empresa utiliza 6000 kg de aceituna para la elaboración de aceite de oliva, se tiene el siguiente tamaño de:

$$m = \frac{6000 * 1.96^2 0.5 * 0.5}{0{,}05^2(6000-1) + 1{,}96^2 0{,}5 * 0{,}5}$$

$$m = 361{,}1\ kg$$

De la muestra obtenida de 361,1 kg de aceituna, se utilizó el método del cuarteo para tener las proporciones de aceituna, el cual fueron de 0,8 kg de aceituna para cada tratamiento. Haciendo un total de 43,2 kg.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Materiales.

- 2 jabas de plástico de 30 kg
- 6 embudos de vidrio
- 6 probetas de 250 ml
- 6 vasos precipitados de 250 ml
- 1 vaso precipitado de 10 ml
- Frascos de plástico
- Matraz Erlenmeyer de 150 ml
- Matraz aforado de 10 ml, 100 ml, y 500 ml
- Pipetas volumétricas de 0,5 y 10 ml
- Bureta de 25 ml
- Bagueta
- 54 botellas de color verde oscuro de 200 ml

3.4.2. Insumos, soluciones y/o reactivos

- Carbonato de Calcio, marca Sur, 98,5%
- Hidróxido de potasio, marca Merck, pureza 99%
- Alcohol etílico. Marca Erza, pureza 96%
- Indicador fenolftaleína, marca J.T. Baker, pureza 99%
- Ácido acético glacial, marca J.A. Elmer, pureza 99,7%
- Cloroformo, marca Mol Labs, pureza 99,8%
- Tiosulfato de sodio, marca Biopack, pureza 99%
- Isooctano para espectroscopia 0.69 g/cm^3 Uvasol, marca Merck
- Yoduro de potasio, marca Merck, pureza 99,8%
- Almidón en polvo, marca Merck, pureza 99,9%

3.4.3. Equipos

- Balanza analítica, marca Ohaus, modelo PR523M capacidad de 520g, ± 0,01 mg de sensibilidad
- Balanza gramera, marca Ohaus, modelo C11P6 capacidad de 9 kg con precisión de 0,01g
- Cocina eléctrica Thermolyne, modelo 1500, rango de temperatura O-1200°C.
- Sistema ABENCOR, capacidad de 1 kg
  - molino de martillos MM-100, diámetro de criba de molino de 5,5 mm,
  - termobatidora TB-100 de 50 r.p.m.
  - centrifugadora
- Espectrofotómetro marca Thermo Scientific, Modelo Genesys 10 UV, sensibilidad ±0,5 nm

3.5. Procedimientos

3.5.1. Métodos experimentales.

Se utilizó aceituna orgánica con certificación de "fundo verde" de la ciudad de Ilo, la cual fue transportada en 2 jabas de plástico de 30 kg cada una, al laboratorio de procesos de aceites para la obtención del aceite de oliva y posteriormente al laboratorio de análisis físico químico de alimentos, ambas instalaciones pertenecientes a la Facultad de Industrias Alimentarias de la universidad nacional agraria la Molina (UNALM).

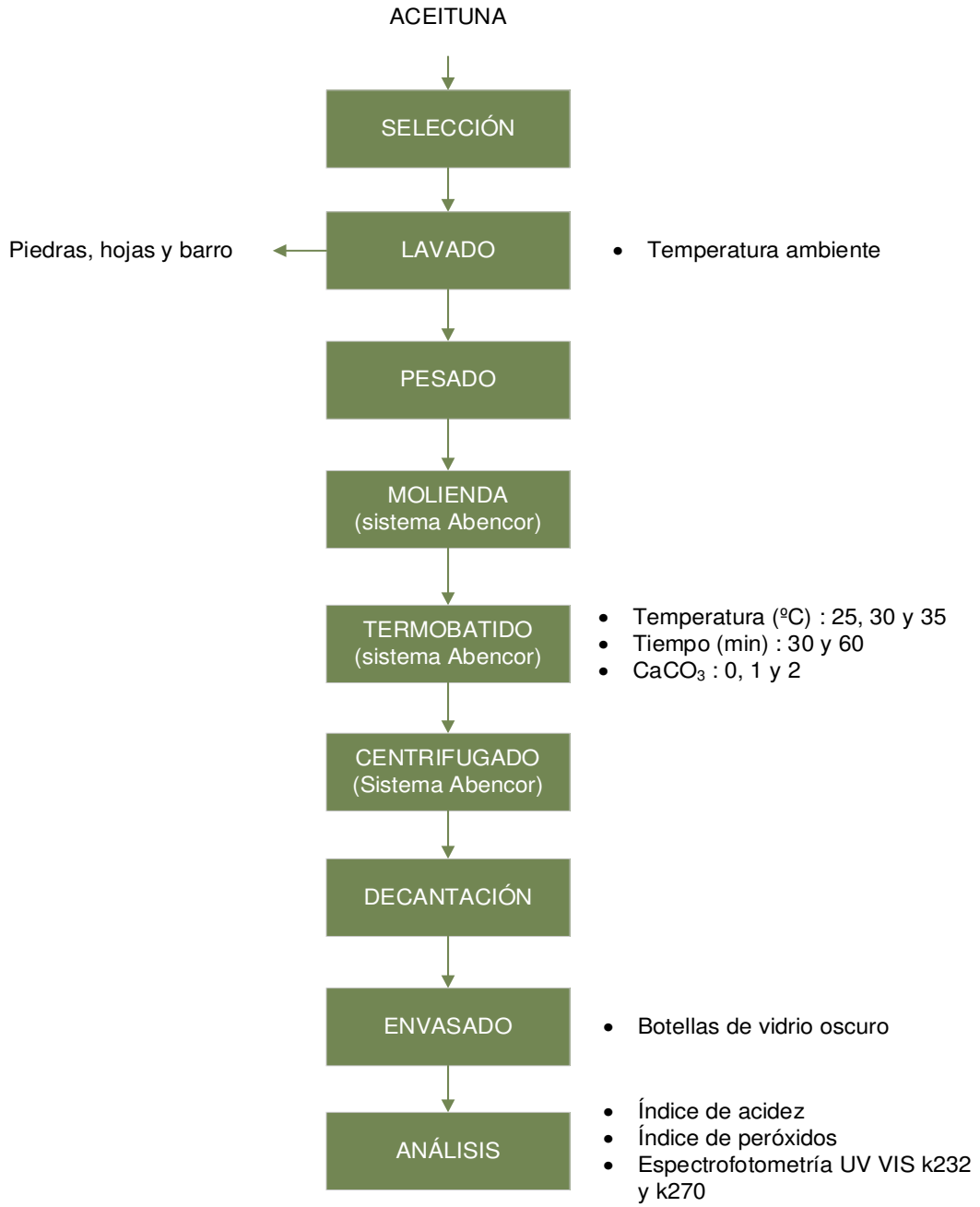
3.5.1.1. Determinación de Rendimiento

En la Figura 11 se muestra el diagrama del proceso de extracción de aceite de oliva donde se realizó la selección de las aceitunas separando las de coloración verde, dejando así las violáceas para la extracción, siendo estas después limpiadas y lavadas con agua a temperatura ambiente, para la eliminación de hojas e impurezas. Luego, se utilizó la balanza (Ohaus C11P6) y se pesó 1 kg de aceituna, se utilizó el sistema ABENCOR para los procesos de molido, batido y centrifugado, iniciando con el molino de martillos, luego de la pasta obtenida se pesó 0,7 kg para el proceso de

batido, en una termobatidora, sometiendo las diferentes muestras a temperaturas de 25; 30; 35°C; tiempos de 30; 60 min y se añadió carbonato de calcio a 0 g (0%); 8 g (1%); 16 g (2%), la pasta obtenida se vertió en la centrifuga durante 1 minuto, posteriormente se decantó de forma natural en probetas para obtener aceite de oliva por medio de separación de fases.

Figura 11

Diagrama del proceso de extracción de aceite de oliva



Posteriormente, el aceite de oliva obtenida se envasó en botellas verdes oscuras de 200 ml y se almacenó a temperatura ambiente, sin exposición a la luz solar.

3.5.1.2. Análisis de rendimiento

El rendimiento industrial del aceite de oliva es definido como el porcentaje de masa de aceite obtenida, el cual se obtuvo multiplicando el volumen medido en la probeta por la densidad de aceite de oliva respecto del peso de masa de la pasta de aceituna tomada para la extracción, expresada en g (Jiménez Márquez, Beltrán Maza, Uceda Ojeda y Aguilera Herrera, 2006; Salaverry Copaja, 2017).

$$R = \frac{v * \rho}{m} * 100$$

Donde: R= rendimiento, v= volumen, ρ= densidad y m = masa de la pasta de aceituna

La densidad del aceite se determinó con el peso del aceite de oliva en 50 ml de muestra.

3.5.1.3. Análisis de calidad del aceite de olivo

Los análisis se realizaron a través de un servicio con informe Nº 053-2018-GSCM, en el cual las muestras y sus repeticiones fueron llevadas al laboratorio de análisis físico químico de alimentos de la universidad nacional agraria la Molina (UNALM), donde se realizaron las determinaciones de índice de acidez, índice de peróxidos y de absorbancia k232 y k270 de la siguiente manera:

- Acidez libre

Según el método A.O.A.C 910.28 (1995), que se describe en el Anexo 06

- Índice de peróxidos

Se determinó según el método de la A.O.A.C 965.33 (1995), su procedimiento se encuentra en el Anexo 07

- Prueba espectrofotométrica en el ultravioleta (K232, K270)

Se utilizó el método recomendado por la AOAC Ch 5-91 (2008). Véase en el Anexo 08

3.6. Análisis de datos

Tabla 4.

Estructura del diseño experimental por tratamientos

P.	Trat.	T. (°C)	t (min.)	$CaCO_3$ (%)	R	P
Aceite de oliva	T1	25	30	0	3	• Rendimiento expresado en porcentaje • índice de acidez, Índice de peróxidos y espectrofotometría UV (k232 y k270)
	T2	25	30	1	3	
	T3	25	30	2	3	
	T4	25	60	0	3	
	T5	25	60	1	3	
	T6	25	60	2	3	
	T7	30	30	0	3	
	T8	30	30	1	3	
	T9	30	30	2	3	
	T10	30	60	0	3	
	T11	30	60	1	3	
	T12	30	60	2	3	
	T13	35	30	0	3	
	T14	35	30	1	3	
	T15	35	30	2	3	
	T16	35	60	0	3	
	T17	35	60	1	3	
	T18	35	60	2	3	

Nota. P. = producto; trat. = tratamientos; T. = temperatura; t = tiempo; R. Repeticiones; P.= procedimientos

En el presente estudio se utilizó un diseño factorial de tres factores 3X3X2 con 3 repeticiones, cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + e_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \; ; j = 1,2, \dots, b \; ; k = 1,2, \dots, c \; ; l = 1,2, \dots, r$$

donde r es el número de repeticiones, n = abcr es el número de observaciones, μ es la media general, τ_i es carbonato de calcio, β_j es temperatura, γ_k es tiempo y e_{ijkl} es el error. En la Tabla 6 se muestra el diseño experimental aplicado a este estudio.

Se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias significativas al 95% y de los que se presentó esta condición se utilizó las pruebas de significancia Tukey mediante el uso del programa INFOSTAT.

