UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"EVALUACIÓN DEL TIPO DE SOLVENTE DE ARRASTRE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE ACEITE EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DE PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDADES HASS Y FUERTE"

TESIS

PRESENTADO POR:

BACH. KATYA PILAR CALIZAYA MIRANDA

ASESOR: DR. RENE GERMAN SOSA VILCA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA – PERÚ

2022

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Folio N° 006

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. Nº 1160 - 2018 - UNAM

Fecha: 18/12/2018

III. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD Nº 165 - 2022 - FACIA - UNAM

Fecha: 12/09/2022

IV. El Jurado ha dictaminado la (el) TESIS,

TITULADO: EVALUACIÓN DEL TIPO DE SOLUENTE DE ARRASTRE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE ACEITE EXTRAIDO DE LA SEMILLA DE PALTA (Persea Americana Mill) VARIEDADES HASS Y FUERTE

Bachiller: KATYA PILAR CALIZAYA MIRANDA

Asesor Principal: DR. RENE GERMÁN SOSA VILCA

Co-Asesor: .....

V. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: TRECE (13) por lo que; Sí [X] No [ ]

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

Siendo las 17:35 horas, del 22 de SETIEMBRE del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente	Primer Miembro	Segundo Miembro
Dr. Elías Escobedo Pacheco	Mg. Erik Edwin Allcca Alca	MSc. KARINA ERIKA EDUARDO PALOMINO
(Nombres y Apellidos)	(Nombres y Apellidos)	(Nombres y Apellidos)

Miembro Accesitario

(Nombres y Apellidos)

Asesor Principal	Bachiller	Co-Asesor
(Nombres y Apellidos)	Katya Pilar Calizaya Miranda	(Nombres y Apellidos)
	(Nombres y Apellidos)	

DEDICATORIA

A Dios.

Por ser mi fortaleza y permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida.

A mis queridos padres Yolanda y Máximo.

Que con amor y sacrificio hicieron todo en la vida para que lograra mis sueños, por ser mi centro de motivación e inspiración y por haber depositado en mí su confianza y anhelos. Sobre todo, por haber guiado mi camino y darme la pauta para poder realizarme en mis estudios y en mi vida, enseñándome a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi gran amigo y compañero Julio Alonso.

Por su tiempo, paciencia, confianza, consejos y apoyo incondicional durante las diferentes etapas del desarrollo de esta tesis, para concluir esta meta y por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su bendición, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad para seguir cumpliendo mis metas y objetivos.

A la Universidad Nacional de Moquegua que mediante los órganos de Vicepresidencia de Investigación y Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica me brindaron el financiamiento absoluto para la ejecución de este trabajo de investigación.

Al Dr. René Germán Sosa Vilca, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y apoyo constante permitió el desarrollo de mi tesis. A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes con su sabiduría me transmitieron los conocimientos para el desarrollo de mi formación profesional

RESÚMEN

La semilla de palta es un residuo generalmente descartado en la obtención industrial de productos derivados de la pulpa de la palta y puede ser una fuente de ácidos grasos insaturados, a través de la extracción de aceite. Por lo cual la presente investigación tiene por objetivo evaluar el tipo de solvente (éter de petróleo y cloroformo) sobre las características físicas y químicas del aceite extraído de semilla de palta (*Persea americana* Mill) variedades Hass y Fuerte, empleando diferentes tiempos poscosecha (0, 7 y 14 días). La extracción de aceite se realizó, empleando el método Soxhlet. Los mayores porcentajes de materia seca (35.86 y 38.44 %), se alcanzaron con la variedad Fuerte y el tiempo poscosecha más largo (14 días). En cuanto los promedios de peso de fruto (314.65 y 323.52 g), peso de semilla (42.95 y 40.97 g) y relación semilla fruto (13.63 y 12.59 %), se registraron en la variedad Fuerte y el tiempo poscosecha más corto (0 días). El rendimiento más elevado de aceite de semilla (1.85 %) se logró con el solvente éter de petróleo, la variedad Fuerte y a los 7 días poscosecha. Las mayores concentraciones de ácidos grasos se encontraron con el solvente éter de petróleo, variedad Fuerte y a los 0 días poscosecha, registrando valores de 502.49 ug/ml para el ácido palmítico, 514.61 ug/ml en el ácido oleico, 1088.50 ug/ml en el ácido linolénico y 73.90 ug/ml para el ácido araquídico, con excepción del ácido palmitoleico cuya mayor concentración se obtuvo con la variedad Hass (70.77 ug/ml).

Palabras clave: Semilla de palta, solventes, tiempo poscosecha, método Soxhlet, perfil de ácidos grasos.

ABSTRACT

Avocado seed is a waste generally discarded in the industrial production of products derived from avocado pulp and can be a source of unsaturated fatty acids, through oil extraction. Therefore, the present research aims to evaluate the type of solvent (petroleum ether and chloroform) on the physical and chemical characteristics of the oil extracted from avocado seed (Persea americana Mill), Hass and Fuerte varieties, using different postharvest times (0, 7 and 14 days). Oil extraction was carried out using the Soxhlet method. The highest percentages of dry matter (35.86 and 38.44 %) were reached with the Fuerte variety and the longest postharvest time (14 days). Regarding the averages of fruit weight (314.65 and 323.52 g), seed weight (42.95 and 40.97 g) and fruit seed ratio (13.63 and 12.59 %), they were recorded in the Fuerte variety and the shortest postharvest time (0 days). The highest seed oil yield (1.85%) was achieved with the petroleum ether solvent, the Fuerte variety, and 7 days postharvest. The highest concentrations of fatty acids were found with the petroleum ether solvent, Fuerte variety and at 0 days postharvest, registering values of 502.49 ug / ml for palmitic acid, 514.61 ug / ml in oleic acid, 1088.50 ug / ml in the linolenic acid and 73.90 ug / ml for arachidic acid, except for palmitoleic acid, whose highest concentration was obtained with the Hass variety (70.77 ug / ml).

Keywords: Avocado seed, solvents, postharvest time, Soxhlet method, fatty acid profile.

ÍNDICE

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
RESÚMEN iv
ABSTRACT v
ÍNDICE vi
ÍNDICE DE TABLAS ix
ÍNDICE DE FIGURAS x
INTRODUCCIÓN 1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 2
1.2. OBJETIVOS 3
1.2.1. Objetivo general 3
1.2.2. Objetivos específicos 3
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 4
1.4. HIPÓTESIS 5
1.5.1. Hipótesis general 5
1.5.2. Hipótesis específicas 5
1.5. VARIABLES 6
1.5.1. Etapa 1 6
1.5.2. Etapa 2 6
II. MARCO TEÓRICO 7
2.1. ANTECEDENTES 7
2.2. BASES TEÓRICAS 9
2.2.1. Palta 9
2.2.2. Origen 10
2.2.3. Clasificación taxonómica 10
2.2.4. Variedades 10
2.2.5. Producción nacional y regional de la palta 11
2.2.6. Estados de madurez de la palta 12
2.2.7. Semilla de la palta 13
2.2.8. Aceites 14
2.2.9. Aceite de palta y sus beneficios 14

2.2.10. Las características fisicoquímicas de aceites y grasas 15
2.2.11. Extracción de Aceite 18
2.2.12. Método de extracción Soxhlet 18
2.2.13. Extracción con solventes 19
2.2.14. Solventes 20
III. MÉTODO 21
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN 21
3.1.1. Tipo de investigación 21
3.1.2. Nivel de investigación 21
3.2. ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL 21
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 21
3.3.1. Población 21
3.3.2. Muestra 21
3.4. INSTRUMENTOS 22
3.4.1. Materiales 22
3.4.2. Equipos 23
3.4.3. Reactivos 23
3.5. PROCEDIMIENTOS 23
3.5.1. Metodología experimental 23
3.5.2. Metodología para la recolección de datos 27
3.1. ANÁLISIS DE DATOS 33
3.6.1. Diseño de la investigación 33
3.6.2. Análisis estadístico 34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 35
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA 35
4.1.1. Materia seca de la pulpa 35
4.1.2. Peso de fruto 36
4.1.3. Peso de semilla 38
4.1.4. Relación de peso semilla/fruto 39
4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE PALTA 41
4.2.1. Rendimiento de aceite de semilla 41
4.2.2. Índice de refracción 43
4.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE PALTA 46
4.3.1. Índice de acidez 46

4.3.2. Índice de peróxidos 48
4.3.3. Índice de yodo 50
4.3.4. Índice de saponificación 52
4.4. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS 54
V. CONCLUSIONES 57
VI. RECOMENDACIONES 58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59
VIII. ANEXOS 66

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Producción de palta en la Región Moquegua 11

Tabla 2. Composición química de la semilla de palta 14

Tabla 3. Punto de ebullición de tipos de solventes 20

Tabla 4. Estructura del diseño experimental 2x3 - Etapa 01 33

Tabla 5. Estructura del diseño experimental 2x3x2 - Etapa 02 34

Tabla 6. Porcentaje de materia seca (%) de la pulpa 35

Tabla 7. Peso de fruto (g) 37

Tabla 8. Peso de la semilla (g) 38

Tabla 9. Relación de peso semilla fruto (%) 40

Tabla 10. Rendimiento de aceite de semilla 41

Tabla 11. Índice de refracción aceite de semilla de palta 44

Tabla 12. Índice de acidez aceite de semilla de palta 46

Tabla 13. Índice de peróxidos aceite de semilla de palta 48

Tabla 14. Índice de yodo aceite de semilla de palta 50

Tabla 15. Índice de saponificación aceite de semilla de palta 52

Tabla 16.1. Concentración de ácidos grasos 54

Tabla 16.2. Concentración de ácido grasos 55

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema de partes de la semilla de palta. 13

Figura 2. Esquema del equipo Soxhlet. 19

Figura 3. Flujograma para el proceso de extracción de aceite de semilla de plata.. 24

Figura 4. Materia seca variedad/tiempo poscosecha. 36

Figura 5. Peso de fruto variedad/tiempo poscosecha. 38

Figura 6. Peso de semilla variedad/tiempo poscosecha..... 39

Figura 7. Relación de peso semilla fruto variedad/tiempo poscosecha. 40

Figura 8. Rendimiento de aceite de semilla variedad/tiempo poscosecha..... 42

Figura 9. Rendimiento de aceite de semilla variedad/solvente. 43

Figura 10. Rendimiento de aceite de semilla solvente/tiempo poscosecha. 43

Figura 11. Índice de refracción variedad/tiempo poscosecha. 45

Figura 12. Índice de refracción variedad/solvente. 45

Figura 13. Índice de refracción solvente/tiempo poscosecha. 45

Figura 14. Índice de acidez variedad/tiempo poscosecha. 47

Figura 15. Índice de acidez variedad/solvente. 47

Figura 16. Índice de acidez solvente/tiempo poscosecha. 47

Figura 17. Índice de peróxidos variedad/tiempo poscosecha. 49

Figura 18. Índice de peróxidos variedad/solvente. 49

Figura 19. Índice de peróxidos solvente/tiempo poscosecha. 49

Figura 20. Índice de yodo variedad/tiempo poscosecha..... 51

Figura 21. Índice de yodo variedad/solvente. 51

Figura 22. Índice de yodo solvente/tiempo poscosecha. 51

Figura 23. Índice de saponificación variedad/tiempo poscosecha. 53

Figura 24. Índice de saponificación variedad/solvente. 53

Figura 25. Índice de saponificación solvente/tiempo poscosecha. 53

INTRODUCCIÓN

Actualmente en la industria alimentaria, se genera una gran cantidad de residuos entre los que podemos mencionar a la semilla de palta. Estos residuos deben ser manejados adecuadamente con el fin de minimizar el impacto ambiental. Muy al margen de que los residuos agroindustriales no tengan un carácter peligroso, pueden provocar problemas medioambientales si no son dispuestos correctamente. Por tanto, la caracterización de los residuos es imprescindible no sólo con el fin de determinar la metodología apropiada para su disposición final, sino también para su evaluación como potenciales materias primas en otros procesos de producción o para la recuperación del potencial valor nutricional final. De este modo, es posible obtener productos a partir de residuos, aumentando la rentabilidad global del proceso productivo, contribuyendo así a la sostenibilidad de la actividad industrial y agrícola, al mismo tiempo reduciendo sensiblemente el impacto medioambiental.

El presente trabajo de investigación tuvo por finalidad aprovechar uno de los residuos de la palta el cual es, la semilla, asimismo; es importante saber que en la extracción de aceite en diversos vegetales tanto en frutos como en semillas, que se desarrolló gracias a su composición química lo que ha permitido establecer usos y darle valor comercial, esto se debe primordialmente a un alto contenido de ácidos grasos insaturados básicos y primordiales en la alimentación, todo ello ha llevado a intensificar cada vez más el consumo y la preferencia del aceite vegetal.

Uno de los métodos usados en laboratorio para obtener el aceite a partir de semillas oleaginosas es la extracción con solventes orgánicos, empleando el equipo Soxhlet. En el presente trabajo de investigación se realizó la extracción con éter de petróleo y cloroformo, como solventes

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La palta es un fruto muy difundido a nivel mundial y cuyo consumo ha crecido exponencialmente en los últimos años. Este fruto es apreciado por sus diferentes propiedades, entre las que se destaca la cantidad de aceite que contiene, alrededor del 15 % al 25 %, dependiendo de la variedad y estado de madurez, presentando un alto nivel de ácidos grasos insaturados (Mayorga, 2011).

En la actualidad, el Perú es uno de los principales productores de palta a nivel mundial, situándose en el año 2019, como el tercer mayor productor de palta en el mundo, con un volumen de producción de 535.911 toneladas por año (Ramírez, 2021). Asimismo, la palta es uno de los frutos más representativos en la Región Moquegua, donde se estima que existen más de 1000 hectáreas de cultivos de palto las que se distribuyen principalmente en los distritos de Omate, Moquegua, Torata y Samegua, siendo las variedades más cultivadas Hass y Fuerte (DRA, 2020).

A nivel industrial en el país, la palta generalmente se procesa como producto fresco o congelado, exportándose de esta manera a los diversos mercados a nivel internacional, entre los que destacan la Unión Europea y los Estados Unidos (Ramírez, 2021). A pesar de ello, diversas empresas están trabajando en la industrialización de la palta con la finalidad de procesar puré, salsas o snacks, utilizando solamente la pulpa del fruto, lo que resulta en miles de toneladas de semillas como subproductos residuales del procesamiento (Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial, 2018). Se estima que la semilla de palta representa entre el 12 % al 28 % del peso del fruto, dependiendo de la variedad (Bressani, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior, en los últimos años se están desarrollando diversos esfuerzos en materia de investigación con la finalidad de hacer uso de la totalidad del fruto y generar de esta manera un valor agregado a los residuos producidos por la industrialización de la palta. Por ejemplo, la elaboración de harinas a partir de las semillas, la extracción de bioactivos como las antocianinas, aprovechamiento de ciertas propiedades de las semillas como colorantes, extractos de las semillas como antimicrobianos, entre otras (Álvarez y Moreno, 2021).

Una de estas alternativas es la utilización de la semilla de palta para la extracción de aceite. Algunos estudios han determinado que el aceite de la semilla de palta presenta una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que el aceite extraído de la pulpa, encontrando valores de 9.61 % para la pulpa y 46.73 % para la semilla (Bressani, 2009).

Para la extracción del aceite a partir de las semillas existen muchos métodos y tecnologías actualmente estudiadas, sin embargo, las extracciones mediante solventes orgánicos con equipo Soxhlet, siguen siendo la metodología más empleada a nivel de laboratorio; debido a su simplicidad de proceso, alta recuperación, bajo requerimiento de energía y facilidad de contacto continuo entre la muestra y las porciones frescas del solvente (Martínez y Santana, 2019).

Entre los solventes orgánicos que se emplean para la extracción de aceite de semillas tenemos al hexano, éter de petróleo, éter etílico, acetona, etanol, cloroformo, entre otros. Siendo el hexano el más utilizado en la mayoría de las investigaciones, debido a que proporciona buenos resultados. No obstante, su uso viene siendo restringido por cuestiones de salud y seguridad al medio ambiente (Torres, 2018). Lo que hace necesario indagar sobre el uso de solventes alternativos en la extracción de aceite de semilla de palta.

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación ha formulado el siguiente problema general: ¿Cuál es el efecto del tipo de solvente sobre las características físicas y químicas del aceite extraído de la semilla de palta (*Persea americana* Mill) variedades Hass y Fuerte?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el tipo de solvente sobre las características físicas y químicas del aceite extraído de semilla de palta (*Persea americana* Mill) variedades Hass y Fuerte.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas de la palta variedades Hass y Fuerte en tres tiempos poscosecha (0, 7 y 14 días).

- Evaluar el efecto del tipo de solvente (éter de petróleo y cloroformo) sobre las características físicas (rendimiento e índice de refracción) del aceite extraído de la semilla de palta variedades Hass y Fuerte en tres tiempos de poscosecha (0, 7 y 14 días).

- Evaluar el efecto del tipo de solvente (éter de petróleo y cloroformo) sobre las características químicas (índice de acidez, peróxidos, yodo y saponificación) del aceite extraído de la semilla de palta variedades Hass y Fuerte en tres tiempos poscosecha (0, 7 y 14 días).

- Determinar el efecto del tipo de solvente (éter de petróleo y cloroformo) sobre el perfil de ácidos grasos del aceite extraído de semilla de palta variedades Hass y Fuerte en tres tiempos poscosecha (0, 7 y 14 días).

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La palta en la región de Moquegua generalmente se consume en forma fresca, natural y sin mayor procesamiento, enfocándose solo en el aprovechamiento de la pulpa, considerándose a la semilla como un descarte, que representa al rededor del 12% del peso del fruto (Ikhuoria y Malik, 2007). Por ello, se pretende contribuir al aprovechamiento de este subproducto añadiendo un valor agregado y de esta manera generar desarrollo económico nuestra región.

La obtención de aceite a partir de las semillas desechadas de palta es una gran opción ya que actualmente, este tipo de aceites están tomando cada vez mayor importancia, lo que se ha traducido en un gran número de investigaciones, que se han llevado a cabo principalmente por la amplia demanda que existe tanto para consumo humano como para aplicaciones industriales (Dagde, 2019).

Existen diversos métodos para la obtención de aceites vegetales, sin embargo, las extracciones mediante solventes orgánicos garantizan un buen trabajo a nivel de laboratorio. Con este método solo se deja entre el 0,5% y 0,7% de aceite residual en la materia prima. En el caso del método del prensado, el aceite residual que queda en materia prima puede estar entre el 6% al 14% (KEMEC, 2021).

El conocimiento de la composición química del aceite de semilla de palta, especialmente la determinación de la composición de ácidos grasos, puede permitir

la utilización de la misma como materia prima por las industrias alimentarias, cosméticas y farmacéuticas para el diseño y producción de alimentos nutracéuticos, cosméticos y suplementos nutricionales (Evwierhoma y Ekop, 2016), además como lubricante, plastificante y estabilizador en los procesos químicos industriales (Gdigbi et al., 2019), así como para la producción de biodiesel (Dagde, 2019).

En todo lo indicado anteriormente es importante evaluar el tipo de solvente y el estado de madurez sobre las características físicas y químicas del aceite extraído de la semilla de palta (*Persea americana* Mill) de las variedades Hass y Fuerte, teniendo en cuenta los parámetros y condiciones del método de extracción que influyen de forma determinante en estas características, cuyos resultados ayudarán a la identificación de usos potenciales de este subproducto de la palta.

1.4. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

El tipo de solvente influye en las características físicas y químicas de aceite extraído de la semilla de palta (*Persea americana* Mill) variedades Hass y Fuerte.

1.5.2. Hipótesis específicas

- El tiempo poscosecha (0, 7 y 14 días) influye sobre las características físicas del fruto de palta variedades Hass y Fuerte.
- El tipo de solvente (éter de petróleo y cloroformo) y los tres tiempos de poscosecha (0, 7 y 14 días) influyen sobre las características físicas (rendimiento e índice de refracción) del aceite de semilla de palta variedades Hass y Fuerte.
- El tipo de solvente (éter de petróleo y cloroformo) influye sobre las características químicas (índice de acidez, peróxidos, yodo y saponificación) del aceite de semilla de palta variedades Hass y Fuerte en tres tiempos de poscosecha (0, 7 y 14 días).

- El tipo de solvente (éter de petróleo y cloroformo) influye sobre el perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de palta variedades Hass y Fuerte en tres tiempos de poscosecha (0, 7 y 14 días).

1.5. VARIABLES

1.5.1. Etapa 1

1.5.1.1. Variables independientes

- Variedad: Fuerte y Hass
- Tiempo Poscosecha: 0, 7 y 14 días

1.5.1.2. Variables dependientes

- Características físicas: materia seca, peso del fruto, peso de la semilla y relación peso de semilla/fruto.

1.5.2. Etapa 2

1.5.2.1. Variables independientes

- Variedad: Fuerte y Hass
- Tiempo Poscosecha: 0, 7 y 14 días
- Solvente de arrastre: Éter de petróleo, Cloroformo.

1.5.2.2. Variables dependientes

- Características físicas: rendimiento de aceite de la semilla e índice de Refracción.
- Características químicas: índice de acidez, Índice de peróxidos, índice de yodo e índice de saponificación.
- Perfil de ácidos grasos

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Ogbuagu y Okoye (2020) realización la caracterización fisicoquímica del aceite de semilla de aguacate extraído con n-hexano, utilizando el método Soxhlet. El aceite extraído, obtuvo un rendimiento de aproximadamente el 21.63 % de la muestra utilizada. Los resultados del análisis indicaron que la muestra de aceite contiene un índice de acidez de 1.542 mg/g, índice de yodo de 127.40 g/100 g, índice de saponificación de 196.35 mg/g e índice de peróxido de 4,80 mg/g. En base a estos resultados concluyeron, que el aceite de semilla de aguacate exhibió buenas propiedades fisicoquímicas y puede ser útil para aplicaciones industriales.

Gidigbi et al. (2019) exploraron el potencial químico industrial del aceite de la semilla de aguacate. La extracción se realizó manualmente, según el método descrito por Evwierhoma y Ekop, (2016). El rendimiento de aceite de semilla fue de 18.1 %. El aceite extraído fue sometido a un análisis de parámetros fisicoquímicos, obteniendo los siguientes valores: índice de refracción (1.457), índice de yodo (43.86 g/100 g), índice de acidez (2.74 mg KOH/g), índice de peróxidos (26 meq/kg) e índice de saponificación (228 mg KOH/g). Se determinaron los ácidos grasos presentes en el aceite, mostrando al ácido oleico (67.80 %) como ácido graso. El aceite de semilla de aguacate puede emplearse como lubricante, plastificante y estabilizador en los procesos químicos industriales.