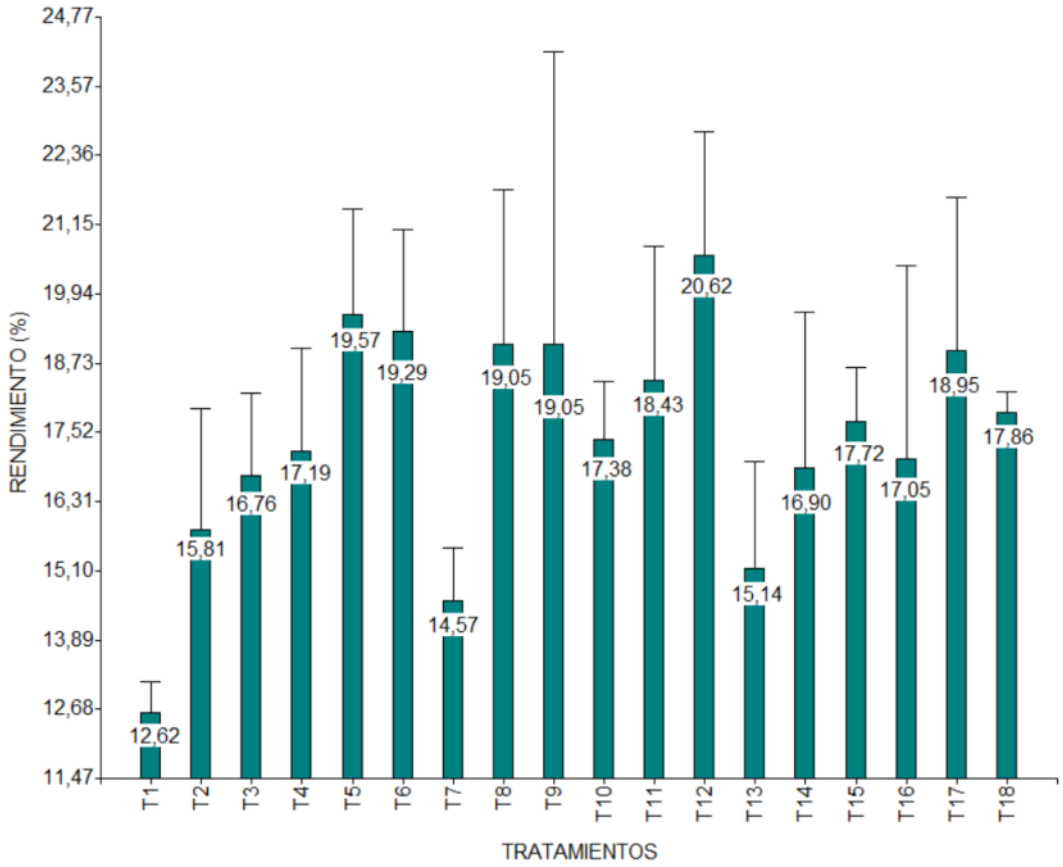
IV. Resultados y discusiones

En la extracción de aceite de oliva se ha comprobado la influencia e importancia de los factores de tiempo, temperatura y la adición de carbonato de calcio en el proceso de batido para un mejor rendimiento en la elaboración de aceite de olivo.

4.1. Efecto de la temperatura, tiempo de batido y adición de carbonato calcio sobre el rendimiento del aceite.

Figura 12

Rendimientos (%) y desviación estándar del aceite de oliva



En la Figura 12 se muestra los resultados obtenidos de la extracción de aceite de oliva en porcentaje de los diferentes tratamientos realizados en este estudio, en este gráfico se puede apreciar que el mayor valor de las medias es el T12 ($CaCO_3$:2%; T: 60ºC; t: 60 min) que presenta un rendimiento de 20,62% frente al T1 ($CaCO_3$:0%; T: 30ºC; t: 30 min) con el menor rendimiento de 12,62%. Esto es debido a que el $CaCO_3$ permite

extraer el aceite en forma de microgeles que se encuentra dentro del sistema coloidal de la pasta de aceituna que es difícil de obtener sin la adición de coadyuvantes tecnológicos de extracción (Bejaoui et al. 2016).

En la temperatura de batido se mostró que a 30ºC se obtiene mayor rendimiento 18,18% (véase Anexo 10 – Tabla 13) comparado entre tratamientos a temperaturas de 35ºC (17,27%) y 25ºC (16,87%), donde las últimas temperaturas mencionadas no presentan diferencias significativas entre sí. Sin embargo, en tiempos de 60 min se observó mayor rendimiento 18,48%, a diferencia de un tiempo de 30 min con 16,40%, siendo estos valores significativamente diferentes (véase Anexo 10 – Tabla 14). En la figura 14 se presenta la interacción de temperatura (ºC) y tiempo (min) con respecto al rendimiento de extracción, en la representación gráfica se observa una mejor extracción a: 30ºC: 60 min (18,81%); 25ºC: 60 min (18,68%); 35ºC: 60 min (17,95%); y 30ºC:30 min (17,56%), siendo no significativamente diferentes (véase Anexo 10 – Tabla 16). En esta última conjugación también se demuestra que a tiempos mayores el porcentaje de rendimiento aumenta. Estos resultados están relacionados a los obtenidos por Espínola et al., (2009a) al realizar el batido por 55 min a 30ºC y conseguir 18,31% de rendimiento, asimismo, se observó que a tiempos superiores a 60 min el porcentaje de extracción disminuye (Ranalli, Pollastri, Contento, Iannucci y Lucera, 2003). Además, a la temperatura de 45ºC (33,8%) se obtiene menores rendimientos que a 15ºC (34,6%) y 30ºC (38%) en un tiempo de 30 minutos, este comportamiento puede ser debido al cambio en la reología de la pasta y al aumento de las interacciones de los lípidos, proteínas y carbohidratos, teniendo como consecuencia que el aceite se quede en la pasta (Clodoveo, 2012; Kalua, Bedgood, Bishop y Prenzler, 2006).

El carbonato de calcio ha presentado mejores porcentajes de rendimiento siendo añadido al 1% (18,12%) y al 2% (18,55%), donde estos resultados no son diferentes significativamente (véase Anexo 10 – Tabla 15) (figura 13), sin embargo, al no adicionar $CaCO_3$ se muestra un porcentaje de rendimiento inferior de 15,66%, esto es a causa de que los coadyuvantes rompen las emulsiones de la pasta y permiten obtener mayor porcentaje de

aceite (Beltrán et al., 2010; Muço y Kopali, 2019; Giacomo Squeo, Difonzo, Summo, Crecchio y Caponio, 2020).

Figura 13

Rendimientos (%) vs carbonato de calcio (%)

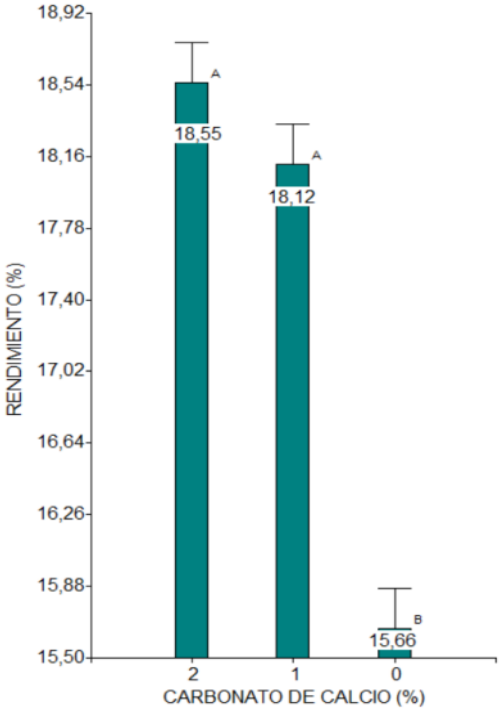
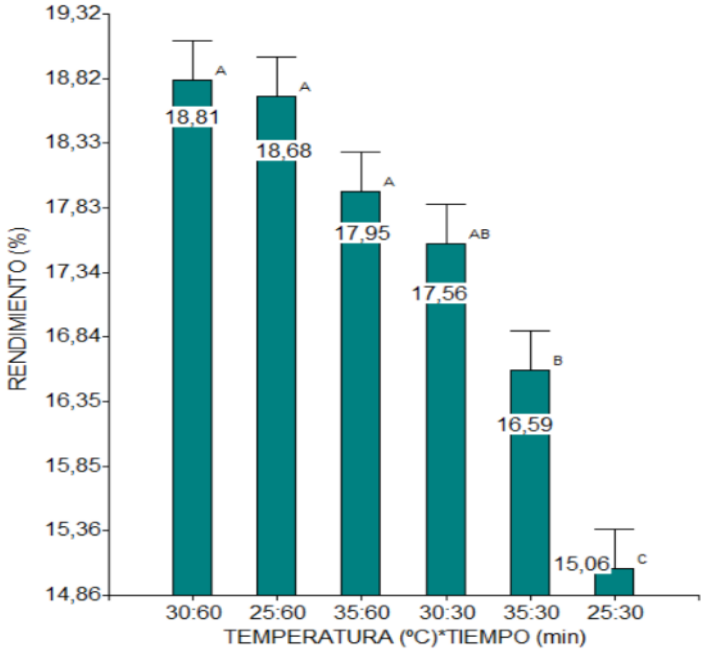


Figura 14

Rendimientos (%) vs temperatura y tiempo



No obstante, adicionar porcentajes mayores al 2% de carbonato de calcio no demuestran diferencias significativas que al agregar solo esa cantidad, por lo que solo generaría un gasto adicional en el proceso (Espínola et al., 2009a). En otros estudios se indicó valores de rendimiento relacionados a los datos obtenidos como Tamborrino et al. (2017), quienes extrajeron 17% de rendimiento al usar 2% de carbonato de calcio a un tiempo de 40 min. Ben Brahim et al., (2015) obtuvieron 24,3% al 1,5% de carbonato de calcio a 31ºC por 20 min. Según Clodoveo (2012) consiguió mayor rendimiento (17.5%) a 35ºC por 45 min. Muço y Kopali (2019), obtuvo 21,05% de aceite con la adición del 2% de carbonato de calcio, y 19,9% con el 1% del mismo coadyuvante. Por lo contrario, al añadir 0,3% de Calcipur2 (Carbonato de Calcio) solo generó un incremento de 2% a 24,5ºC (Espínola et al., 2009a).

4.2. Índice de Acidez, Índice de peróxidos y Espectrofotometría UV (232 y 270).

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros de calidad de la norma técnica peruana del aceite de olivo, pudiendo ser clasificados como “aceite de oliva extra virgen”.

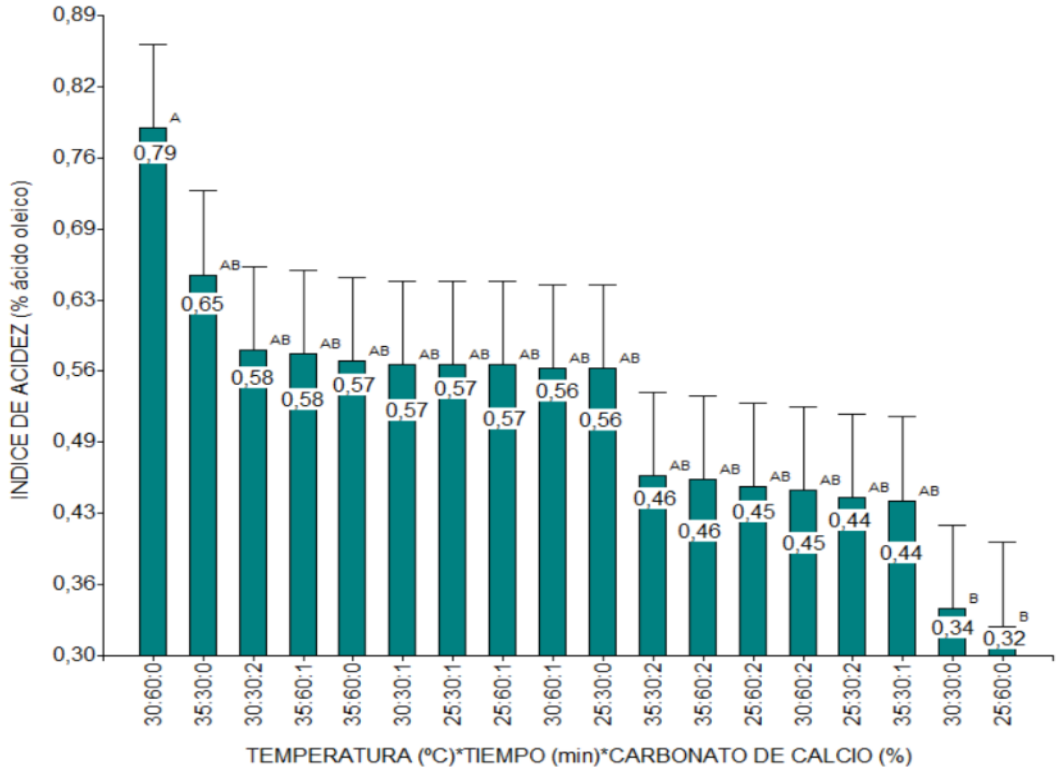
En el análisis de varianza de la acidez se observa que la interacción de tiempo, temperatura y adición de carbonato de calcio es diferente significativamente ($p<0,05$) (véase en Anexo 11 – tabla 18). En la figura 15 se muestra que a temperatura de 30ºC y, tiempo de 60 min, la acidez es mayor con un valor de 0,79 (véase también Anexo 11- Tabla 19), esto ocurre cuando la acción hidrolítica de las enzimas lipasas sobre los triacilglicéridos del aceite se someten a altas temperaturas y tiempos aumentando así el porcentaje de ácidos grasos libres (Hurtado & De la luz, 2011; Inarejos-García et al., 2009).

Los resultados obtenidos de índice de acidez son mayores a los valores en otros estudios, sin embargo presentan la misma relación de mayor acidez al ser sometidos a mayor temperatura y tiempo, como Ranalli et al., (2001) donde evaluaron temperaturas de 30ºC a 35ºC y observaron aumento del porcentaje de acidez de 0,32 a 0,37, posteriormente al incrementar la

temperatura de 35ºC a 45ºC la acidez aumentó hasta 0,4. Carmona (2017) obtuvo valores de 0,11 a 0,47 a una temperatura de 25ºC por 45 min.

Figura 15

Valores de tiempo, temperatura y % de carbonato de calcio vs índice de acidez



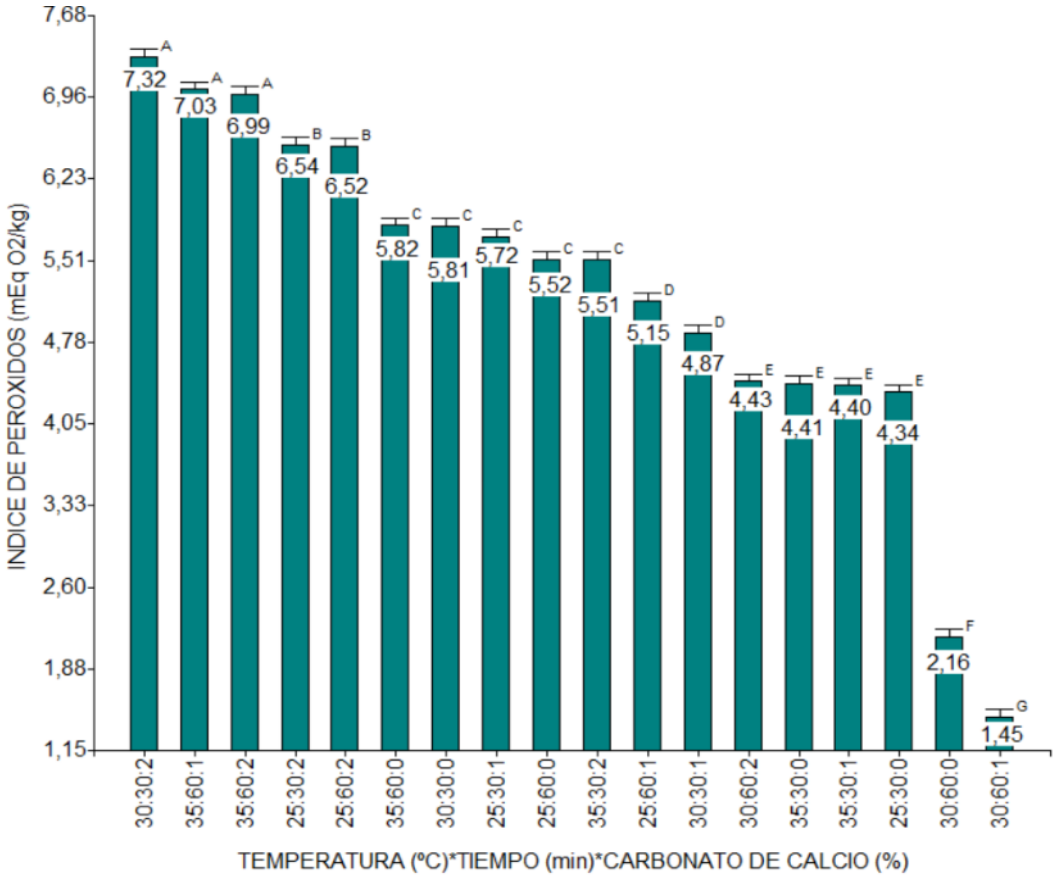
Según Moya Vilar et al., (2008) obtuvieron valores de 0,14 a 0,37 al incrementar ambos factores en diferentes variedades de aceituna Picual, Hojiblanca y Arbequina. La adición de $CaCO_3$ al 1% (0,55) y 2% (0,54) y la muestra sin el uso de coadyuvante (0,48) no presentan diferencias significativas con respecto a la acidez (véase en el Anexo 11 tabla 19).

El valor del índice de peroxidos (Figura 16) incrementó en una duración de batido de 30 min (5,43 mEq O2/kg) a diferencia de 60 min (5,01 mEq O2/kg), se observó también su aumento a temperaturas de 25ºC (5,63 mEq O2/kg) y 35ºC (5,69 mEq O2/kg) y de la misma manera con la adición del CaCO3 al 2% (6,22 mEq O2/kg), por lo que a mayor temperatura (35ºC) y a mayor tiempo (60 min) se obtuvo un alto valor de peróxidos 6,61 mEq O2/kg, esto es consecuencia del incremento de la actividad de la lipasa

intensificando de esta forma la oxidacion primaria y secundaria en el proceso de batido del aceite (Marx et al., 2020b).

Figura 16

Tiempo, temperatura, % de carbonato de calcio vs índice de peróxidos

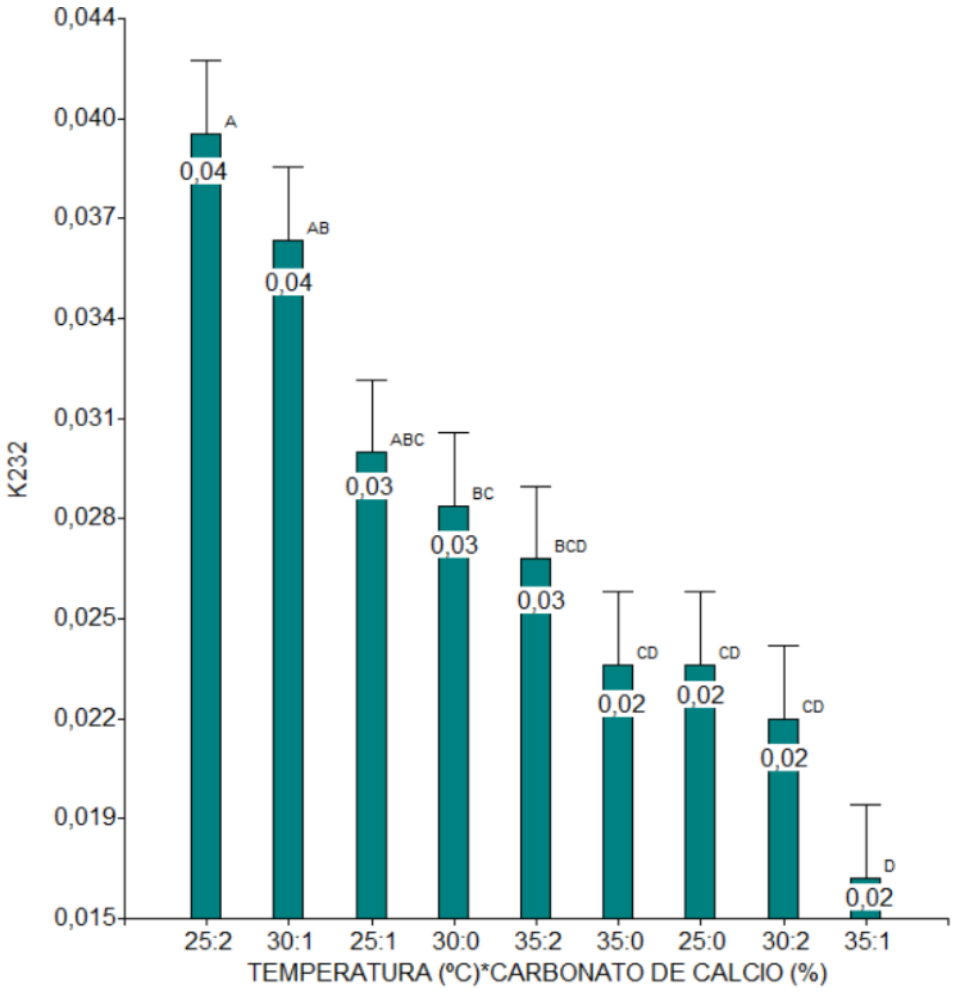


Con la adición de 2% de carbonato de calcio y baja temperatura (25ºC) se observaron mayor cantidad de peróxidos 6,53 mEq O_2/kg, esto podría ser causa del efecto mecánico del coadyuvante con el aceite, lo que pudo haber facilitado el contacto de las enzimas con sus sustratos, generando posteriormente su oxidación (G. Squeo et al., 2016). No obstante, la adicíon del 1% de carbonato de calcio y al no adicionarlo mostraron valores inferiores de peróxidos siendo estos valores 4,77 mEq O_2/kg y 4,68 mEq O_2/kg respectivamente, los cuales no son diferentes de manera significativa (véase Anexo 12 – tabla 24). Los valores obtenidos de índices de peróxidos están relacionados a otros estudios como Gonzalez Castro (2011), al encontrar que a mayor temperatura (36ºC) y tiempo (60 min) el valor de peróxidos incrementa a 5,3 mEq O_2/kg. Moya Vilar et al., (2008) obteniendo

11,25 mEq O_2/kg a 60 min y 30ºC. De la Torre Robles (2016), que observó variaciones entre 2,2 mEq O_2/kg y 6,98 mEq O_2/kg al aumentar la temperatura en aceites de oliva extra virgen. De torres sánchez (2013) al mostrar que a temperaturas de 60ºC, tiempo 60 min y porcentaje de talco (coadyuvante) 2%, mayor el valor de peróxidos 4,6 mEq O_2 /kg.

Figura 17

Valores de temperatura y % de carbonato de calcio vs k232

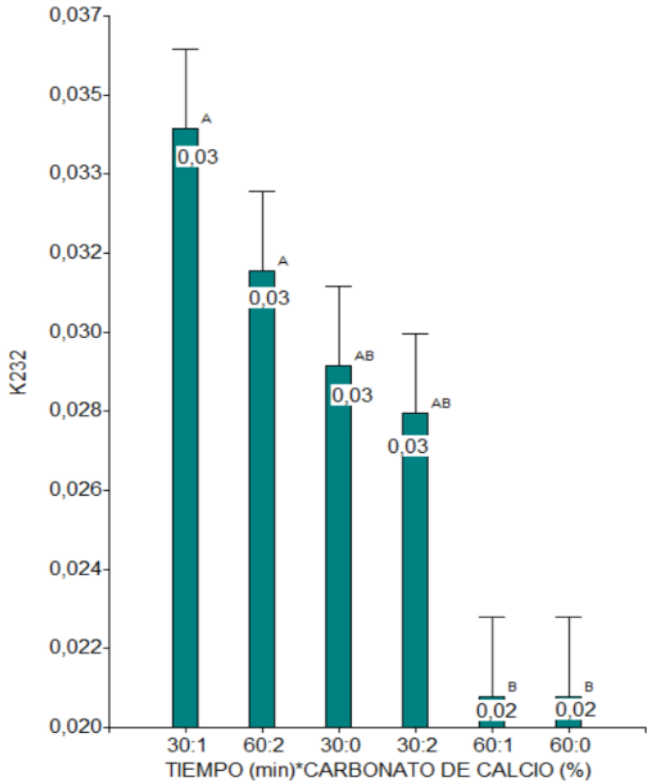


Los coeficientes de extinción ultravioleta K232 y k270 presentaron también valores dentro de los parámetros de calidad del aceite de olivo según norma técnica peruana. Los valores altos de k232 se encuentran a temperaturas de 25ºC (0,03) y 30ºC (0,03), en un tiempo de 30 minutos. En la figura 17, En la interacción temperatura y carbonato de calcio presenta un valor mayor a 30ºC:1% (0,04) y 25ºC:2% (0,04). De la misma forma, en la figura

18, se observa la interacción tiempo y carbonato de calcio valores altos a 30 min:0% (0,03), 60 min:2% (0,03), 30 min:1% (0,03) y 30 min:2% (0,03) (Véase Anexo 13 – tabla 32). En la figura 19 el valor k270 aumentó al adicionar carbonato de calcio al 1% (0,13) y 2% (0,12).