Dagde (2019) utilizó la semilla de aguacate como materia prima para la producción de biodiesel como alternativa al petróleo. El aceite se extrajo usando un extractor Soxhlet con n-hexano como disolvente. El porcentaje de rendimiento de aceite de semilla fue del 3 %. En cuanto a las propiedades físicas y químicas, se encontraron los siguientes valores: índice de refracción (1.46), índice de peróxidos (3.30 meq/kg), índice de acidez (1.65 mg KOH/g), índice de yodo (42,66 mg I/g), índice de saponificación (187,18 mg KOH/g) e índice de ácidos grasos libres (1.68 %).

Martínez y Santana (2019) con la finalidad de obtener fitoesteroles a partir de las semillas de aguacate, variedad Hass, realizaron la extracción de aceite de semilla con el método Soxhlet, empleado como solvente al etanol. Se sometió a un análisis fisicoquímico, registrando los siguientes parámetros: índice de refracción (1.4661),

índice de saponificación (152,4456 mg KOH/g), índice de yodo (94.3905 cg I/g), índice de peróxidos (17.3771 mEq/kg), índice de acidez (4.2797 mg KOH/g) e índice de saponificación (86.8665 g/kg). Además, de un rendimiento de aceite de 10,623 %.

Hiwot (2017) determinó el contenido de aceite en las semillas de aguacate recolectadas en dos localidades del sur de Etiopía, para la obtención de petróleo y la producción de biodiésel. Para la extracción de aceite se utilizó el método Soxhlet. El solvente usado fue n-hexano. Se determinaron los siguientes parámetros fisicoquímicos del aceite extraído: índice de acidez de (4 y 4.3), el índice de saponificación (223 y 219), índice de peróxidos (17 y 24), índice de yodo (38.2 y 37.4) y contenido de aceite (27,6 % y 27,2 %), para las semillas de aguacate cultivadas en las localidades de Wonago y Dilla, respectivamente.

Barrera y Arrubla (2017) determinaron el contenido y composición de fitoesteroles en el aceite de la semilla de palta, variedad Lorena. Para ello, se realizó la extracción del aceite de semilla, por el método Soxhlet, empleando como solvente al Hexano, en una relación muestra: solvente (1:5). El aceite obtenido presentó un porcentaje de rendimiento de extracción de 8.47 %. Además, se logró cuantificar los siguientes fitoesteroles: el estigmasterol con 19.17 ppm y el 5α-colestano con una concentración de 49.77 ppm.

Evwierhoma y Ekop (2016) realizaron la extracción y caracterización de cuatro aceites de semillas (sésamo, soya, jatropa y aguacate), que han demostrado contener ciertos porcentajes de aceites, en el rango de 2 a 50 %. Los aceites se extrajeron utilizando hexano como disolvente en un extractor Soxhlet. Se determinó que la semilla de aguacate obtuvo un contenido de aceite promedio de 2,51%. Además, se encontraron los siguientes valores en los parámetros evaluados: índice de refracción (1.4691), índice de acidez (1.650 mg KOH/g), índice de peróxido (3.30 meq/kg) e índice de yodo (80.00 g I/100g).

Rengifo et al. (2015) realizó la caracterización del aceite de la semilla de palta variedad Hass fuerte, empleando el método de Soxhlet para la extracción de aceite con hexano. Se analizó las propiedades físico químicas del aceite de semilla y se determinó el perfil de ácidos grasos con cromatógrafo de gases. Se obtuvo un rendimiento aceite de semilla del 6.14 %. La caracterización fisicoquímica reportó valores de índice de refracción (1,465), índice de acidez (2.123 mg KOH/g), índice de

peróxido (1.403 meq O_2/kg), índice de saponificación (242.305 mg KOH/g) e índice de iodo (70.623 g I/100 g). Así mismo se pudo identificar dos ácidos grasos esenciales: ácido linoleico (48.77 %) y ácido linolénico (12.17%).

Bora et al. (2001) caracterizaron los aceites de la pulpa y semillas de aguacate, cultivar Fuerte. El aceite se obtuvo por extracción de harina de semilla con disolvente hexano. El contenido de aceite en pulpa y semillas fue de 15.39% y 1.87%, respectivamente. Los aceites extraídos de la pulpa y de semillas presentan similares índices de refracción (1.4608 y 1.4592) e índice de peróxidos (1.40 y 1.37) pero diferentes índices de acidez (2.45 y 4.12), iodo (77.6 y 69.4) y saponificación (178.3 y 231.6), respectivamente. El análisis de cromatografía de gases reveló la presencia de 22 y 27 ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) en aceite de pulpa y de semillas, respectivamente. El ácido palmítico fue el principal ácido saturado, presente en concentraciones de 21.3% en pulpa y 20.8% en semillas.

García et al. (1999) estudió la estructura de la semilla de aguacate variedad Hass y la cuantificación de la grasa extraída por diferentes técnicas. Una de las técnicas trabajadas fue el método Soxhlet, empleando como solventes hexano y etanol. Concluyendo que la mejor extracción de grasa en la semilla se dio con el solvente hexano, obteniendo un rendimiento de aceite de 3.08%, mientras que con etanol se extrajo el 0.79%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Palta

El fruto de la palta (*Persea Americana* Mill), es de formas: periforme y redonda, es de color verde oscuro y en ocasiones morado oscuro casi negro dependiendo de la variedad y grado de madurez. Su tamaño, aunque dependiente de la variedad, es de cerca de 10 cm de largo y su diámetro máximo de unos 6 cm. Tiene una pulpa consistente con un contenido variable de fibra y de aceite de acuerdo con la variedad a la que pertenece (Chávez, 2010).

2.2.2. Origen

La palta pertenece al género Persea de la familia de las Lauráceas, es originario de Mesoamérica, que comprende la región alta del centro de México y Guatemala (Williams, 1977). Cultivado en el Perú desde al menos 5000 años (Téliz y Mora, 2007).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Según Chávez (2010), la clasificación taxonómica de la palta es como sigue a continuación:

Reino : Plantae
Subreino: Tracheobionta
División: Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Subclase: Magnoliidae
Orden : Laurales
Familia: Lauraceae
Género: *Persea*
Especie: *Persea americana* Miller

2.2.4. Variedades

Las variedades de palta de mayor importancia para los mercados que se cultivan en el Perú son la “Hass” y “Fuerte”, son de mayor demanda en los países europeos (Agrodata, 2007).

2.2.4.1. Variedad Hass

Es una variedad con características de la raza mexicana y guatemalteca. Sus frutos son de forma oval piriforme, tamaño mediano (200 a 300 gr.), excelente calidad. La cáscara es granular, medianamente gruesa, se pela con facilidad y va cambiando del verde al púrpura conforme madura. La pulpa no tiene fibra y su contenido de aceite fluctúa entre 18 y 22%. La semilla es de tamaño pequeño, forma esférica y adherida a la pulpa. El fruto puede permanecer en el árbol un cierto tiempo después de alcanzar la madurez, sin perder su calidad. El árbol es muy sensible al frío y de elevada

productividad. Es la variedad de mayor importancia en los mercados, resistiendo bastante bien el transporte y almacenamiento (MINAG, 2008).

2.2.4.2. Variedad Fuerte

La variedad Fuerte es una palta de color verde, tiene características intermedias entre la raza mexicana y guatemalteca, por lo que se le considera un hibrido natural de estas dos razas. Los frutos presentan aspecto periforme, de tamaño mediano, con 300 a 400 g. de peso en promedio. Su largo medio es de 10 a 12 cm. y su ancho de 6 a 7 cm. La piel ligeramente áspera, se separa con facilidad de la carne. La pulpa de textura mantecosa es de excelente sabor, tiene poca fibra; variando su contenido de aceite entre 18 y 26 % cuando está madura (Agrodata, 2007).

2.2.5. Producción nacional y regional de la palta

Respecto a la producción nacional, la producción de palta se centraliza en las regiones de la Costa, los valles interandinos y la selva alta, principalmente en Junín, Lima, San Martín, Huánuco y Cusco. El área destinada al cultivo de palta es de aproximadamente 12 mil hectáreas, de las cuales cerca de 2.2 mil hectáreas son de la variedad 'Hass' y 3 mil hectáreas de palta tipo ‘Fuerte'. La producción se orienta principalmente al mercado interno, evidenciando un desarrollo incipiente de la actividad exportadora (DIRCETUR, 2012).

Tabla 1. Producción de palta en la Región Moquegua

Región/ Provincia /Distrito	2021			
	Sup. Cos. (ha)	Rend. (kg/ha)	Producc. (t)	Precio (S/. x kg)
Región Moquegua	1,122	6,906	7,748.3	4.59
Provincia Mariscal Nieto	510	5,859	2,988.1	3.12
Provincia General Sánchez Cerro	611	7,786	4,757.0	5.51
Distrito Omate	408	8,086	3,298.9	5.96
Provincia Ilo	1	3,200	3.2	4

Fuente: DRA (2021).

En la Tabla 1, la producción en la región de Moquegua se encuentra ubicada principalmente en la provincia de Mariscal Nieto y posteriormente en la provincia de

Gral. Sánchez Cerro. La superficie total cultivada de este producto en la región es de 611 Has, y los principales distritos productores son Omate, Moquegua, Torata, Samegua, entre otros (DRA, 2021). Así mismo se detalla la producción de palta en la región Moquegua, asimismo se registran datos en cuanto a la superficie cosechada (has), rendimiento (kg/ha), producción (t) y el precio (S/. por kg).

2.2.6. Estados de madurez de la palta

La elección del momento justo de madurez para la cosecha de la palta es una consideración Importante de pre-cosecha que tendrá gran influencia en la vida de poscosecha del producto y en su comercialización. Es importante en esta etapa distinguir claramente entre madurez fisiológica y comercial (Gallo, 1993).

2.2.6.1. Madurez fisiológica

La madurez fisiológica se refiere a la etapa del desarrollo del fruto en que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. Generalmente está asociada con la completa madurez del fruto y la etapa de madurez fisiológica es seguida por el envejecimiento (Gallo, 1993). Se determina el contenido de materia seca como índice de madurez para definir el momento de cosecha, el cual debe alcanzar de 19 al 25%, dependiendo del cultivar (Corporación PROEXANT, 2002; Kader et al. 2002).

2.2.6.2. Madurez comercial

La madurez comercial es simplemente las condiciones de un órgano de la planta requerido por un mercado. Comúnmente guarda escasa relación con la madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier fase del desarrollo o envejecimiento. Los términos Inmadurez, madurez óptima y sobremadurez se relacionan con las necesidades del mercado, y la calidad organoléptica, las cuales incluyen las características deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura y composición interna. Sin embargo, debe haber comprensión de cada uno de ellos en términos fisiológicos, particularmente en lo que concierne a la vida de almacenamiento y calidad cuando maduran (Gallo, 1993).

2.2.7. Semilla de la palta

2.2.7.1. Estructura

Según Mostacero et al., (2011), el fruto se ha descrito como “baya gruesa de forma típicamente aperada”, que deriva de un gineceo unicarpelar y que contiene una sola semilla (ver figura 1).

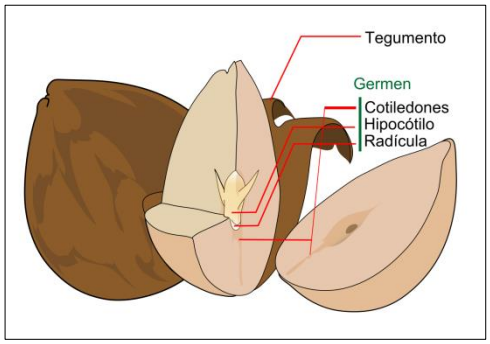


Figura 1. Esquema de partes de la semilla de palta.

Fuente: Mostacero, (2011).

- Cubierta seminal. - Llamado también tegumento o testa. Es la estructura más externa de la semilla, la cual por su tejido y grosor proporciona a la semilla protección y cierta impermeabilidad al agua y a los gases.

- Endospermo. - Comúnmente llamado cotiledón. El cotiledón en la semilla de palta es grueso y carnoso, está compuesto por un porcentaje alto de almidón. Por lo cual constituyen una fuente de reserva durante los primeros estadios de crecimiento.

- Embrión o Germen. - Es el óvulo fecundado. Está compuesto por la radícula (el cual da lugar a que salga el próximo tallo) y el hipocótilo (zona situada por debajo del punto de inserción de los cotiledones).

2.2.7.2. Composición

La semilla de la palta representa entre el 12-28% del peso de la fruta, dependiendo de la variedad. Bora et al., (2001) informaron sobre la composición química de la semilla del cultivar Fuerte cultivado en Brasil. Los datos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición química de la semilla de palta

Composición	Porcentaje (%)
Agua	56.04 ± 2.58
Lípidos	1.87 ± 0.31
Proteína	1.95 ± 0.16
Cenizas	1.87 ± 0.24
Fibra	5.10 ± 1.11
Carbohidratos	33.17 ± 2.73

Fuente: Bora *et al.*, (2001).

2.2.7.3. Uso tradicional de la semilla de palta

Según el tratado sobre plantas medicinales del Perú de Mostacero et al., (2011), el epispermo de la semilla de palta se toma en infusión acuosa por tres días para expulsar parásitos nematodos; los mismos autores refieren que la semilla se utiliza como tónico capilar en la caída del cabello, siendo también muy eficaz en enterocolitis diarreicas; finalmente, refieren que existen estudios que demuestran las propiedades antimicrobianas del extracto acuoso de la semilla contra bacterias Gram positivas y negativas, hongos y micobacterias.

2.2.8. Aceites

Los aceites son grasas procedentes de las semillas y de la parte carnosa de los frutos de ciertas plantas, que se conservan líquidas a temperatura ambiente, debido a que tiene un grado considerable de insaturación. Los aceites vegetales se extraen por medio de presión o por extracción por solventes, previa trituración del material (Alcázar, 2002).

2.2.9. Aceite de palta y sus beneficios

La obtención de aceite de palta (Persea americana Mill), surge como una alternativa de aprovechamiento del fruto con el fin de fortalecer la cadena productiva del mismo y contrarrestar las pérdidas de los productores por la sobreproducción a nivel nacional (Serpa et al., 2014). El aceite es el componente más importante de la palta, que alcanza niveles hasta del 25%, dependiendo de la variedad y la madurez (Duque, et al., 2012). El aceite de palta es rico en compuestos bioactivos, que pueden mejorar

la salud humana, al actuar como un antioxidante (Jorge, Polachini, Días, Jorge, & Telis-Romero, 2015). Respecto a los nutrientes el aceite de palta es rico en vitaminas A, B, C y E, y está compuesto principalmente por ácidos grasos monoinsaturados los cuales reducen de manera efectiva el nivel de colesterol en la sangre, ayudando en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Salgado, et al., 2012).

2.2.10. Las características fisicoquímicas de aceites y grasas

2.2.10.1. Propiedades físicas

Dentro de éstos los más reconocidos son la densidad y la humedad, los cuales pueden ser identificados fácilmente. Los resultados obtenidos a partir de esta evaluación permiten identificar a primera vista si los aceites se encuentran en el estado adecuado para las pruebas posteriores de calidad, o si deben ser rechazados, pues su calidad no es apropiada (Santana, 2013).

a. Densidad

La densidad relativa se determina picnométricamente, en un aceite, es la relación entre su peso y su volumen, esta constante no varía cuando está puro o fresco, pero es afectado por la edad, la rancidez y cualquier tratamiento que se le haga al aceite. Depende de la temperatura y de la presión (Matissek et al., 1998).

b. Humedad

Es una medida de la cantidad de agua contenida en el aceite. El agua en exceso es un factor negativo para el aceite debido a que puede formar enlaces químicos y físicos inadecuados, propiciando así reacciones de degradación. El método se basa en la separación por evaporación del agua contenida en la muestra tratándola a temperatura entre los 50 y los 80ºC, dependiendo de la influencia de la presión (ICONTEC NTC 287, 2002).

c. Peso específico

El peso específico es la relación entre el peso de un aceite y el peso del mismo volumen de agua. El peso específico de los aceites es generalmente alrededor de 0.910 – 0.920 g/ml a 25ºC (77ºF). A medida que la temperatura aumenta, el peso

específico del aceite o grasa desciende. Como los aceites y grasas son más ligeros que el agua (peso específico inferior a 1,000), cuando las mezclas de agua y aceites o grasas se separan, el aceite a la grasa se sitúa por encima del agua (Lawson, 1999).

d. Índice de refracción

El índice de refracción en un aceite se define como la relación entre la velocidad de la luz en el aire (técnicamente, un vacío) y la velocidad de la luz en el aceite. El RI está relacionado con el grado de saturación; el RI disminuye linealmente conforme disminuye el índice de yodo (Nielsen & Finkenzeller, 2009). Es muy útil con fines de identificación, comprobación de la pureza y observación del progreso de reacciones como la hidrogenación catalítica (Lawson, 1999). Sin embargo, el RI viene influido por factores tales como el contenido en ácidos grasos libres, la oxidación y el calentamiento de la grasa o el aceite (Nielsen, & Finkenzeller, 2009).

2.2.10.2. Propiedades químicas

Los métodos químicos mencionados son característicos de todos los aceites y las grasas. Para esto se debe determinar la cantidad equivalente de compuesto necesaria para reaccionar con los grupos funcionales de los aceites o de sus componentes (Santana, 2013).

a. Índice de acidez

El índice de acidez (IA) es una medida del contenido en ácidos libres presentes en grasas y ácidos grasos. El conocimiento del contenido en ácidos grasos libres sirve como prueba de pureza y en ocasiones permite extraer conclusiones acerca del tratamiento o reacciones de degradación que se hayan producido. Las grasas sin refinar presentan por lo general un IA de hasta 10, mientras que para los aceites refinados suele ser 0.2. El índice de acidez se expresa como miligramos de hidróxido de potasio requerido para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en 1 g de grasa o aceite. La muestra se disuelve en un disolvente orgánico y los ácidos presentes se titulan con una disolución de hidróxido de potasio frente a fenolftaleína (Muñoz et al., 2011).

b. Índice de peróxidos

El índice de peróxidos es una medida del oxígeno unido a las grasas en forma de peróxido. Este parámetro permite cuantificar la alteración del aceite causada por la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados con formación de peróxidos que posteriormente se polimerizan y descomponen dando origen a aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular, la conservación del aceite es esencial ya que este proceso es acelerado en presencia de luz, calor y humedad. El enranciamiento oxidativo destruye las vitaminas liposolubles, particularmente las vitaminas A y E; se disuelve la muestra en una mezcla de cloroformo y ácido acético glacial y se mezcla con una disolución de yoduro potásico. La cantidad de yodo liberada por reacción con los grupos peróxidos se determina finalmente por valoración con una disolución de tiosulfato sódico (Muñoz et al., 2011).

c. Índice de yodo

El índice de yodo se define como los gramos de yodo absorbido por cada 100 g de muestra. Cuanto mayor es el número de insaturación, tanto más yodo es absorbido; por consiguiente, cuanto más elevado es el índice de yodo, tanto mayor es el grado de insaturación, Por lo tanto, es una medida del grado de insaturación de los componentes de una grasa. Esta prueba evalúa la identidad y la pureza de las grasas. (Nielsen, & Finkenzeller, 2009).

d. Índice de saponificación

El índice de saponificación se define como la cantidad de álcali necesaria para saponificar una cantidad dada de grasa o aceite. Se expresa como miligramos KOH necesaria para saponificar 1 g de muestra (Nielsen, & Finkenzeller, 2009). El índice de saponificación es una medida de los ácidos grasos libres y combinados que existen en las grasas y es directamente proporcional a la masa molecular media: Cuanto menor sea la proporción de ácidos grasos presentes (es decir, cuanto mayor sea la proporción de ácidos grasos de cadena corta), tanto mayor será el índice de saponificación (Matissek et al., 1998).

2.2.11. Extracción de Aceite

Históricamente, se han usado muchos procesos para extraer el aceite de semillas, pero los tres procedimientos más comunes son los de prensa hidráulica, prensa de expulsión y extracción con solventes (Erickson et al., 1980).

En operaciones a gran escala, la extracción con solventes es un medio más económico de obtención de aceite que la extracción por presión, y su aplicación va aumentando con rapidez, especialmente para la obtención de aceite de soja. El aceite de la semilla se difunde y es extraído a través del solvente, mientras que la proteína permanece en la torta residual con fibra e hidratos de carbono. Como solventes, en los métodos comerciales de extracción se recurre a hidrocarburos volátiles purificados, especialmente las 17 distintas clases de bencinas de petróleo, conocidas comúnmente como éter de petróleo, hexano o heptano. El hexano es el más utilizado tradicionalmente (Tapia, 2002).

2.2.12. Método de extracción Soxhlet

El extractor Soxhlet o simplemente Soxhlet (en honor a su inventor Franz von Soxhlet) es de vidrio utilizado para la extracción de sustancias, generalmente, de naturaleza lipídica, contenidos en un sólido, por medio de un solvente. El sistema de extracción Soxhlet ha sido ampliamente utilizado en la extracción de aceite de semillas. El sistema se compone de un balón donde se encuentra un solvente orgánico que es calentado hasta ebullición, un tubo de extracción soxhlet, donde se coloca la muestra, la cual, va contenida en un cartucho de celulosa y un condensador. Después de evaporarse, el solvente orgánico es condensado y cae al tubo Soxhlet, en el cual extrae el aceite contenido en la muestra hasta que el tubo se llena; cuando el tubo está lleno de solvente, este es sifonado hasta el balón que contiene el resto de solvente y se repite el proceso. Este método de extracción es directo, aplicable a alimentos en general, para la obtención de la fracción de grasa libre de la muestra para su posterior utilización (Albarracín & Gallo, 2003).

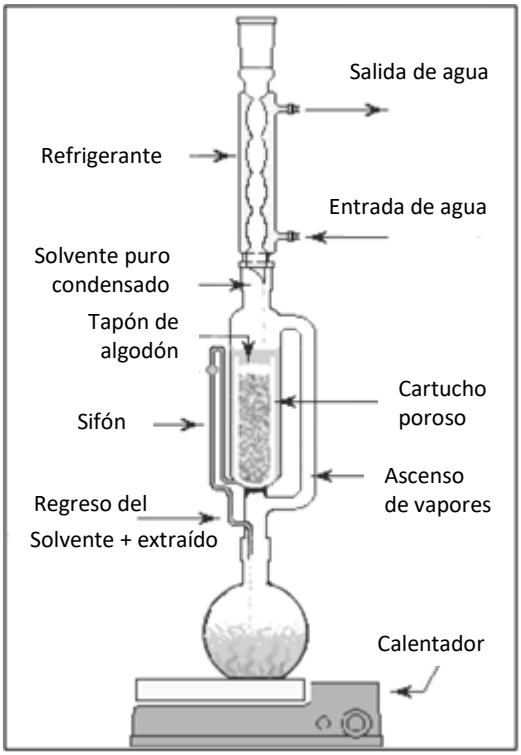


Figura 2. Esquema del equipo Soxhlet.