Figura 18

Valores de tiempo y % de carbonato de calcio vs k232

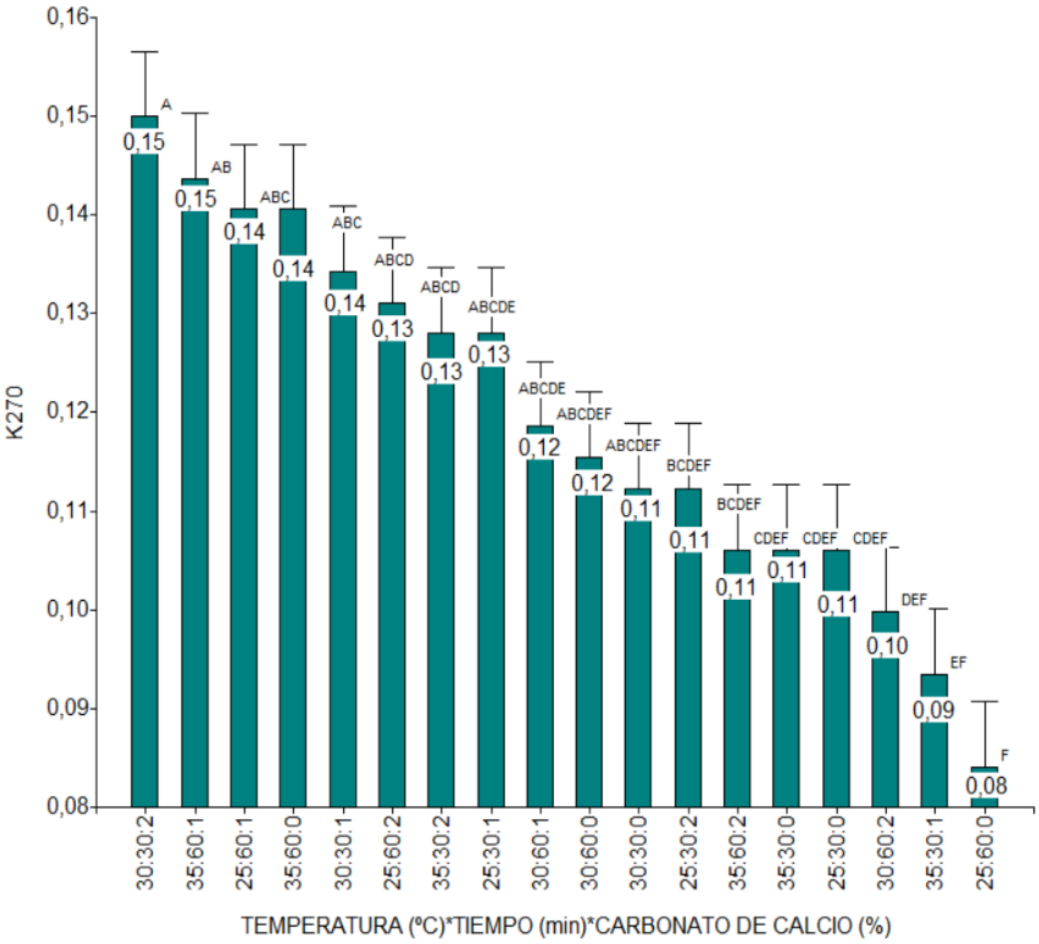


En la interacción temperatura y tiempo se observaron a 35ºC:60 min (0,13) y 30ºC:30 min (0,13), este comportamiento se puede atribuir al intensificar el proceso de oxidación secundario la cual es responsable del aumento de los valores del índice k270 cuando aumenta el tiempo de batido y/o temperatura (Muço y Kopali, 2019). En la interacción temperatura y carbonato de calcio se aprecia valores mayores a 25ºC:2% (0,12), 35ºC:0% (0,13), 30ºC:2% (0,13), 30ºC:1% (0,13) y 25ºC:1% (0,14) (véase en Anexo 13 – tabla 36). En la interacción tiempo y carbonato de calcio se muestra a 30 min:2% (0,13) y 60 min:1% (0,14). Asimismo, en la interacción de los 3 factores de temperatura, tiempo y adición de carbonato de calcio, se observaron los mayores valores a 25ºC:60 min:2% (0,13), 30ºC:30 min:1%

(0,14), 35ºC:60 min:0% (0,14), 25ºC:60 min:1% (0,14), 35ºC:60 min:1% (0,15) y 30ºC:30 min:2% (0,15), los cuales no tienen diferencias significativas (Véase Anexo 14 – tabla 38).

Figura 19

Valores de tiempo, temperatura, % de carbonato de calcio vs k270



Los coeficientes de extinción ultravioleta k232 y k270 presentan mayores valores al adicionarse carbonato de calcio, esto puede ser causado debido a que las lipoxidasas se adhieren a los sustratos, este comportamiento también se ha observado por Squeo et al. (2016) al utilizar 4% carbonato de calcio y obtener valores de k232 1,766 y k270 1,117.

V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Los factores de tiempo, temperatura y adición de carbonato de calcio en el proceso de batido han mostrado influencia en el rendimiento de la extracción del aceite de oliva, estableciéndose mejores resultados en las siguientes condiciones: 30ºC por 60 minutos con la adición del 1% de carbonato de calcio logrando un rendimiento de 18,43%.

Los valores de calidad como índice de acidez, índice de peróxidos y coeficientes de extinción k232 y k270 fueron influenciados por la adición de carbonato de calcio al 2% y temperaturas de 35ºC y/o tiempos de 60 min, presentando mayores cantidades. Además, todos los aceites obtenidos se encontraron dentro de los parámetros de calidad establecidos en la NTP 209.013:2008.

5.2. Recomendaciones

- Ampliar los intervalos de tiempo como 40 min y 50 min, el porcentaje de carbonato de calcio 0,5% y 1,5%
- Considerar otros parámetros como sabor, amargor y aroma del aceite de olivo. Asimismo, índice de madurez de la aceituna.
- Realizar un análisis de calidad del aceite después de un periodo de 3, 6, 9, 12 meses, para determinar su vida útil y condiciones de almacenamiento.

VI. Referencias

Aguilar Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206

Amirante, P., Clodoveo, M. L., Leone, A., Tamborrino, A. y Patel, V. B. (2010). Influence of Different Centrifugal Extraction Systems on Antioxidant Content and Stability of Virgin Olive Oil. En *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* (pp. 85-93). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00010-3

Amirante, R., Cini, E., Montel, G. L. y Pasqualone, A. (2001). Influence of mixing and extraction parameters on virgin olive oil quality. *Grasas y Aceites*, *52*(3-4), 198-201. https://doi.org/10.3989/gya.2001.v52.i3-4.357

Asqui Garnica, E. J. (2016). *"Análisis de las limitaciones para la exportación de aceituna de mesa en envases destinados al consumo en la empresa agroindustrias olivepack S.A.C."*.

Bejaoui, M. A., Beltran, G., Aguilera, M. P. y Jimenez, A. (2016). Continuous conditioning of olive paste by high power ultrasounds: Response surface methodology to predict temperature and its effect on oil yield and virgin olive oil characteristics. *LWT - Food Science and Technology*, *69*, 175-184. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.048

Beltrán, G., Jiménez, A. y Paz Aguilera, M. (2010). Utilización de microtalco natural como coadyuvante tecnológico en la extracción del aceite. Recuperado 4 de enero de 2021, de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Vrural/Vrural_2010_318_36_38.pdf

Ben Brahim, S., Marrakchi, F., Gargouri, B. y Bouaziz, M. (2015). Optimization of malaxing conditions using CaCO3 as a coadjuvant: A method to increase yield and quality of extra virgin olive oil cv. Chemlali. *LWT*, *63*(1), 243-252. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.013

Benito, M., Oria, R. y Sánchez-Gimeno, A. C. (2009). Influencia del retraso

en el procesado de las aceitunas tras la recolección, en parámetros físico-químicos y nutricionales del aceite de oliva de la variedad Racimilla. Recuperado 2 de diciembre de 2020, de https://core.ac.uk/download/pdf/193524654.pdf

Boselli, E., Di Lecce, G., Strabbioli, R., Pieralisi, G. y Frega, N. G. (2009). Are virgin olive oils obtained below 27 °C better than those produced at higher temperatures? *LWT - Food Science and Technology*, *42*(3), 748-757. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.09.018

Burga Gamboa, J. G. (2021). Análisis sectorial de la aceituna en el entorno global. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5041/MDE_2106.pdf?sequence=2

Cabrera, F. (1995). Características y tratamiento de las aguas residuales industriales por sectores: molturado de aceituna para la obtención de aceite de oliva virgen. Recuperado 27 de noviembre de 2020, de https://digital.csic.es/handle/10261/81064

Caponio, F., Gomes, T., Summo, C. y Pasqualone, A. (2003). Influence of the type of olive-crusher used on the quality of extra virgin olive oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *105*(5), 201-206. https://doi.org/10.1002/ejlt.200390041

Carmona, R. L. (2017). *Utilización de coadyuvantes tecnológicos en el proceso de elaboración de aceites de oliva vírgenes*. Jaén: Universidad de Jaén. Recuperado a partir de http://tauja.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/9376

Clodoveo, M. L. (2012, mayo 1). Malaxation: Influence on virgin olive oil quality. Past, present and future - An overview. *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.11.004

Clodoveo, M. L. (2013, noviembre). New advances in the development of innovative virgin olive oil extraction plants: Looking back to see the future. *Food Research International*. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.020

COI. (2012). Norma comercial aplicable a los aceites de oiva y los aceites de orujo de oliva. Recuperado de http://www.internationaloliveoil.org/

COMUNIDAD MADRID. (2014). *El Aceite de Oliva Comunidad de Madrid*. Recuperado a partir de www.madrid.org

de la torre Cárcamo, L. G. (2016). *Modernización del sistema de producción del aceite de oliva (caso NICOLIVOS)*.

de la Torre Robles, A. (2016). Aceite de oliva virgen: Calidad nutricional y propiedades saludables. Recuperado 6 de enero de 2021, de https://digibug.ugr.es/handle/10481/43260

De torres sánchez, A. (2013). Influencia de los factores tecnológicos en la calidad y en el contenido en antioxidantes del aceite de oliva virgen. Recuperado 6 de enero de 2021, de http://dspace.ujaen.es/handle/10953/523

Di Giovacchino, L. (2013). Technological aspects. En *Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties* (pp. 57-96). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7777-8_3

Di Giovacchino, L., Sestili, S. y Di Vincenzo, D. (2002). Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*. https://doi.org/10.1002/1438-9312(200210)104:9/10<587::AID-EJLT587>3.0.CO;2-M

ENFOQUE ALIMENTOS. (2017). Nuevo proyecto maximiza el rendimiento y la calidad del aceite de oliva. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de https://issuu.com/enfoquealimentos1/docs/revista_total

Espínola, F., Moya, · Manuel, De Torres, A. y Castro, E. (2015). Comparative study of coadjuvants for extraction of olive oil. https://doi.org/10.1007/s00217-015-2501-3

Espínola, F., Moya, M., Fernández, D. G. y Castro, E. (2009a). Improved extraction of virgin olive oil using calcium carbonate as coadjuvant extractant. *Journal of Food Engineering*, *92*(1), 112-118. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.038

Espínola, F., Moya, M., Fernández, D. G. y Castro, E. (2009b). Improved extraction of virgin olive oil using calcium carbonate as coadjuvant extractant. *Journal of Food Engineering*, *92*(1), 112-118. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.038

FAO. (1982). Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterráneo. Recuperado 30 de noviembre de 2020, de http://www.fao.org/3/X6545S/X6545S01.htm

Farré Rovira, R., Martínez Larrañaga, R. y López Rodríguez, R. (2011, septiembre 21). Informe del comité científico de la agencia española de seguridad alimentaria y nutrición (AESAN) en relación al uso de carbonato de calcio como coadyuvante tecnológico en el proceso de obtención de aceite de oliva virgen. Recuperado 5 de noviembre de 2021, de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/CARBONATO_CALCICO.pdf

Foscolou, A., Critselis, E., Tyrovolas, S., Chrysohoou, C., Sidossis, L., Naumovski, N., … Panagiotakos, D. (2019). The Effect of Exclusive Olive Oil Consumption on Successful Aging: A Combined Analysis of the ATTICA and MEDIS Epidemiological Studies. *Foods*, *8*(1), 25. https://doi.org/10.3390/foods8010025

Gonzales Pérez, Pa. (2020). *Oleocantal del aceite de oliva virgen extra y sus efectos en procesos neurodegenerativos*.

Gonzalez Castro, P. P. (2011). *Influencia de la temperatura y tiempo de batido en la calidad del aceite de oliva variedad arbequina*. Universidad de Chile. Recuperado a partir de http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116347

González Moreno, I. J. y Valdarrema Rodríguez, R. (2014). *Aceite de oliva y salud*. Jaén: Universidad de Jaén. Recuperado a partir de http://tauja.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/1326

Guevara Pérez, A. (2015). *Procesamiento de aceituna*.

Hidalgo Masaquiza, D. E. y Elizabeth, D. (2018). Proceso de extracción artesanal de aceite de oliva (Olea Europea Sativa) en la provincia de Tungurahua.

Higuera Campo, J. y Rodríguez, E. (2017). *Los compuestos fenólicos en el aceite de oliva / hoja de olivo: propiedades beneficiosas*.

Hurtado, P. y De la luz, M. (2011). Influencia del batido y de los parámetros de extracción en la calidad del aceite de oliva virgen - Dialnet. Recuperado 6 de enero de 2021, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8430

INACAL. (2021). Listado de normas técnicas peruanas citadas en reglamentos obligatorios. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1687251/PLANTILLA DE NORMAS OBLIGATORIAS 2021 - inc salud.pdf.pdf

Inarejos-García, A. M., Gómez-Rico, A., Salvador, M. D. y Fregapane, G. (2009). Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yield, overall quality and composition. *European Food Research and Technology*, *228*(4), 671-677. https://doi.org/10.1007/s00217-008-0977-9

Jiménez Márquez, A., Beltrán Maza, G., Uceda Ojeda, M. y Aguilera Herrera, M. P. (2006). Empleo de ultrasonidos de potencia en el proceso de elaboración del aceite de oliva virgen. Resultados a nivel de planta de laboratorio. Recuperado 19 de diciembre de 2020, de https://core.ac.uk/download/pdf/229883078.pdf

Jimenez Marquez, A., Hermoso Fernandez, M. y Uceda Ojeda, M. (1995). Elaboración del aceite de oliva virgen mediante sistema continuo en dos fases. Influencia de diferentes variables del proceso en algunos parámetros relacionados con la calidad del aceite. Recuperado 2 de diciembre de 2020, de https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012047526

Kalogianni, E. P., Georgiou, D. y Exarhopoulos, S. (2019). Olive oil droplet coalescence during malaxation. *Journal of Food Engineering*, *240*, 99-

104. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.07.017

Kalua, C. M., Bedgood, D. R., Bishop, A. G. y Prenzler, P. D. (2006). Changes in volatile and phenolic compounds with malaxation time and temperature during virgin olive oil production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *54*(20), 7641-7651. https://doi.org/10.1021/jf061122z

Kiritsakis, A. y Sakellaropoulos, N. (2017). Olive fruit harvest and processing and their effects on oil functional compounds. En *Olives and Olive Oil as Functional Foods* (pp. 127-146). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781119135340.ch7

Koo, W. (2020). Oliva Aceite Perú Exportación 2020 Septiembre - Agrodataperu. Recuperado 15 de enero de 2021, de https://www.agrodataperu.com/2020/10/oliva-aceite-peru-exportacion-2020-septiembre.html

Kouli, G. M., Panagiotakos, D. B., Kyrou, I., Magriplis, E., Georgousopoulou, E. N., Chrysohoou, C., … Pitsavos, C. (2019). Olive oil consumption and 10-year (2002–2012) cardiovascular disease incidence: the ATTICA study. *European Journal of Nutrition*, *58*(1), 131-138. https://doi.org/10.1007/s00394-017-1577-x

Kycyk, O. (2014). Influencia del componente genético y el proceso de extracción sobre la fracción esterólica del aceite de oliva virgen y su capacidad antioxidante - Dialnet. Recuperado 1 de diciembre de 2020, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=92397

López-Miranda, J., Pérez-Jiménez, F., Ros, E., De Caterina, R., Badimón, L., Covas, M. I., … Yiannakouris, N. (2010, mayo). Olive oil and health: Summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain) 2008. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. https://doi.org/10.1016/j.numecd.2009.12.007

López-Yerena, A., Lozano-Castellón, J., Olmo-Cunillera, A., Tresserra-Rimbau, A., Quifer-Rada, P., Jiménez, B., … Vallverdú-Queralt, A.

(2019). Effects of Organic and Conventional Growing Systems on the Phenolic Profile of Extra-Virgin Olive Oil. *Molecules*, *24*(10), 1986. https://doi.org/10.3390/molecules24101986

Lopez, M. y Moreno, A. (2016). Obtención de aceites de oliva vírgenes. Recuperado 15 de enero de 2021, de https://books.google.com.pe/books?id=ES-lDAAAQBAJ&pg=PA165&lpg=PA165&dq=Leví+de+León+en+1965+abencor&source=bl&ots=olKPEoTc5D&sig=ACfU3U1kwNEgfv2cq9DH3QkV9IUcYVsBjA&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwiku6Wovp7uAhVPJbkGHaroBbUQ6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q=Leví de León en

Lozano Sánchez, J., Segura Carretero, A. y Fernández Gutiérrez, A. (2016). *Composición del aceite de oliva*.

Malvis Romero, A. (2020). *La industria de los aceites de oliva y el tratamiento de sus aguas residuales mediante bioprocesos combinados basados en operaciones fisicoquímicas y cultivos de microalgas.* Recuperado a partir de https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/8963

Mancilla Joaquin, R. A. (2013). *Optimización de los parámetros de fermentación de aceituna verde (Olea europea sativa Hoffg, Link) Sevillana, al estilo español, mediante la inoculación de un cultivo de lactobacillus plantarum.*

Marca Pari, N. (2008). *Optimización de temperatura y tiempo de batido en el proceso de extracción de aceite de oliva virgen la variedad Manzanilla. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Recuperado a partir de http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/506

María, A. : y García, L. B. (2014). *Cinética de oxidación del aceite de oliva virgen extra de diferentes variedades mediante pruebas aceleradas de vida útil.* Universidad de Córdoba. Recuperado a partir de http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/14107

María, J., Martos, G., Antonio, J. y Sanchez, C. (2016). *Decisión del*

momento de recolección, según la composición de ácidos grasos de la aceituna intacta, mediante espectroscopía NIR.

Martines Alvarez, J., Villarino Marina, A., Serrano Morago, A., Lezcano Martin, C., Urrialde de Andrés, R. y Sanchez Muñiz, F. (2008). El aceite de oliva y la dieta mediterránea. Recuperado 1 de diciembre de 2020, de http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DT047+.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352883450692&ssbinary=true

Marx, Í. M. G., Rodrigues, N., Veloso, A. C. A., Casal, S., Pereira, J. A. y Peres, A. M. (2020a). Effect of malaxation temperature on the physicochemical and sensory quality of cv. Cobrançosa olive oil and its evaluation using an electronic tongue. *LWT*, 110426. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110426

Marx, Í. M. G., Rodrigues, N., Veloso, A. C. A., Casal, S., Pereira, J. A. y Peres, A. M. (2020b). Effect of malaxation temperature on the physicochemical and sensory quality of cv. Cobrançosa olive oil and its evaluation using an electronic tongue. *LWT*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110426

Mejía García de Zenteno, F. de M. (2018). AGROINDUSTRIA POQUERA.

MIDAGRI. (2021). Temporada de cosechas. Recuperado 19 de octubre de 2021, de https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYjE5ZDdjMzQtY2ZkNS00YTViLTg5MzgtMmQwMWY4NGEzMWEyIiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9&pageName=ReportSection35ddac510522e1ba2d25

Moya, M., Espínola, F., Fernández, D. G., Torres, A. de, Marcos, J., Vilar, J., … Castro, E. (2010). Industrial trials on coadjuvants for olive oil extraction. *Journal of Food Engineering*, *97*(1), 57-63. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.09.015

Moya Vilar, M., Fernandez Valdivia, D., Diaz Rodriguez, M. y Espinola Lozano, F. (2008). Uso del carbonato cálcico como coadyuvante tecnológico en los procesos de extracción de aceites y grasas - Google Patents. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de https://patents.google.com/patent/WO2007118920A1/es

Muço, M. y Kopali, A. (2019). Efficacy of micronized calcium carbonate as coadjuvant in extraction process. En *Conference Proceedings (part of ERAZ conference collection)* (pp. 347-352). Association of Economists and Managers of the Balkans, Belgrade, Serbia. https://doi.org/10.31410/eraz.2019.347

Nieto Carricondo, J., Montaño García, A., Caravaca Susi, M., de Dios Cuberos Urbano, J., Cuberos Urbano, F., Fernandez Lozano, P., … López López, J. (2019, marzo). Elaboracion de aceite. Recuperado 19 de octubre de 2021, de https://drive.google.com/file/d/1i8BE26bgMaodTutgKrx0x_Qd5Bm5dmxm/view

Paz Antolín, I. y Molero Meneses, M. (2000). (PDF) Aplicación de la espectrofotometría UV-visible al estudio de la estabilidad térmica de aceites vegetales comestibles. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/26523717_Aplicacion_de_la_espectrofotometria_UV-visible_al_estudio_de_la_estabilidad_termica_de_aceites_vegetales_comestibles

Peres, F., Martins, L. L. y Ferreira-Dias, S. (2014). Laboratory-scale optimization of olive oil extraction: Simultaneous addition of enzymes and microtalc improves the yield. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *116*(8), 1054-1062. https://doi.org/10.1002/ejlt.201400060

Pinto, J. y Martínez, J. (2008). El aceite de oliva y la dieta mediterránea. Recuperado 15 de enero de 2021, de http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=appli

cation%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DT047+.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352883450692&ssbinary=true

Ranalli, A., Contento, S., Schiavone, C. y Simone, N. (2001). Malaxing temperature affects volatile and phenol composition as well as other analytical features of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *103*(4), 228-238. https://doi.org/10.1002/1438-9312(200104)103:4<228::AID-EJLT228>3.0.CO;2-7

Ranalli, A., Pollastri, L., Contento, S., Iannucci, E. y Lucera, L. (2003). Effect of olive paste kneading process time on the overall quality of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *105*(2), 57-67. https://doi.org/10.1002/ejlt.200390018

Reyes García, M., Gómez Sanches, P. y Espinoza Barrientos, C. (2017). Tabla de composición de alimentos. Recuperado 19 de octubre de 2021, de https://web.ins.gob.pe/es/alimentacion-y-nutricion/ciencia-y-tecnologia-de-alimentos/tabla-de-composicion-de-alimentos

Ruiz dominguez, M. (2015). Técnicas para el análisis de aceite de oliva virgen proyecto mejora de las economías regionales y desarrollo local. Recuperado 15 de enero de 2021, de https://docplayer.es/48807425-Tecnicas-y-practicas-de-laboratorio-para-el-analisis-de-aceite-de-oliva-virgen-proyecto-mejora-de-las-economias-regionales-y-desarrollo-local.html

Salaverry Copaja, C. (2017). Evaluación del rendimiento industrial, calidad fisicoquímica y sensorial del aceite de oliva extra virgen de cuatro variedades de olivo (Olea europaea L.) del distrito la Yarada los palos cosechados durante los mese de abril a junio del año 2016. Recuperado 19 de diciembre de 2020, de http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3102/1080_2017_salaverry_copaja_cc_fcag_alimentarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Servili, M., Piacquadio, P., De Stefano, G., Taticchi, A. y Sciancalepore, V.

(2002). Influence of a new crushing technique on the composition of the volatile compounds and related sensory quality of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *104*(8), 483-489. https://doi.org/10.1002/1438-9312(200208)104:8<483::AID-EJLT483>3.0.CO;2-M

SEVI. (2020). Hacia una producción 2020/21 de aceite de oliva en el mundo de 3.086.500 t (-5%). Recuperado 15 de enero de 2021, de http://www.sevi.net/es/3576/200/15379/Hacia-una-producción-202021-de-aceite-de-oliva-en-el-mundo-de-3086500-t-(-5).htm

SIEA. (2021). Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector. Recuperado 18 de octubre de 2021, de https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYzE2YzA3YWUtZGZiZi00NDFmLTliYWYtOTI1MTU5MWQ2YjQzIiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9

Squeo, G., Silletti, R., Summo, C., Paradiso, V. M., Pasqualone, A. y Caponio, F. (2016). Influence of calcium carbonate on extraction yield and quality of extra virgin oil from olive (Olea europaea L. cv. Coratina). *Food Chemistry*, *209*, 65-71. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.028

Squeo, Giacomo, Difonzo, G., Summo, C., Crecchio, C. y Caponio, F. (2020). Study of the influence of technological coadjuvants on enzyme activities and phenolic and volatile compounds in virgin olive oil by a response surface methodology approach. *LWT*, *133*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109887

Stefanoudaki, E., Koutsaftakis, A. y Harwood, J. L. (2011). Influence of malaxation conditions on characteristic qualities of olive oil. *Food Chemistry*, *127*(4), 1481-1486. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.01.120

Tamborrino, A., Romaniello, R., Caponio, F., Squeo, G. y Leone, A. (2019). Combined industrial olive oil extraction plant using ultrasounds, microwave, and heat exchange: Impact on olive oil quality and yield.