Fuente: Albarracín & Gallo, (2003).

2.2.13. Extracción con solventes

Una de las formas tradicionales de separar la grasa de una materia oleaginosa es el tratamiento con disolvente. Cuando una semilla se pone en contacto con un disolvente y es posible su separación. Existen varios disolventes autorizados para extraer grasa, aunque el hexano comercial es el más utilizado. La extracción con solvente es un procedimiento muy eficaz para la extracción de aceite vegetal y puede reducir el contenido de aceite de las semillas hasta menos de un 1% (Valderrama, & Aravena, 1994). La fracción oleosa de la semilla se solubiliza en el hexano durante la extracción y a continuación el hexano se destila y reutiliza. Debido a su elevado carácter volátil en el aceite después de su obtención queda un residuo de hexano mínimo o nulo (Lawson, 1999). Sin embargo, debido a estos resultados se recomienda la extracción con solvente para la industria de jabones y cosméticos (Lafont, & Portacio, 2011).

2.2.14. Solventes

Si se sigue una norma o técnica obviamente que el solvente estará indicado. Pero con frecuencia, particularmente en los laboratorios de investigación, se suelen realizar extracciones no normalizadas. Por eso es conveniente saber el rango de estas sustancias que se pueden utilizar en el extractor soxhlet. La experiencia que se posee es que hay una temperatura máxima y mínima de ebullición en la que el equipo funciona adecuadamente.

Tabla 3. Punto de ebullición de tipos de solventes

Solventes	Punto de Ebullición (°C)
Éter	35
Diclorometano	40
Éter de petróleo	40-60
Cloroformo	62
Metanol	65
Etanol-benceno	65
Hexano	69
Etanol tolueno	73
Acetato de etilo	77
Etanol	78
Benceno	80
Ciclohexano	81
Ácido fórmico	101
Dioxano	102
Tolueno	111

Fuente: Núñez (2008).

III. MÉTODO

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Según los propósitos del estudio, la presente investigación es tipo aplicada.

3.1.2. Nivel de investigación

De acuerdo con el alcance del estudio, el nivel de la investigación es correlacional.

3.2. ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

El presente trabajo de investigación se realizó durante el último trimestre del año 2018 y el primer trimestre del año 2019, en los laboratorios de Ingeniería de procesos, Biotecnología y Química, de la Universidad Nacional de Moquegua.

Por otro lado, el análisis de la caracterización del perfil de ácidos grasos se realizó en el laboratorio de Cromatografía y Espectrometría de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por 90 kg de palta variedad Hass y 90 kg de la variedad Fuerte, cosechadas en el mes octubre del 2018 en dos parcelas del Valle de Omate, las cuales fueron empleadas para las distintas etapas del presente trabajo de investigación y sus correspondientes unidades experimentales.

3.3.2. Muestra

En la primera etapa del estudio, para determinar las características físicas de la materia prima, se tomaron como muestra 3 frutos de palta por cada unidad experimental, utilizando un total de 54 frutos (27 de la variedad Hass y 27 de la variedad Fuerte).

En la segunda etapa, para la extracción de aceite de semilla de palta, se utilizaron 175 g de harina de semilla por cada unidad experimental, empleando un total de 6.3 kg de harina de semilla de palta (3.15 kg de cada variedad).

Para la determinación de las características físicas y químicas se tomó una muestra de 1 ml de aceite de semilla de palta por cada tratamiento. De igual manera para determinar el perfil de ácidos grasos se trabajó con una muestra de 1 ml por cada tratamiento. En total se utilizaron de 24 ml de aceite (12 ml extraídos con éter de petróleo y 12 ml con cloroformo).

3.4. INSTRUMENTOS

3.4.1. Materiales

- Balón de 500,1000 ml Pirex.
- Refrigerante para el agua del condensador.
- Matraz Erlernmeyer de 250 ml.
- Placa petri de vidrio 11 mm X 50 mm.
- Pipeta pasteur de vidrio 146 mm, 225 mm.
- Tetina de goma para pipeta pasteur.
- Termómetro digital -10 a 300 °C.
- Fiolas 100 y 250 ml Pirex.
- Vasos de precipitados 100, 250 y 1000 ml Pirex.
- Papel filtro curso lento DE 45 cm X 45 cm.
- Filtro para jeringa de politetrafluoretileno (PTFE) 0.45 µm X 25 mm.
- Pizeta de 500 ml.
- Pipeta de 10 ml y 25 ml.
- Probeta de 50 ml.
- Buretas de 25, 50 ml.
- Tubos de ensayo 16 x 150 mm, Frascos y varillas de vidrio.
- Tres pinzas (adaptables a los soportes y el equipo de vidrio).
- Soporte universal.
- Manguera de hule 3/16".
- Picnómetro con termómetro.
- Cronómetro.

3.4.2. Equipos

- Balanza analítica (Capacidad máxima 1000 g. Lectura mínima 0.001 g).
- Molino de disco, de acero inoxidable (cap. 2 kg).
- Estufa eléctrica de calentamiento (temperatura regulable de 0 a 300 °C).
- Refractómetro (Escala 0 a 32 % Brix. Resolución 0.2 %).
- Desecador de campana.
- Destilador rotavapor.
- Equipo Soxhlet (cap. balón 750 ml, cap. Cuerpo extractor 500 ml).
- Cromatógrafo de gases.

3.4.3. Reactivos

- Agua destilada.
- Alcohol etílico al 70 % (v/v).
- Cloroformo ($CHCl_3$) P.A.
- Etanol (C_2H_5OH) P.A. 99.5 %.
- Éter de petróleo $(CH_3)_3COCH_3$ P.A. 100 %.
- Éter dietílico ($C_2H_5OC_2H_5$) P.A. 99 %.
- Solución tiosulfato de sodio al 0.1 N ($Na_2S_2O_3$) P.A.
- Solución de ácido acético (CH_3COOH) P.A. 96 %.
- Solución indicadora de almidón al 1 %.
- Solución saturada de yoduro de potasio (KI) P.A. ≥ 99.8 %.
- Solución de hidróxido de sodio o de potasio al 0,1 N (NaOH) P.A. 98.8 %.
- Solución indicadora de fenolftaleina al 1 %.
- Sulfato de magnesio anhidro ($MgSO_4$) P.A. >98 %.

3.5. PROCEDIMIENTOS

3.5.1. Metodología experimental

El presente trabajo de investigación se dividió en dos etapas. La etapa 01, comprende desde la recolección (cosecha de palta) hasta almacenamiento de la palta durante el periodo post cosecha (a los 0 días, 7 días y 14 días). La etapa 02, comprende desde el acondicionamiento de la semilla hasta la obtención del aceite de la semilla de palta,

para su posterior caracterización fisicoquímica. A continuación, se describe la metodología experimental empleada en el presente estudio.

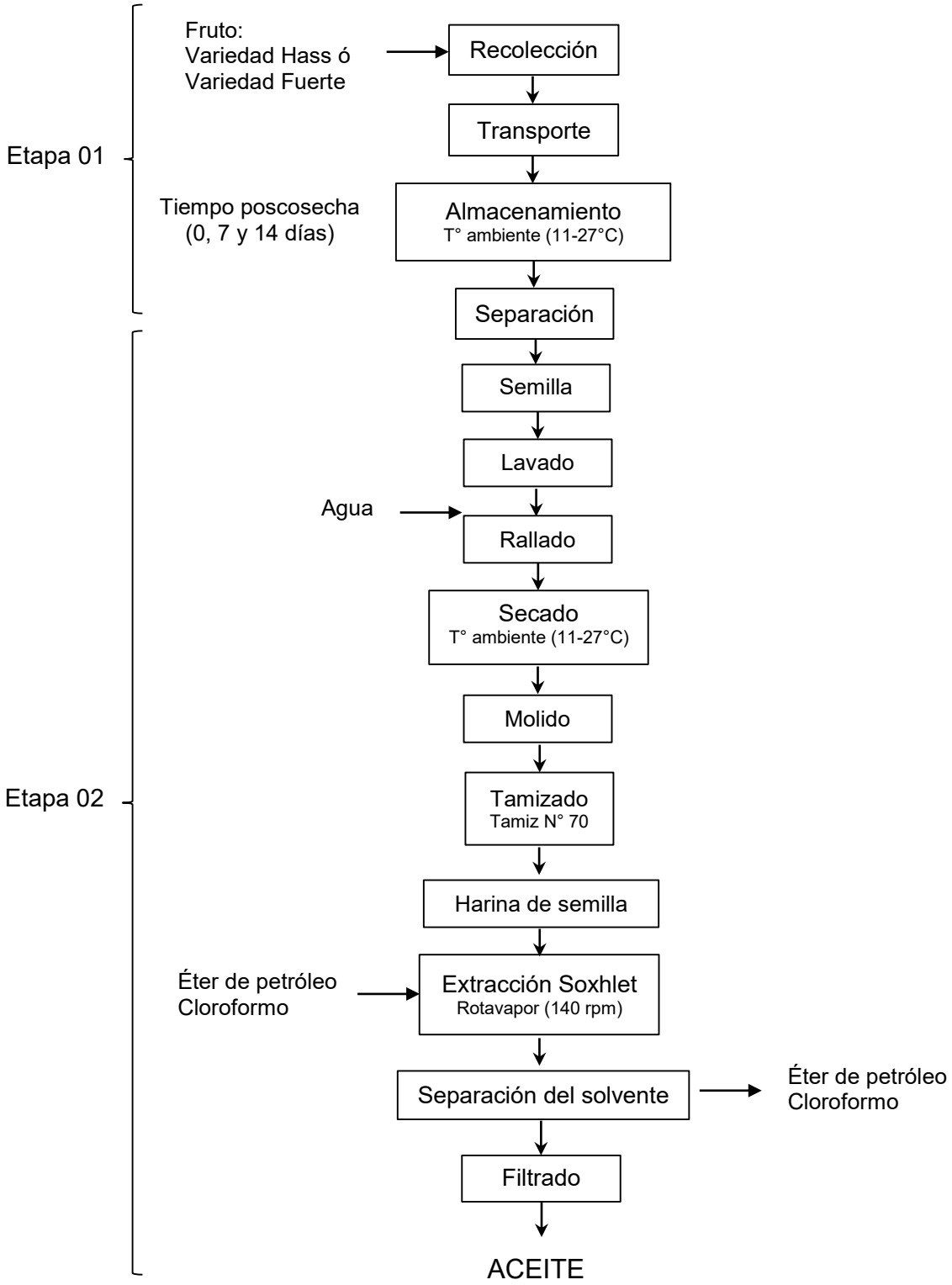


Figura 3. Flujograma para el proceso de extracción de aceite de semilla de palta.

3.5.1.1. Recolección de materia prima

Para la recolección de frutos de palta se trabajó con un método de muestreo al azar (Ver ANEXO 2), en las dos parcelas de cultivo, establecidas en el distrito de Omate, en la provincia Mariscal Nieto, región Moquegua, a una altitud de 2,166 msnm, lográndose recolectar en total 90 kg de palta variedad Hass y 90 kg variedad Fuerte.

3.5.1.2. Transporte

Después de la recolección, los frutos de palta fueron trasportados en jabas de plástico de 25 kg. Las jabas no se llenaron completamente y se apilaron en máximo 2 filas, con la finalidad de evitar que los furtos se deterioren durante el traslado las instalaciones de la Universidad Nacional de Moquegua.