Journal of Food Engineering, *245*, 124-130. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.019

Tamborrino, A., Squeo, G., Leone, A., Paradiso, V. M., Romaniello, R., Summo, C., … Caponio, F. (2017). Industrial trials on coadjuvants in olive oil extraction process: Effect on rheological properties, energy consumption, oil yield and olive oil characteristics. *Journal of Food Engineering*, *205*, 34-46. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.02.019

Tsatsakis, A. M. y Tsakiris, I. N. (2010). Fenthion, Dimethoate and Other Pesticides in Olive Oils of Organic and Conventional Cultivation. En *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* (pp. 415-424). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00046-2

Veneziani, G., Esposto, S., Taticchi, A., Urbani, S., Selvaggini, R., Di Maio, I., … Servili, M. (2017). Cooling treatment of olive paste during the oil processing: Impact on the yield and extra virgin olive oil quality. *Food Chemistry*, *221*, 107-113. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.067

VILAR, J. (2019). Elaboración de Aceite de Oliva Virgen de Calidad. Recuperado 30 de noviembre de 2020, de https://www.juanvilar.com/project/elaboracion/

Villarino Cabrera, A. G. y Cabrera Carnal, C. B. (2011). Efecto del momento de cosecha en la calidad del aceite de oliva de la variedad Arbequina. Recuperado de https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9724/1/3734vil.pdf

Volakakis, N., Kabourakis, E. y Leifert, C. (2017). Conventional and organic cultivation and their effect on the functional composition of olive oil. En *Olives and Olive Oil as Functional Foods* (pp. 35-43). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781119135340.ch3

Zamora Ardoy, M., Bañez Sánchez, F., Báñez Sánchez, C. y Alaminos

García, P. (2004). Aceite de oliva: influencia y beneficios sobre algunas patologías. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-71992004000300010

Zanetic, M., Jukic Spika, M., Stipisic, R. y Jukic, A. (2014). Influence of malaxation time and temperature on 'Levantinka' virgin olive oil properties. Recuperado 25 de noviembre de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/316787360_Influence_of_malaxation_time_and_temperature_on_'Levantinka'_virgin_olive_oil_properties

VII. Anexos

Anexo 01

Tabla 5.

Producción de aceituna en Moquegua

PRODUCCIÓN (T)	
AÑOS	**MOQUEGUA**
2009	33
2010	533
2011	709
2012	559
2013	389
2014	493
2015	227
2016	86
2017	169
2018	288
Coeficiente de variabilidad	0,64
Desviación estándar	223,59
Media	348,6

FUENTE: SERIE DE ESTADISTICAS DE PRODUCCIÒN AGRICOLA (2020)

Anexo 02

Tabla 6.

Rendimiento de la cosecha de aceituna en Moquegua

RENDIMIENTO (kg/ha)	
AÑOS	**MOQUEGUA**
2009	121
2010	1931
2011	2497
2012	1968
2013	1369
2014	1737
2015	787
2016	645
2017	2378
2018	1756
Coeficiente de variabilidad	0,51
Desviación estándar	777,89
Media	1518,90

FUENTE: OEEE – MINAG, 2020

Anexo 03

Tabla 7.

Exportación de aceite de oliva en el Perú

EXPORTACIÓN DE ACEITE DE OLIVA (kg)		
MES	**2020**	**2019**
ENERO	99,502	47,044
FEBRERO	86,450	16,210
MARZO	216,218	5,460
ABRIL	307,119	239,700
MAYO	314,638	217,346
JUNIO	274,641	490,244
JULIO	963,932	555,058
AGOSTO	129,240	485,030
SEPTIEMBRE	214,090	325,060
OCTUBRE		362,400
NOVIEMBRE		332,077
DICIEMBER		173,240
TOTALES	2,605,829	3,248,869
PROMEDIO MENSUAL	289,537	270,739
% CRECIMIENTO ANUAL	7	204

FUENTE: AGRODATA PERU 2020

Anexo 04

Tabla 8.

Cuadro de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE DE ESTUDIO	VARIABLE DE RESPUESTA
¿Cuál es la influencia de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico en la calidad y rendimiento del aceite de oliva a partir de aceituna orgánica?	Determinar la Influencia de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico en la calidad y rendimiento del aceite de oliva a partir de aceituna orgánica	La Influencia de la temperatura y tiempo de batido con adición de carbonato cálcico en la calidad y rendimiento del aceite de oliva a partir de aceituna orgánica es significativa.	Durante el proceso de batido:	
¿Cuál es el efecto de la temperatura y el tiempo de batido en la obtención de aceite de olivo?	Determinar el efecto de temperatura y tiempo de batido para mejorar la calidad y rendimiento el aceite de olivo.	La temperatura y tiempo de batido mejora la calidad y rendimiento de aceite de oliva.	**Adición de carbonato cálcico** % $CaCO_3$= 0 % $CaCO_3$= 1 % $CaCO_3$ = 2	• Rendimiento expresado en porcentaje
¿Cuál es el porcentaje de carbonato cálcico para la obtención del aceite de olivo?	Determinar el porcentaje de carbonato cálcico (coadyuvante tecnológico) para el mejor rendimiento de aceite de oliva	El porcentaje de carbonato cálcico agregado en el proceso de batido incrementa el rendimiento de aceite de oliva.	**Tiempo:** t1=30min t2=60min	• Índices de deterioro
¿Cuáles son los valores de acidez libre, índice de peróxidos y la espectrofotometría ultravioleta (k232 y k270) del aceite de olivo?	Determinar los valores de acidez libre, índice de peróxidos y absorción espectrofotométrica ultravioleta (k232 y k270) del aceite de olivo	Los valores de acidez libre, índice de peróxidos y absorción espectrofotométrica ultravioleta (k232 y k270) están dentro de los parámetros de calidad del aceite de olivo	**Temperatura:** T1 = 25°C T2= 30°C T3=35°C	

Anexo 05

Requisitos de calidad del aceite de oliva de la NTP 209.013:2018

Aceite de orujo de oliva refinado	Menor e igual a 2,20
Aceite de orujo de oliva	Menor e igual a 2,20
10. Materia Insaponificable (g/kg)	
Aceite de oliva	Menor e igual a 15
Aceites de orujo de oliva	Menor e igual a 30

El aceite de oliva debe presentar los requisitos de Calidad indicados en la Tabla 3.

TABLA 3 – Requisitos de calidad del aceite de oliva

Categoría	Acidez libre % m/m expresada en ác. Oleico	Contenido en agua y en materiales volátiles (% m/m)	Índice de Peróxidos Meq.de oxígeno de los peróxidos por kg de aceite	Absorvancia en UV ($K^{1\%}_{1cm}$)			Trazas metálicas mg/kg	
				232 nm	270 nm	ΔK	Hierro	cobre
1. Aceite de oliva virgen extra	≤ a 1	≤a 0,1	≤ a 20	≤ a 2,50	≤ a 0,22	≤ a 0,01	≤ a 3,0	≤ a 0,1
2. Aceite de oliva virgen	≤ a 2	≤a 0,1	≤ a 20	≤ a 2,50	≤ a 0,25	≤ a 0,01	≤ a 3,0	≤ a 0,1
3. Aceite de oliva virgen corriente	≤ a 3,3	≤ a 0,1	≤ a 20		≤ a 0,30	≤ a 0,01	≤ a 3,0	≤ a 0,1
4. Aceite de oliva virgen lampante	mayor a 3,3	≤ a 0,2	No limitado				≤ a 3,0	≤ a 0,1
5. Aceite de oliva refinado	≤ a 0,5	≤a 0,05	≤ a 5		≤ a 1,1	≤ a 0,16	≤ a 3,0	≤ a 0,1
6. Aceite de oliva – mezcla de aceites de oliva refinados y aceites de oliva vírgenes	≤ a 1,5	≤a 0,05	≤ a 15		≤ a 0,90	≤ a 0,15		
7. Aceite de orujo de oliva crudo	mayor a 0,5						≤ a 3,0	≤ a 0,1
8. Aceite de orujo de oliva refinado	≤ a 0,5	≤ a 0,05	≤ a 5		≤ a 2,00	≤ a 0,20	≤ a 3,0	≤ a 0,1
9. Aceite de orujo de oliva	≤ a 1,5	≤ a 0,05	≤ a 15		≤ a 1,70	≤ a 0,18	≤ a 3,0	

Prohibida su reproducción total o parcial

6. ADITIVOS ALIMENTARIOS

6.1 Aceites de Oliva vírgenes y aceite de orujo de oliva crudo: no se permite el uso de ningún aditivo.

Anexo 06

Determinación de Índice de acidez

El índice de acidez se determinó según el método de la A.O.A.C 910.28 (1995). Se pesó 5 g de aceite en un matraz Erlenmeyer de 150 ml y se añadió 50 ml de mezcla de solventes éter-etanol (1:1), luego, se agregó 3 gotas de fenolftaleína al 1% y posteriormente se procedió a titular con KOH 0,1 N agitando de manera continua hasta la aparición de un color rosáceo tenue que persistió por un tiempo de 1 minuto. Para este análisis se utilizó la siguiente fórmula:

$$\acute{a}cidos\ grasos\ libre\ (\%\ \acute{a}cido\ oleico) = \frac{VxNx282g/mol}{10xP}$$

donde:

V: volumen de disolución de KOH gastado en la valoración (ml)

N: normalidad exacta de la disolución de KOH

P: peso de la muestra de aceite (g)

Anexo 07

Determinación de Índice de peróxidos

Se pesaron 5 g de aceite en un matraz Erlenmeyer. Se adicionó 30 ml de una solución ácido acético/cloroformo (3:2 v/v), después se agregó 0,5 ml de yoduro de potasio saturado y se agitó manualmente durante un minuto. Se añadió 30 ml de agua destilada, y se tituló con tiosulfato de sodio 0,01 N y se agitó hasta que se obtuvo un color amarillo pálido. Luego, se añadió 1 ml de almidón al 1% y se continuó con la titulación hasta que se desapareció el color azul. También se preparó un blanco, el cual contenía agua destilada en lugar de aceite, y se realizó el mismo procedimiento. Este análisis se calculó con la siguiente ecuación:

$$índice\ de\ peróxidos = \frac{(S - B)xNx1000}{peso\ de\ muestra\ (g)}$$

donde:

N: Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio (N)
S: gasto de tiosulfato de sodio para titular la muestra (ml)
B: gasto de tiosulfato de sodio para titular el blanco (ml)

Anexo 08

Determinación de Prueba espectrofotométrica en el ultravioleta (K232, K270)

Se utilizó el método recomendado por la AOAC Ch 5-91 (2008). Se pesó en una balanza analítica (Ohaus PR523M) 0,1 g de muestra de aceite en un matraz aforado de 10 mL, se enrasó el matraz con Isooctano para espectroscopia, se agitó bien para homogeneizar el contenido y posterior a ello se midió la extinción a 232 nm y 270 nm. El coeficiente de absorbancia en el ultravioleta a una longitud de onda λ se calculó a partir de la siguiente expresión:

$$K_\lambda = \frac{E\ (\lambda)}{Cxe}$$

Donde K_λ es extinción específica a la longitud de onda, $E\ (\lambda)$ es extinción medida a la longitud de onda, *C* es concentración de la disolución de aceite (g/100ml) y *e* es el paso óptico de la cubeta (1cm)

Anexo 09

Tabla 9

Determinación de rendimiento

T	temperatura (ºC)	tiempo (min)	$CaCO_3$ (%)	masa (g)	volumen (ml)	densidad (g/ml)	peso de la pasta (g)	volumen de aceite total obtenido (ml)	Rendimiento (%)
T1	25	30	0	45,655	50	0,91310	700,050	95,3	12,43
	25	30	0	45,651	50	0,91301	700,100	98,6	12,86
	25	30	0	45,650	50	0,91300	700,002	96,4	12,57
T2	25	30	1	45,675	50	0,91350	700,032	114,9	15,00
	25	30	1	45,677	50	0,91353	700,021	120,4	15,71
	25	30	1	45,676	50	0,91351	700,015	128,0	16,71
T3	25	30	2	45,656	50	0,91311	700,010	133,6	17,43
	25	30	2	45,656	50	0,91312	700,002	126,0	16,43
	25	30	2	45,656	50	0,91311	700,001	126,0	16,43
T4	25	60	0	45,671	50	0,91342	700,005	125,9	16,43
	25	60	0	45,673	50	0,91345	700,012	132,5	17,29
	25	60	0	45,673	50	0,91345	700,011	136,9	17,86
T5	25	60	1	45,659	50	0,91318	700,014	153,3	20,00
	25	60	1	45,656	50	0,91312	700,018	153,3	20,00
	25	60	1	45,657	50	0,91313	700,026	143,4	18,71
T6	25	60	2	45,671	50	0,91341	700,029	153,3	20,00
	25	60	2	45,670	50	0,91340	700,014	142,3	18,57
	25	60	2	45,670	50	0,91340	700,008	147,8	19,29

T	temperatura (ºC)	tiempo (min)	$CaCO_3$ (%)	masa (g)	volumen (ml)	densidad (g/ml)	peso de la pasta (g)	volumen de aceite total obtenido (ml)	Rendimiento (%)
T7	30	30	0	45,666	50	0,91331	700,016	109,5	14,29
	30	30	0	45,665	50	0,91329	700,022	115,0	15,00
	30	30	0	45,664	50	0,91327	700,000	110,6	14,43
T8	30	30	1	45,658	50	0,91315	700,016	153,3	20,00
	30	30	1	45,659	50	0,91318	700,010	147,9	19,29
	30	30	1	45,658	50	0,91316	700,024	136,9	17,86
T9	30	30	2	45,675	50	0,91350	700,028	136,9	17,86
	30	30	2	45,678	50	0,91355	700,022	136,9	17,86
	30	30	2	45,679	50	0,91357	700,030	164,2	21,43
T10	30	60	0	45,690	50	0,91380	700,018	131,3	17,14
	30	60	0	45,700	50	0,91400	700,010	136,8	17,86
	30	60	0	45,705	50	0,91410	700,008	131,3	17,14
T11	30	60	1	45,695	50	0,91390	700,000	142,2	18,57
	30	60	1	45,700	50	0,91400	700,035	147,7	19,29
	30	60	1	45,710	50	0,91420	700,040	133,5	17,43
T12	30	60	2	45,705	50	0,91410	700,020	164,1	21,43
	30	60	2	45,700	50	0,91400	700,090	158,6	20,71
	30	60	2	45,708	50	0,91415	700,026	150,9	19,71
T13	35	30	0	45,720	50	0,91440	700,032	109,4	14,29
	35	30	0	45,740	50	0,91480	700,038	120,2	15,71
	35	30	0	45,738	50	0,91475	700,015	118,1	15,43

T	temperatura (ºC)	tiempo (min)	$CaCO_3$ (%)	masa (g)	volumen (ml)	densidad (g/ml)	peso de la pasta (g)	volumen de aceite total obtenido (ml)	Rendimiento (%)
T14	35	30	1	45,695	50	0,91389	700,027	131,3	17,14
	35	30	1	45,693	50	0,91385	700,018	136,8	17,86
	35	30	1	45,691	50	0,91381	700,010	120,3	15,71
T15	35	30	2	45,685	50	0,91370	700,004	136,8	17,86
	35	30	2	45,687	50	0,91374	700,040	137,9	18,00
	35	30	2	45,686	50	0,91371	700,036	132,5	17,29
T16	35	60	0	45,705	50	0,91410	700,025	141,1	18,43
	35	60	0	45,711	50	0,91421	700,000	120,3	15,71
	35	60	0	45,713	50	0,91425	700,060	130,2	17,00
T17	35	60	1	45,691	50	0,91381	700,042	145,6	19,00
	35	60	1	45,675	50	0,91350	700,038	153,3	20,00
	35	60	1	45,693	50	0,91385	700,020	136,8	17,86
T18	35	60	2	45,746	50	0,91491	700,024	137,7	18,00
	35	60	2	45,715	50	0,91430	700,012	135,6	17,71
	35	60	2	45,727	50	0,91454	700,016	136,7	17,86

Tabla 10

Tratamientos y rendimientos

Tt	R. (%)		
T1	12,62	±	0,22
T2	15,81	±	0,86
T3	16,76	±	0,58
T4	17,19	±	0,72
T5	19,57	±	0,74
T6	19,29	±	0,72
T7	14,57	±	0,38
T8	19,05	±	1,09
T9	19,05	±	2,06
T10	17,38	±	0,42
T11	18,43	±	0,94
T12	20,62	±	0,86
T13	15,14	±	0,75
T14	16,90	±	1,09
T15	17,72	±	0,38
T16	17,05	±	1,36
T17	18,95	±	1,07
T18	17,86	±	0,15

Nota. Tt= tratamiento, R= rendimiento

Tabla 11.

Valores de las medias del Índice de Acidez, Índice de peróxidos y Espectrofotometría UV (232 y 270)

Tratamientos	% acidez	Índice de Peróxido	Coeficiente de Extinción	
			K_{232}	K_{270}
T1	0,56 ±0,01	4,34±0,03	0,03±0,01	0,11±0,01
T2	0,57±0,02	5,72±0,12	0,03±0,01	0,13±0,02
T3	0,44±0,03	6,54±0,03	0,04±0,01	0,11±0,01
T4	0,32±0,03	5,52±0,37	0,02±0,01	0,08±0,01
T5	0,57±0,02	5,15±0,16	0,03±0,01	0,14±0,01
T6	0,45±0,01	6,52±0,03	0,04±0,01	0,13±0,02
T7	0,34±0,01	5,81±0,02	0,03±0,01	0,11±0,01
T8	0,57±0,02	4,87±0,21	0,05±0,01	0,14±0,01
T9	0,58±0,01	7,32±0,11	0,02±0,00	0,15±0,01
T10	0,79±0,57	2,16±0,02	0,02±0,01	0,12±0,01
T11	0,56±0,02	1,45±0,01	0,03±0,01	0,12±0,02
T12	0,45±0,01	4,43±0,06	0,02±0,01	0,10±0,01
T13	0,65±0,04	4,41±0,04	0,03±0,01	0,11±0,03
T14	0,44±0,02	4,40±0,04	0,02±0,01	0,09±0,02
T15	0,46±0,02	5,51±0,04	0,03±0,01	0,13±0,01
T16	0,57±0,02	5,82±0,03	0,02±0,01	0,14±0,01
T17	0,58±0,01	7,03±0,07	0,01±0,01	0,15±0,01
T18	0,46±0,02	6,99±0,02	0,03±0,01	0,11±0,01

Anexo 10

Rendimiento como variable de respuesta

Tabla 12.

Cuadro de análisis de varianza, siendo el rendimiento como respuesta

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	201,30	17	11,84	14,21	<0,0001
TEMPERATURA	16,25	2	8,12	9,75	0,0004
TIEMPO	58,32	1	58,32	69,97	<0,0001
%$CaCO_3$	87,47	2	43,74	52,47	<0,0001
TEMPERATURA*TIEMPO	16,07	2	8,03	9,64	0,0004
T* % $CaCO_3$	7,57	4	1,89	2,27	0,0806
TIEMPO*% $CaCO_3$	7,20	2	3,60	4,32	0,0208
T*t*% $CaCO_3$	8,42	4	2,10	2,53	0,0576
Error	30,01	36			0,83
Total	231,31	53			

Nota. T= temperatura; t= tiempo

Tabla 13.

Efecto de la temperatura con respecto al rendimiento

TEMPERATURA	**Medias**	**n**	**E.E.**		
30	18,18	18	0,22	A	
35	17,27	18	0,22		B
25	16,87	18	0,22		B

Tabla 14.

Efecto del tiempo con respecto al rendimiento

TIEMPO	**MEDIAS**	**N**	**E.E.**		
60	18,48	27	0,18	A	
30	16,40	27	0,18		B

Tabla 15.

Efecto del carbonato cálcico con respecto al rendimiento

$CaCO_3$	**MEDIAS**	**N**	**E.E.**		
2	18,55	18	0,22	A	
1	18,12	18	0,22	A	
0	15,66	18	0,22		B

Tabla 16.

Efecto de la interacción temperatura (ºC) y tiempo (min) con respecto al rendimiento

TEMPERATURA	TIEMPO	Medias	n	E.E.			
30	60	18,81	9	0,3	A		
25	60	18,68	9	0,3	A		
35	60	17,95	9	0,3	A		
30	30	17,56	9	0,3	A	B	
35	30	16,59	9	0,3		B	
25	30	15,06	9	0,3			C

Tabla 17.

Efecto de la interacción temperatura (ºC) y carbonato de calcio (%) con respecto al rendimiento

T	CC	Medias	n	E.E.					
30	2	19,83	6	0,37	A				
30	1	18,74	6	0,37	A	B			
25	2	18,03	6	0,37		B			
35	1	17,93	6	0,37		B			
35	2	17,79	6	0,37		B	C		
25	1	17,69	6	0,37		B	C	D	
35	0	16,10	6	0,37			C	D	E
30	0	15,98	6	0,37				D	E
25	0	14,91	6	0,37					E

Nota. T=temperatura; CC=carbonato de calcio

Anexo 11

Acidez como variable de respuesta

Tabla 18.

Análisis de varianza con respecto a la acidez

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,62	17	0,04	2,02	0,0380
TEMPERATURA	0,04	2	0,02	0,98	0,3868
TIEMPO	0,03	1	0,031	0,17	0,6810
$CaCO_3$	0,06	2	0,03	1,54	0,2291
TEMPERATURA*TIEMPO	0,07	2	0,04	2,04	0,1452
TEMPERATURA* $CaCO_3$	0,08	4	0,02	1,12	0,3604
TIEMPO* $CaCO_3$	0,02	2	0,01	0,59	0,5594
T*TIEMPO* $CaCO_3$	0,35	4	0,09	4,83	0,0032
Error	0,65	36	0,02		
Total	1,27	53			

Nota. T=temperatura

Tabla 19.

Influencia del carbonato de calcio (%) en el índice de acidez

$CaCO_3$	Medias	n	E.E.	
1	0,55	18	0,03	A
0	0,54	18	0,03	A
2	0,48	18	0,03	A

Tabla 20.

Influencia de los factores de temperatura, tiempo y carbonato de calcio en el índice de acidez

TEMPERATURA	TIEMPO	$CaCO_3$	Medias	n	E.E.		
30	60	0	0,79	3	0,08	A	
35	30	0	0,65	3	0,08	A	
30	30	2	0,58	3	0,08	A	B
35	60	1	0,58	3	0,08	A	B
35	60	0	0,57	3	0,08	A	B
30	30	1	0,57	3	0,08	A	B
25	30	1	0,57	3	0,08	A	B
25	60	1	0,57	3	0,08	A	B
30	60	1	0,56	3	0,08	A	B
25	30	0	0,56	3	0,08	A	B
35	30	2	0,46	3	0,08	A	B
35	60	2	0,46	3	0,08	A	B
25	60	2	0,45	3	0,08	A	B
30	60	2	0,45	3	0,08	A	B
25	30	2	0,44	3	0,08	A	B
35	30	1	0,44	3	0,08	A	B
30	30	0	0,34	3	0,08		B
25	60	0	0,32	3	0,08		B

Anexo 12

Índice de peróxidos como variable de respuesta

Tabla 21.

Análisis de varianza (índice de peróxidos)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	125,62	17	7,39	535,91	<0,0001
TEMPERATURA	21,02	2	10,51	762,38	<0,0001
TIEMPO	2,47	1	2,47	179,16	<0,0001
$CaCO_3$	26,99	2	13,49	978,53	<0,0001
TEMPERATURA*TIEMPO	62,61	2	31,31	2270,31	<0,0001
TEMPERATURA* $CaCO_3$	8,25	4	2,06	149,63	<0,0001
TIEMPO* $CaCO_3$	0,04	2	0,02	1,32	0,2795
T*TIEMPO* $CaCO_3$	4,24	4	1,06	76,94	<0,0001
Error	0,50	36	0,01		
Total	126,12	53			

Nota. T=temperatura

Tabla 22.

Análisis de la temperatura con respecto al peróxido como respuesta

TEMPERATURA	MEDIAS	n	E.E.		
35	5,69	18	0,03	A	
25	5,63	18	0,03	A	
30	4,34	18	0,03		B

Tabla 23.

Análisis del tiempo con respecto al peróxido como respuesta

TIEMPO	MEDIAS	n	E.E.		
30	5,43	27	0,02	A	
60	5,01	27	0,02		B

Tabla 24.

Análisis al $CaCO_3$ con respecto al peróxido como respuesta

$CaCO_3$	MEDIAS	n	E.E.		
2	6,22	18	0,03	A	
1	4,77	18	0,03		B
0	4,68	18	0,03		B

Tabla 25.

Interacción tiempo y temperatura con respecto a los peróxidos

T	TIEMPO	Medias	n	E.E.						
35	60	6,61	9	0,04	A					
30	30	6,00	9	0,04		B				
25	60	5,73	9	0,04			C			
25	30	5,53	9	0,04				D		
35	30	4,77	9	0,04					E	
30	60	2,68	9	0,04						F

Nota. T= temperatura

Tabla 26.

Interacción temperatura $CaCO_3$ (peróxidos)

T	$CaCO_3$	Medias	n	E.E.							
25	2	6,53	6	0,05	A						
35	2	6,25	6	0,05		B					
30	2	5,88	6	0,05			C				
35	1	5,71	6	0,05			C				
25	1	5,43	6	0,05				D			
35	0	5,12	6	0,05					E		
25	0	4,93	6	0,05					E		
30	0	3,99	6	0,05						F	
30	1	3,16	6	0,05							G

Nota. T= temperatura

Tabla 27.