3.5.1.3. Almacenamiento

Las paltas se almacenaron en jabas de plástico en el laboratorio a una temperatura ambiente (11 – 27 °C) en la cual se desarrolló el proceso de maduración. Una vez alcanzados los tiempos poscosecha (0, 7 y 14 días) se registraron los datos de la medida del peso del fruto y peso de la semilla, a fin de calcular el peso promedio de la semilla y el porcentaje del peso de la semilla respecto al peso del fruto.

3.5.1.4. Acondicionamiento de la semilla

a. Separación

Se procedió a cortar con un cuchillo la palta en dos partes para extraer de la semilla del fruto de palta.

b. Lavado

Tras la separación del fruto, las semillas de palta se lavaron manualmente con abundante agua potable. Además, se extrajo y desecho el epispermo.

c. Rallado

Después del lavado, se procedió a rallar las semillas en láminas delgadas y pequeñas, utilizando para ello un rallador de cocina.

d. Secado

Se procedió a extender la pepa rallada sobre papel aluminio, se dejó secar en sombra a temperatura ambiente (11 – 27 °C).

e. Molido

Luego del secado las semillas ralladas, se procedió a la trituración de las láminas de semilla, mediante un molino de disco.

f. Tamizado

Para uniformizar el tamaño de los gránulos se utilizó un tamiz de acero inoxidable de malla N° 70, obteniéndose la muestra óptima para dar inicio al proceso de extracción de aceite.

3.5.1.5. Proceso de extracción del aceite

a) Método Soxhlet

Se tomo como referencias la metodología propuesta por López et al. (2005). A continuación, se describe el procedimiento realizado:

- La harina de semilla obtenida se introdujo en un cartucho de papel filtro y se colocó en el cuerpo extractor del equipo Soxhlet.
- El disolvente elegido se colocó en el matraz y se llevó a ebullición (éter de petróleo: 45°C y cloroformo: 61 °C).
- Los vapores del disolvente extractor se condensan por encima de la muestra.
- El condensado caliente lixivia la muestra mientras se va llenando el cartucho.
- Cuando la cámara se ha llenado, la disolución se sifonea y vuelve al matraz de destilación.
- Este proceso se repite sucesivamente con lo que se consigue que aumente la concentración del extracto en el disolvente extractor.

3.5.1.6. Separación del solvente

Los residuos de los solventes utilizados fueron separados por evaporación, utilizando para ello el rotavapor a 140 rpm. Este equipo además permitió la recuperación de gran parte del solvente.

Una vez obtenido el aceite de semilla se envasó en frascos de vidrio ámbar de capacidad de 2 ml con tapa rosca para evitar la entrada de oxígeno y humedad atmosférica. Además, se refrigeró a una temperatura de 4°C, para conservar las muestras obtenidas, hasta la realización de los análisis fisicoquímicos y determinación del perfil de ácidos grasos.

3.5.1.7. Filtrado

El filtrado es un modo eficaz de la separación de partículas existentes en el aceite obtenido, para ello se utilizó un filtro para jeringa de politetrafluoretileno (PTFE) 0.45 µm X 25 mm.

Características del filtro:

- 25 mm de diámetro.
- Material de teflón.
- Uso para filtración de solventes, ácidos y bases.
- Sustento de Uso: Purificación de muestras.

3.5.2. Metodología para la recolección de datos

3.5.2.1. Caracterizaciones físicas de la materia prima

a. Materia seca

Para determinar el porcentaje de Materia Seca (% MS) de la materia prima se empleó la metodología descrita por la AOAC, la cual indica que él % MS se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\%\, MS = 100 - \frac{(a-b)}{c} \times 100$$

Dónde:

a= peso en g de las placas con las muestras frescas.
b= peso en g de la placa Petri con la muestra seca.
c= peso en g de la muestra fresca tomada.

El procedimiento realizado consistió primero en pesar una placa Petri de pírex, limpia y seca, luego añadir de 2 gramos de muestra fresca, bien esparcida, colocar la placa con las muestras en la estufa a temperatura de 100°C ±1, por un espacio de 5 horas. Al cabo del tiempo establecido, retirar las placas y colocarlas en una campana de desecación y dejarlo enfriar por un espacio de 1 hora.

b. Relación semilla fruto

Para la determinación de la relación de semilla fruto se trabajó con las siguiente formula:

$$R_{s/f} = \frac{a}{b} \times 100$$

Dónde:

a= peso en g de la semilla.
b= peso en g del fruto.

3.5.2.2. Caracterizaciones físicas del aceite de semilla de palta

Para establecer las características físicas del aceite obtenido a partir de la semilla de palta, de las variedades Hass y Fuerte, se realizaron dos tipos de determinaciones:

a. Rendimiento:

Para determinar el rendimiento de aceite de semilla, extraído con solventes en equipo Soxhlet, se empleó la siguiente fórmula:

$$Rendimiento\ (\%) = \frac{W_{\ 2}}{W_1} \times 100$$

Dónde:

W_1= Peso en gramos del material vegetal sometido a extracción.
W_2= Peso en gramos del aceite vegetal extraído.

b. Índice de refracción:

Se determinó utilizando la metodología NTP 319.075: 1974.

Para determinar el índice de refracción se empleará un par de gotas de aceite. Es la relación del seno del ángulo de incidencias, al seno del ángulo de refracción de un rayo luminoso de longitud de onda determinada, que pasa del aire al aceite manteniendo su temperatura constante, se procede midiendo el ángulo de refracción del aceite manteniendo en condiciones de transparencia isiotropismo, la longitud de onda de la luz útil es de 589.3 nm que corresponde a la línea de sodio (Na) a una temperatura de 20 °C o en su defecto luz difusa del día, si el equipo está provisto de un dispositivo compensador.

La ecuación para utilizarse para ajustar las lecturas a la temperatura estándar (20ºC) fue:

$$IR = IR' + 0.000385 \times (T - T')$$

Dónde:

T: temperatura de referencia (20 ºC)
T´: temperatura a la que se realiza la lectura (°C)
IR´: lectura del índice de refracción realizada a la temperatura T´
IR: índice de refracción corregido

3.5.2.3. Caracterizaciones químicas físicas del aceite de semilla de palta

Para la encontrar las características químicas del aceite obtenido de la semilla de palta de las variedades Hass y Fuerte, se realizaron diferentes determinaciones mencionadas a continuación:

a. Índice de acidez:

Se determinó utilizando la metodología A.O.A.C. 2012.

El procedimiento es el siguiente:

1. Se toma 10 ml. de muestra.
2. Se enrasa a 50ml. con agua destilada.

3. Se titula con una solución de NaOH 0.1 N y utilizando fenolftaleína como indicador, hasta que vire a rosa tenue.

La acidez titulable se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Índice\ de\ acidez = \frac{V * N * E}{10A}$$

$$\%\ AT = \frac{V * N * E}{10A} \times 100$$

Dónde:

V: ml de NaOH gastados en titulación.
N: Normalidad del NaOH.
E: Miliequivalente (factor).
A: Gramos o ml. de muestra.

b. Índice de peróxidos:

Se determinó utilizando la metodología AOAC 26.024

El procedimiento es el siguiente:

1. En un matraz Erlenmeyer de 250 ml., con tapón esmerilado, se pesaron 5 gramos de muestra. En estas condiciones se agregaron 30 ml de disolución de ácido acético/cloroformo y 0.5 ml de la disolución saturada de yoduro de potasio. Se tapó y se agitó durante un minuto.

2. Se tituló hasta la casi desaparición del color amarillo. Después se añadieron 0.5 ml. de disolución al 1 % de almidón soluble y se continuó valorando hasta la desaparición del color azul.

3. Se hizo una prueba testigo. Se anotaron en cada caso los mililitros de disolución de tiosulfato 0.1 N gastados en las titulaciones. El volumen usado en el testigo no debió exceder de 0.1 ml de tiosulfato 0.1 N.

$$I.P. = \frac{(S - B) * N * 1000}{g}$$

Dónde:

I.P. = Índice de peróxido expresado en Miliequivalentes / kg. de muestra.
S = Cantidad de mililitros de tiosulfato de sodio 0.1 N. usada en titular la muestra.
B = Cantidad de mililitros de tiosulfato de sodio 0.1 N. usada en titular el testigo.
N = Normalidad de la disolución de tiosulfato de sodio 0.1 N utilizada.
g = Gramos de la muestra.

c. Índice de yodo:

Se determinó utilizando la metodología A.O.A.C. 26.020

El procedimiento es el siguiente:

En un matraz erlenmeyer medir 825 ml de aceite ácido (99,5 %) y disolver en él 13.615 g de I con ayuda de calor.
Enfriar y tirar 25 ml de esta solución con $Na_2S_2O_3$ 0,1 N. Mida otra porción de 200 ml de ácido acético y agregue 3 ml de bromo. A 5 ml de esta solución, agregue 10 ml de solución de KI al 15 %. Calcule la cantidad de solución de bromo necesaria para duplicar el contenido de halógeno de los 800 ml restantes de solución de la siguiente manera:

$$A = B / C$$

Donde

A = ml de solución de bromo requerida.
B = 800 x equivalente de tiosulfato de 1 ml de solución I.
C = equivalente de tiosulfato de 1 ml de solución de bromo.

Si es necesario, reducir las soluciones mezcladas de I y bromo diluyéndolas con ácido acético hasta la concentración adecuada. Almacenar en un lugar fresco y oscuro.

d. Índice de Saponificación:

Se determinó utilizando la metodología A.O.A.C. 26.034

- Pesar un gramo de aceite en un Erlenmeyer de 250 ml.
- Agregar con una pipeta, 5mL de una solución de hidróxido de sodio 50 % y 7ml de alcohol al 95 %.
- Conectar un condensador, calentando hasta completa saponificación por 30 minutos en baño María.
- Enfriar y titular con una solución de HCl 0.5 N usando fenolftaleína como indicador.
- Se observa un viraje en el color de la muestra.
- Determinar blanco (usando solo 50mL de solución de hidróxido de potasio al 50 % alcohólico y titular).

El valor del índice de saponificación se determina por medio de la siguiente formula:

$$Índice\ de\ saponificación = \frac{(\mathrm{A} - \mathrm{B})\ (\mathrm{C}\ \mathrm{x}\ \mathrm{D})}{E}$$

Donde:

A= mililitros de HCl gastados en blanco.
B= mililitros de HCl gastados en muestra.
C= normalidad del HCl (0.5 N).
D= peso equivalente del KOH (56.1).
E= peso de la muestra en gramos (5.0 g).

3.5.2.4. Determinación del perfil de ácidos grasos

Para la identificación del perfil de ácidos grasos (Palmítico, Palmitoleico, Oleico, Linoleico y Araquídico) del aceite de semilla de palta variedad Hass y Fuerte, se realizó el análisis de cromatografía en el laboratorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, utilizando un cromatógrafo de gases, mediante el método propuesto por Frank.et al. (2008).

3.1. ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. Diseño de la investigación

Para la primera etapa se empleó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial de 2x3 con 3 repeticiones. El Factor A estuvo conformado por las variedades de palta (a1: Hass, a2: Fuerte) y Factor B por el tiempo de poscosecha de la palta (b1: 0 días, b2: 7 días y b3: 14 días).