Interacción temperatura, tiempo y carbonato de calcio (peróxidos)

T	t	CC	Medias	n	E.E.							
30	30	2	7,32	3	0,07	A						
35	60	1	7,03	3	0,07	A						
35	60	2	6,99	3	0,07	A						
25	30	2	6,54	3	0,07		B					
25	60	2	6,52	3	0,07		B					
35	60	0	5,82	3	0,07			C				
30	30	0	5,81	3	0,07			C				
25	30	1	5,72	3	0,07			C				
25	60	0	5,52	3	0,07			C				
35	30	2	5,51	3	0,07			C				
25	60	1	5,15	3	0,07				D			
30	30	1	4,87	3	0,07				D			
30	60	2	4,43	3	0,07					E		
35	30	0	4,41	3	0,07					E		
35	30	1	4,40	3	0,07					E		
25	30	0	4,34	3	0,07					E		
30	60	0	2,16	3	0,07						F	
30	60	1	1,45	3	0,07							G

Nota. T= temperatura; t= tiempo; CC= carbonato de calcio

Anexo 13

Coeficiente de extinción k232 como variable de respuesta

Tabla 28.

Análisis de varianza siendo la respuesta k232

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modeo	3,9e-0.3	17	2,30E-04	7,29	<0,0001
TEMPERATURA	7,70E-04	2	3,90E-04	12,20	0,0001
TIEMPO	4,70E-04	1	4,70E-04	15,10	0,0004
$CaCO_3$	1,80E-04	2	9,10E-05	2,88	0,0690
TEMPERATURA*TIEMPO	1,00E-04	2	5,20E-05	1,65	0,2068
TEMPERATURA* $CaCO_3$	1,70E-03	4	4,10E-04	13,10	<0,0001
TIEMPO* $CaCO_3$	6,50E-04		3,20E-04	10,30	0,0003
T*TIEMPO* $CaCO_3$	7,40E-05	4	1,90E-05	0,59	0,6732
Error	1,10E-03	36	3,10E-05		
Total	1,00E-02	53			

Nota. T=temperatura

Tabla 29.

Factor de temperatura (k232)

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.		
25	0,03	18	1.30E-03	A	
30	0,03	18	1.30E-03	A	
35	0,02	18	1.30E-03		B

Tabla 30.

Factor tiempo (k232)

TIEMPO	Medias	n	E.E.		
30	0,03	27	1.30E-03	A	
60	0,02	27	1.30E-03		B

Tabla 31.

Interacción temperatura y carbonato de calcio (k232)

TEMPERATURA	$CaCO_3$	Medias	n	E.E.				
25	2	0,04	6	2.30E-03	A			
30	1	0,04	6	2.30E-03	A	B		
25	1	0,03	6	2.30E-03	A	B	C	
30	0	0,03	6	2.30E-03		B	C	
35	2	0,03	6	2.30E-03		B	C	D
35	0	0,02	6	2.30E-03			C	D
25	0	0,02	6	2.30E-03			C	D
30	2	0,02	6	2.30E-03			C	D
35	1	0,02	6	2.30E-03				D

Tabla 32.

Interacción tiempo y carbonato de calcio (k232)

TIEMPO	$CaCO_3$	Medias	n	E.E.		
30	1	0,03	9	1.90E-03	A	
60	2	0,03	9	1.90E-03	A	
30	0	0,03	9	1.90E-03	A	B
30	2	0,03	9	1.90E-03	A	B
60	1	0,02	9	1.90E-03		B
60	0	0,02	9	1.90E-03		B

Anexo 14

Coeficiente de extinción k270 como variable de respuesta

Tabla 33.

Análisis de varianza en k270 como respuesta

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modeo	0,02	17	1,20E-03	7,91	<0,0001
TEMPERATURA	2,30E-04	2	1,10E-04	0,76	0,4739
TIEMPO	1,70E-05	1	1,70E-05	0,11	0,7393
$CaCO_3$	2,60E-03	2	1,30E-03	8,75	0,0008
TEMPERATURA*TIEMPO	4,50E-03	2	2,20E-03	15,11	<0,0001
TEMPERATURA* $CaCO_3$	3,60E-03	4	9,00E-04	6,11	0,0007
TIEMPO* $CaCO_3$	3,00E-03	2	1,50E-03	10,05	0,0003
T*TIEMPO* $CaCO_3$	1,00E-02	4	1,50E-03	10,14	<0,0001
Error	1,00E-02	36	1,50E-04		
Total	3,00E-02	53			

Nota. T=temperatura

Tabla 34.

Factor carbonato de calcio (k270)

$CaCO_3$	Medias	n	E.E.		
1	0,13	18	2,90E-03	A	
2	0,12	18	2,90E-03	A	
0	0,11	18	2,90E-03		B

Tabla 35.

Interacción temperatura y tiempo (k270)

TEMPERATURA	TIEMPO	Medias	n	E.E.			
30	30	0,13	9	4,10E-03	A		
35	60	0,13	9	4,10E-03	A	B	
25	60	0,12	9	4,10E-03	A	B	C
25	30	0,12	9	4,10E-03		B	C
30	60	0,11	9	4,10E-03			C
35	30	0,11	9	4,10E-03			C

Tabla 36.

Interacción temperatura y carbonato de calcio (k270)

TEMPERATURA	$CaCO_3$	Medias	n	E.E.		
25	1	0,14	6	5,00E-03	A	
30	1	0,13	6	5,00E-03	A	
30	2	0,13	6	5,00E-03	A	
35	0	0,13	6	5,00E-03	A	
25	2	0,12	6	5,00E-03	A	
35	1	0,12	6	5,00E-03	A	
35	2	0,12	6	5,00E-03	A	
30	0	0,12	6	5,00E-03	A	B
25	0	0,10	6	5,00E-03		B

Tabla 37.

Interacción tiempo y carbonato de calcio (k270)

TIEMPO	$CaCO_3$	Medias	n	E.E.		
60	1	0,14	9	4,10E-03	A	
30	2	0,13	9	4,10E-03	A	
30	1	0,12	9	4,10E-03	A	B
60	0	0,11	9	4,10E-03		B
60	2	0,11	9	4,10E-03		B
30	0	0,11	9	4,10E-03		B

Tabla 38.

Interacción de temperatura, tiempo y carbonato de calcio (k270)

T	t	CC	Med.	n	E.E.						
30	30	2	0,15	3	1,00E-02	A					
35	60	1	0,15	3	1,00E-02	A	B				
25	60	1	0,14	3	1,00E-02	A	B	C			
35	60	0	0,14	3	1,00E-02	A	B	C			
30	30	1	0,14	3	1,00E-02	A	B	C	D		
25	60	2	0,13	3	1,00E-02	A	B	C	D		
35	30	2	0,13	3	1,00E-02	A	B	C	D	E	
25	30	1	0,13	3	1,00E-02	A	B	C	D	E	
30	60	1	0,12	3	1,00E-02	A	B	C	D	E	F
30	60	0	0,12	3	1,00E-02	A	B	C	D	E	F
30	30	0	0,11	3	1,00E-02		B	C	D	E	F
25	30	2	0,11	3	1,00E-02		B	C	D	E	F
35	60	2	0,11	3	1,00E-02			C	D	E	F
35	30	0	0,11	3	1,00E-02			C	D	E	F
25	30	0	0,11	3	1,00E-02			C	D	E	F
30	60	2	0,10	3	1,00E-02				D	E	F
35	30	1	0,09	3	1,00E-02					E	F
25	60	0	0,08	3	1,00E-02						F

Nota. T= temperatura; t= tiempo; CC= carbonato de calcio

Anexo 15

Análisis físico químico del aceite de olivo del estudio

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Laboratorio de Análisis de Físico Químico de Alimentos

INFORME DE ENSAYOS Nº 38 LAFQA- 80- 04-10-2018

Producto : Aceite de oliva, Aceituna
Marca : s/m
Identificación de muestra : s/i
Número de muestras : 01
Cantidad recibida : 300 g aprox. y 200 g aprox.
Forma de presentación : Envase de vidrio y envase de plástico
Fecha de recepción : 26/09/2018
Ensayo solicitado : Determinación de Acides, Índice de Peróxido, Coeficiente de extinción
Determinación de Grasa Bruta

Resultados:

Muestra	Ensayo	Resultado	desviación
Aceituna	Determinación Grasa Bruta	59.01%	0.08

Código	Índice de acidez (miligramos de KOH necesarios para neutralizar 1gr de muestra)	Índice de Peróxido (Miliequiv. Peróxido/Kg de muestra)	Coeficiente de Extinción	
			K_{232}	K_{270}
1	0,57	4,37	0,03	0,11
2	0,57	4,33	0,03	0,11
3	0,55	4,31	0,02	0,10
4	0,58	5,84	0,03	0,15
5	0,55	5,61	0,03	0,11
6	0,57	5,70	0,04	0,13
7	0,46	6,56	0,04	0,12
8	0,46	6,55	0,04	0,10
9	0,41	6,50	0,03	0,12
10	0,30	5,60	0,03	0,09
11	0,32	5,84	0,01	0,09
12	0,35	5,11	0,02	0,07
13	0,58	5,10	0,03	0,15
14	0,55	5,32	0,03	0,14
15	0,57	5,02	0,02	0,14
16	0,46	6,51	0,04	0,13
17	0,46	6,56	0,05	0,15
18	0,44	6,50	0,04	0,12

Formato: FIAL-F-PP03-03-2 Revisión N° 01, Fecha: 23/06/2017

Código	Índice de acidez (miligramos de KOH necesarios para neutralizar 1gr de muestra)	Índice de Peróxido (Miliequiv. Peróxido/Kg de muestra)	Coeficiente de Extinción	
			K_{232}	K_{270}
19	0,33	5,80	0,03	0,11
20	0,35	5,83	0,03	0,12
21	0,34	5,81	0,04	0,11
22	0,57	5,10	0,05	0,14
23	0,55	4,80	0,04	0,13
24	0,58	4,70	0,05	0,14
25	0,59	7,21	0,02	0,16
26	0,58	7,42	0,02	0,15
27	0,57	7,33	0,02	0,15
28	0,46	2,18	0,02	0,12
29	1,44	2,14	0,02	0,12
30	0,46	2,15	0,03	0,11
31	0,55	1,44	0,02	0,13
32	0,56	1,44	0,03	0,10
33	0,58	1,46	0,03	0,13
34	0,45	4,50	0,03	0,10
35	0,44	4,41	0,02	0,09
36	0,46	4,38	0,02	0,11
37	0,61	4,40	0,02	0,08
38	0,65	4,45	0,03	0,11
39	0,69	4,38	0,03	0,13
40	0,44	4,38	0,03	0,09
41	0,46	4,37	0,02	0,11
42	0,42	4,44	0,02	0,08
43	0,45	5,55	0,02	0,13
44	0,48	5,51	0,03	0,12
45	0,46	5,48	0,03	0,14
46	0,55	5,79	0,02	0,15
47	0,59	5,85	0,02	0,13
48	0,57	5,82	0,02	0,15
49	0,57	7,11	0,01	0,15
50	0,57	7,00	0,01	0,15
51	0,59	6,98	0,01	0,14
52	0,46	7,00	0,03	0,11
53	0,48	7,00	0,02	0,10
54	0,44	6,97	0,03	0,11

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Métodos utilizados en el laboratorio:

- Determinación de Grasa Bruta Según el método AOAC 948.16
- Determinación de Índice de Acidez según el método AOAC 940.28
- Determinación de Índice de Peróxido según el método AOAC 965.33
- Determinación de coeficiente de extinción

Observaciones:
- El muestreo, las condiciones de muestreo hasta su ingreso a los Laboratorios de Análisis Físico-Químico de Alimentos -FIAL-UNALM son de responsabilidad del solicitante
- Los resultados son válidos sólo para la cantidad recibida

La Molina, 04 de Octubre del 2018

.....
Ing. Gabriela Cristina Chire Fajardo
Jefe del Laboratorio de Análisis
Físico-Químico de Alimentos
FIAL-UNALM

Formato: FIAL-F-PP03-03-2

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Gina Sandra Condori Mendoza
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 47128382
Correo electrónico : gisan.condori@gmail.com
Teléfono/Celular : 900241900

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : TIEMPO DE BATIDO CON ADICIÓN DE CARBONATO CÁLCICO EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL ACEITE DE OLIVA A PARTIR DE ACEITUNA ORGANICA
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.04.02
c) Fecha de publicación : 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Rene German Sosa Vilca
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 01310659
c) ORCID : 0000-0003-2248-3464

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 47128382
NOMBRES Y APELLIDOS : Gina Sandra Condori Mendoza

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 47128382

NOMBRES Y APELLIDOS : Gina Sandra Condori Mendoza

FECHA : 07/04/2022