Tabla 4. Estructura del diseño experimental 2x3 - Etapa 01

FACTOR A	FACTOR B	TRATAMIENTOS
Variedad de palta	**Tiempo de poscosecha**	
a_1: Hass	b_1: 0 días	T_1: a_1b_1
	b_2: 7 días	T_2: a_1b_2
	b_3: 14 días	T_3: a_1b_3
a_2: Fuerte	b_1: 0 días	T_4: a_2b_1
	b_2: 7 días	T_5: a_2b_2
	b_3: 14 días	T_6: a_2b_3

En cuanto a la segunda etapa se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio de tres factores 2x3x2 y 3 repeticiones. Siendo el Factor A las variedades de palta (a1: Hass, a2: Fuerte), Factor B el tiempo de poscosecha de la palta (b1: 0 días, b2: 7 días y b3: 14 días) y Factor C los tipos de solvente de arrastre para la extracción de aceite (c1: Éter de Petróleo, c2: Cloroformo).

Tabla 5. Estructura del diseño experimental 2x3x2 - Etapa 02

FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C	TRATAMIENTOS
Variedad de Palta	**Tiempo de poscosecha**	**Tipo de Solvente**	
a_1: Hass	b_1: 0 días	c_1: Éter de Petróleo	T_1: $a_1b_1c_1$
		c_2: Cloroformo	T_2: $a_1b_1c_2$
	b_2: 7 días	c_1: Éter de Petróleo	T_3: $a_1b_2c_1$
		c_2: Cloroformo	T_4: $a_1b_2c_2$
	b_3: 14 días	c_1: Éter de Petróleo	T_5: $a_1b_3c_1$
		c_2: Cloroformo	T_6: $a_1b_3c_2$
a_2: Fuerte	b_1: 0 días	c_1: Éter de Petróleo	T_7: $a_2b_1c_1$
		c_2: Cloroformo	T_8: $a_2b_1c_2$
	b_2: 7 días	c_1: Éter de Petróleo	T_9: $a_2b_2c_1$
		c_2: Cloroformo	T_{10}: $a_2b_2c_2$
	b_3: 14 días	c_1: Éter de Petróleo	T_{11}: $a_2b_3c_1$
		c_2: Cloroformo	T_{12}: $a_2b_3c_2$

3.6.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANVA), usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 y se utilizó la prueba de significación de Tukey ($P<0.05$) para detectar las diferencias estadísticas entre las medidas de cada variable. Este análisis se llevó a cabo empleando el programa estadístico InfoStat.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. Materia seca de la pulpa

El análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias significativas para el factor variedad y diferencias altamente significativas para el factor tiempo poscosecha, sobre la variable respuesta. Sin embargo, no se encontró diferencias estadísticas para la interacción de ambos factores. En base a esto, se puede establecer que existe influencia de estos factores en estudio sobre el contenido de materia seca, pero de manera independiente (Anexo 3).

Tabla 6. Porcentaje de materia seca (%) de la pulpa

Tratamiento	Media (%)
T_1 (Hass, 0 días)	29.63 ± 1.11 ^{c}
T_2 (Hass, 7 días)	35.45 ± 0.62 ^{b}
T_3 (Hass, 14 días)	37.81 ± 0.41 ^{ab}
T_4 (Fuerte, 0 días)	31.46 ± 0.64 ^{c}
T_5 (Fuerte, 7 días)	37.06 ± 0.93 ^{ab}
T_6 (Fuerte, 14 días)	39.06 ± 0.48 ^{a}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

En la tabla 6, se presentan los promedios obtenidos con respecto a la variable materia seca de la pulpa, donde podemos observar que los tratamientos que obtuvo los mayores porcentajes de materia seca fueron el T_6, T_6 y T_6. Además, se determinó que la variedad Fuerte tuvo un mayor contenido de materia seca (35.86%), que la variedad Hass (34.30%), diferenciándose estadísticamente.

En cuanto al factor tiempo poscosecha, se puede observar un incremento del porcentaje de materia seca conformen trascurre los días. De esta manera, a los 14 días, se alcanzó el mayor promedio de materia seca (38.44%), diferenciándose estadísticamente de los demás tiempos poscosecha (0 y 7 días). Estos valores son similares a los obtenidos por Márquez *et al* (2014), que registraron contenidos de materia seca del 37,01% y 39.70%, a los 14 días.

Carvalho et al. (2015), determinaron una correlación positiva altamente significativa entre el porcentaje de materia seca y el contenido aceite. Asimismo, Parodi et al. (2007) indicaron que el porcentaje de materia seca y porcentaje de aceite muestran un comportamiento ascendente conforme las conforme avanza la maduración en el fruto. Lo que guarda relación con los datos obtenidos en la presente investigación, donde los mayores contenidos de materia seca se lograron con tiempos poscosecha más prolongados.

El porcentaje de materia seca en la pulpa podría ser también un indicador del contenido de aceite en semilla de palta, debido a que en la presente investigación se encontró mejores rendimientos de aceite, en las semillas de frutos que presentaron un mayor tiempo de maduración y por ende mayores valores de materia seca, como se cita en el párrafo anterior.

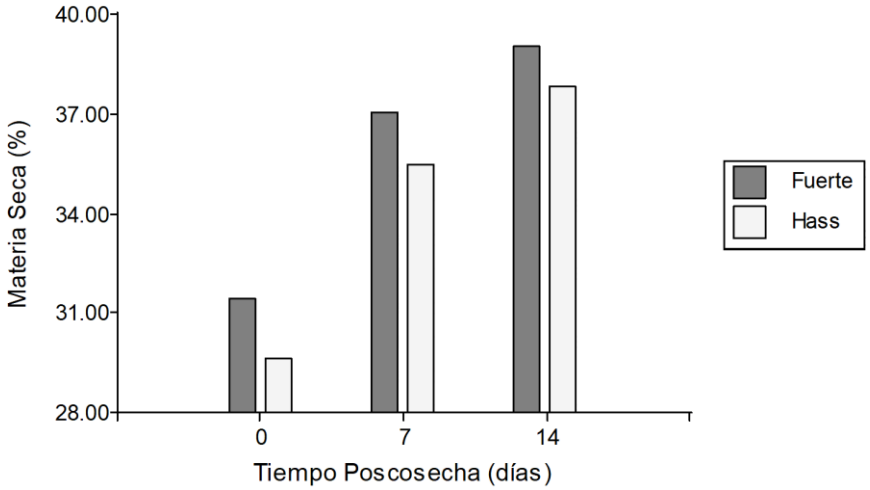


Figura 4. Materia seca variedad/tiempo poscosecha.

4.1.2. Peso de fruto

El análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias significativas tanto para el factor variedad y como para el factor tiempo poscosecha, sobre la variable respuesta. Sin embargo, no se halló diferencias estadísticas para la interacción de los factores. Esto nos demuestra que hay influencia de estos factores sobre el peso de fruto, pero que ambos factores actúan de manera independiente (Anexo 3).

Tabla 7. Peso de fruto (g)

Tratamiento	Media (g)
T_1 (Hass, 0 días)	309.32 ± 14.03 [ab]
T_2 (Hass, 7 días)	288.85 ± 16.55 [ab]
T_3 (Hass, 14 días)	275.10 ± 20.88 [b]
T_4 (Fuerte, 0 días)	337.72 ± 8.15 [a]
T_5 (Fuerte, 7 días)	307.67 ± 4.11 [ab]
T_6 (Fuerte, 14 días)	298.57 ± 6.38 [ab]

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

La tabla 7 muestra las medias obtenidas con respecto a la variable peso de fruto, donde podemos observar que el tratamiento que alcanzó el mayor peso promedio de fruto fue el tratamiento T_4, diferenciándose estadísticamente, solo con respecto al tratamiento T_3.

De la misma manera, se determinó que la variedad Fuerte (314.65 g) tuvo un mayor promedio de peso de fruto que la variedad Hass (291,09 g), mostrando diferencias estadísticas. Estos resultados concuerdan con Carranza (2016) quien, demostró que la variedad Fuerte presenta mayores valores de peso de fruto que la variedad Hass, esto se debe básicamente al número de células y al contenido de agua que presenta cada una de las variedades de palta.

Además, se pudo observar una disminución progresiva del peso de los frutos de ambas variedades, conforme trascurrían los días después de la cosecha. Lo cual coincide con Márquez et al. (2014), que determinaron que los frutos de palta variedad Hass presentaron un comportamiento continuo creciente en la pérdida fisiológica de peso durante toda la etapa de poscosecha. Esto se debería principalmente a la disminución del contenido de humedad el cual va acompañado de otros cambios como la perdida de firmeza del fruto.

El peso de fruto es un parámetro importante que nos permite estimar de manera referencial el porcentaje de semilla y la cantidad de harina de semilla que se puede obtener a partir de los frutos de palta.

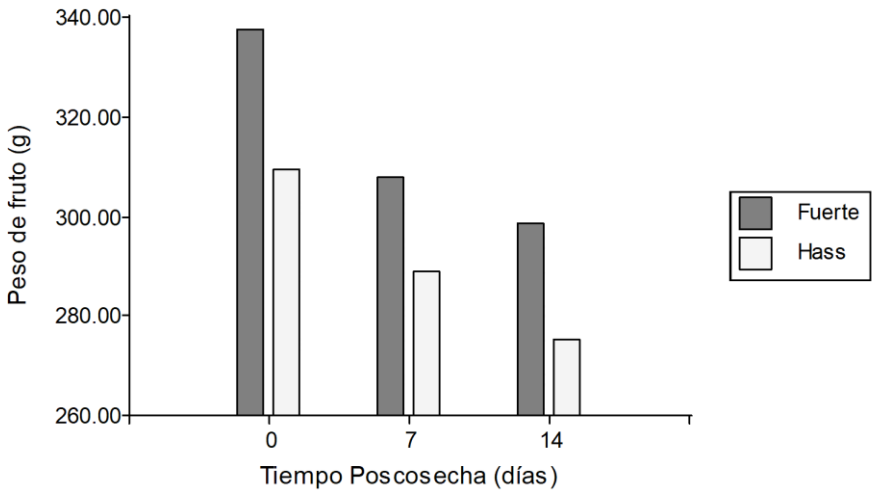


Figura 5. Peso de fruto variedad/tiempo poscosecha.

4.1.3. Peso de semilla

El análisis de varianza (ANOVA) indica que hay diferencias altamente significativas para el factor variedad, sobre la variable respuesta. Sin embargo, para el factor tiempo poscosecha y para la interacción entre factores, no hubo diferencias estadísticas. Lo que indica que el factor variedad influye sobre el peso de semilla de palta, pero de manera independiente (Anexo 3).

Tabla 8. Peso de la semilla (g)

Tratamiento	Media (g)
T_1 (Hass, 0 días)	35.28 ± 2.59 ^{ab}
T_2 (Hass, 7 días)	32.28 ± 4.63 ^{ab}
T_3 (Hass, 14 días)	29.87 ± 3.51 ^{b}
T_4 (Fuerte, 0 días)	46.66 ± 1.54 ^{a}
T_5 (Fuerte, 7 días)	42.11 ± 3.36 ^{ab}
T_6 (Fuerte, 14 días)	40.08 ± 1.10 ^{ab}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

La tabla 8 muestra los resultados obtenidos para la variable peso de semilla, donde observamos que el tratamiento que obtuvo mayor peso promedio de semilla fue el T_4, diferenciándose estadísticamente solo del tratamiento T_3. Además, se determinó que las semillas de la variedad Fuerte (42,95 g) presentan un mayor peso de semilla que la variedad Hass (32,48 g), mostrando diferencias estadísticas.

Los datos de peso de semilla de palta obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por Gálvez-Cendegui et al. (2015), quienes clasificaron las semillas de palta en tres categorías de peso: pequeño (28 a 43 g), mediano (44 a 59 g) y grande (60 a 75 g). Ubicándose los promedios obtenidos, dentro de la categoría pequeño.

De la misma manera Bressani (2009), registro pesos de semilla similares, obteniendo pesos promedios de 32.3 y 38.0 g, para la variedad Hass y fuerte respectivamente. Además, menciona que el peso de semilla es un parámetro que varía de acuerdo con la variedad que se trabaja, llegando a obtener en su investigación pesos promedio entre el 32.3 y 110.25 g.

La estructura de la semilla de aguacate fue descrita por García et al. (1999), indicando que contiene un mesocarpio y endocarpio carnoso que contienen una sola semilla. Esta representa aproximadamente el 16 % del peso fruto, valor que está dentro de los valores informados por otros autores para la palta. Y sería el embrión donde se almacena la mayor parte de la grasa contenida.

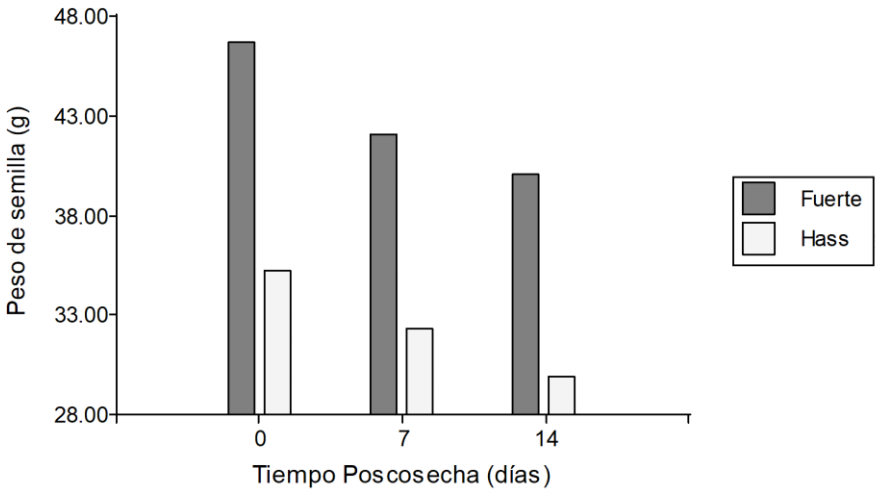


Figura 6. Peso de semilla variedad/tiempo poscosecha.

4.1.4. Relación de peso semilla/fruto

El análisis de varianza (ANOVA) muestra que existen diferencias altamente significativas para el factor variedad, sobre la variable respuesta. Sin embargo, en cuanto a factor tiempo poscosecha y para la interacción entre factores, no se encontró

diferencias estadísticas. Esto indica que el factor variedad influye sobre el peso de semilla de palta y actúa de forma independiente (Anexo 3).

Tabla 9. Relación de peso semilla fruto (%)

Tratamiento	Media (%)
T_1 (Hass, 0 días)	11.38 ± 0.40 [a]
T_2 (Hass, 7 días)	11.07 ± 1.12 [a]
T_3 (Hass, 14 días)	10.79 ± 0.44 [a]
T_4 (Fuerte, 0 días)	13.81 ± 0.14 [a]
T_5 (Fuerte, 7 días)	13.67 ± 0.95 [a]
T_6 (Fuerte, 14 días)	13.42 ± 0.11 [a]

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

La tabla 9 de la relación de peso semilla/fruto, nos muestra que el mayor promedio, se encontró en el tratamiento T_4, pero sin diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos. Asimismo, se pudo determinar que la variedad Fuerte presento un mayor promedio en la relación semilla fruto (13,63 %), que la variedad Has (13,63 %), encontrando diferencias estadísticas.

Estos resultados son ligeramente menores a los obtenidos por Márquez et al. (2014), que alcanzo promedios de relación de semilla/fruto de 15,1 % y 16,8 %. De la misma manera Gómez-López (2002), para 13 variedades de palta cultivadas en Venezuela, encontró relaciones semilla/fruto entre el 11,8 % y 27,5 %.

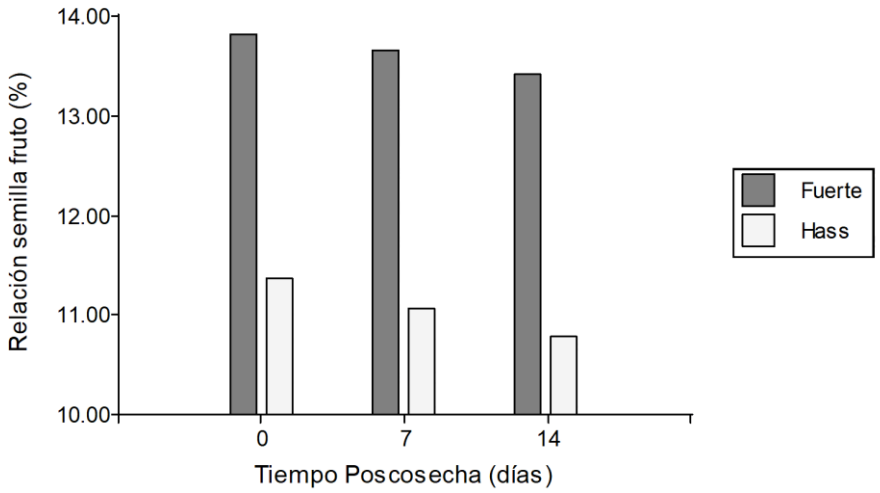


Figura 7. Relación de peso semilla fruto variedad/tiempo poscosecha.

La relación de peso semilla fruto está directamente conexo con el peso de la semilla de fruto y varía en función de la variedad, debido a las características propias de cada variedad y la zona donde son cultivadas.

Es importante conocer la contribución de las fracciones morfológicas del fruto de palto para poder determinar su contenido de aceite y demás características de potencial industrial. En el caso del aguacate, se tiene la pulpa como la fracción más importante por su cantidad y por su contenido de nutrientes. Sin embargo, la semilla también puede tener aplicaciones útiles, como se ha demostrado, en diferentes investigaciones (Bressani, 2009).

4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE PALTA

4.2.1. Rendimiento de aceite de semilla

El análisis de varianza (ANOVA) nos muestra que los factores en estudio (variedad, tiempo poscosecha y tipo de solvente) presentan diferencias altamente significativas, sobre la variable respuesta. Sin embargo, no se observa interacción entre factores. Lo que nos da a entender que todos los factores mencionados influyen sobre el rendimiento de aceite de semilla de palta, pero trabajando de manera independiente (Anexo 3).

Tabla 10. Rendimiento de aceite de semilla

Tratamiento	Rendimiento (%)
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	1.14 ± 0.32 ^{bcde}
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	0.74 ± 0.09 ^{e}
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	1.44 ± 0.16 ^{abc}
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	0.77 ± 0.09 ^{e}
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	1.66 ± 0.03 ^{ab}
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	0.81 ± 0.11 ^{de}
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	1.37 ± 0.41 ^{abcd}
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	0.83 ± 0.05 ^{de}
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	1.85 ± 0.19 ^{a}
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	1.06 ± 0.12 ^{cde}
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	1.59 ± 0.34 ^{abc}
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	1.14 ± 0.03 ^{bcde}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

La tabla 10 indica los resultados obtenidos para la variable rendimiento de aceite de semilla, donde observamos que el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el T_9, con un promedio de 1.85 %, siendo similar estadísticamente a los tratamientos T_3, T_7 y T_{11}. Asimismo, se determinó que la variedad Fuerte (1,31 %) alcanzo un mayor rendimiento de aceite que la variedad Hass (1,09 %), diferenciándose estadísticamente.

Esto datos coinciden con (Bora et al.,2001) que obtuvo un rendimiento de aceite de semilla de 1.87 %, para la variedad Fuerte. Asimismo, Evwierhoma y Ekop (2016) y García et al. (1999), mostraron resultados cercanos, alcanzando rendimientos de 2,51 % y 3.08 %, respectivamente.

Herrera, et al. (2013) menciona que los frutos cosechados al llegar a su madurez pierden la humedad y presentan un incremento en los contenidos de materia seca y por ende de aceite. Esto ocurriría de forma similar con la semilla, por ese motivo observamos mayores rendimientos de aceite de semilla en los tratamientos con mayores tiempos poscosecha.

Además, se puede observar que los tratamientos con éter de petróleo (1,51 %) lograron mejores rendimientos de aceite que con cloroformo (0.89 %).

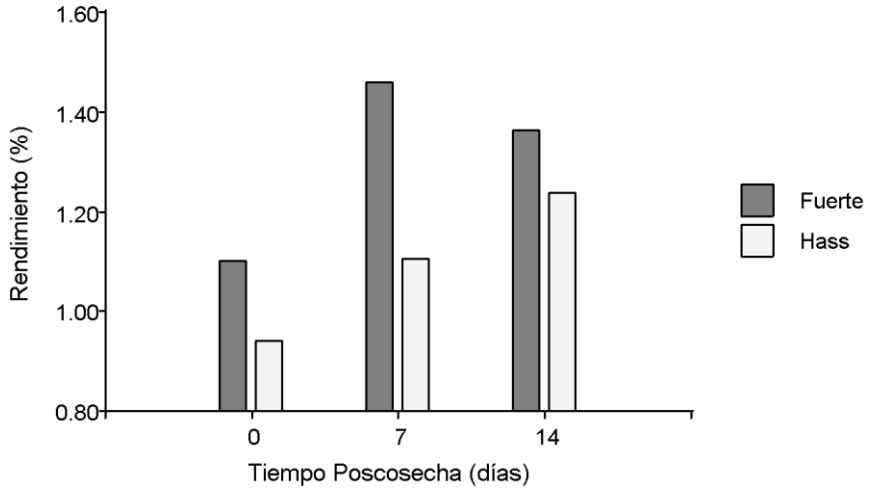


Figura 8. Rendimiento de aceite de semilla variedad/tiempo poscosecha.

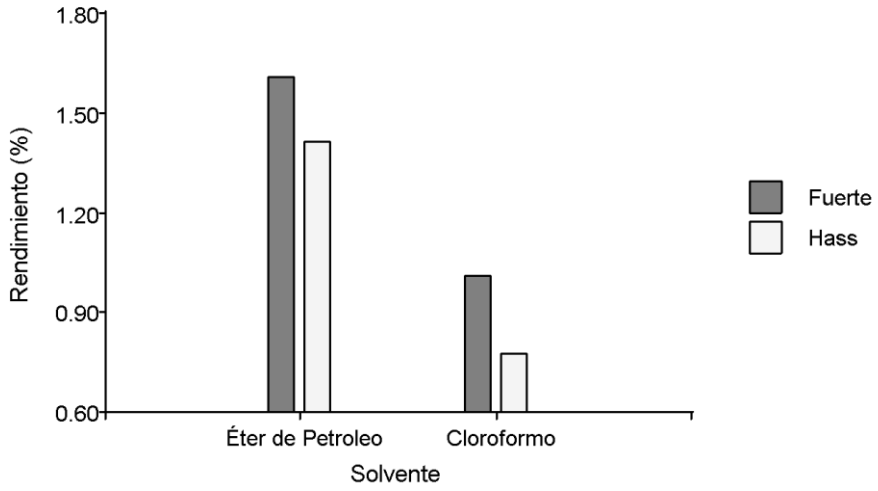


Figura 9. Rendimiento de aceite de semilla variedad/solvente.

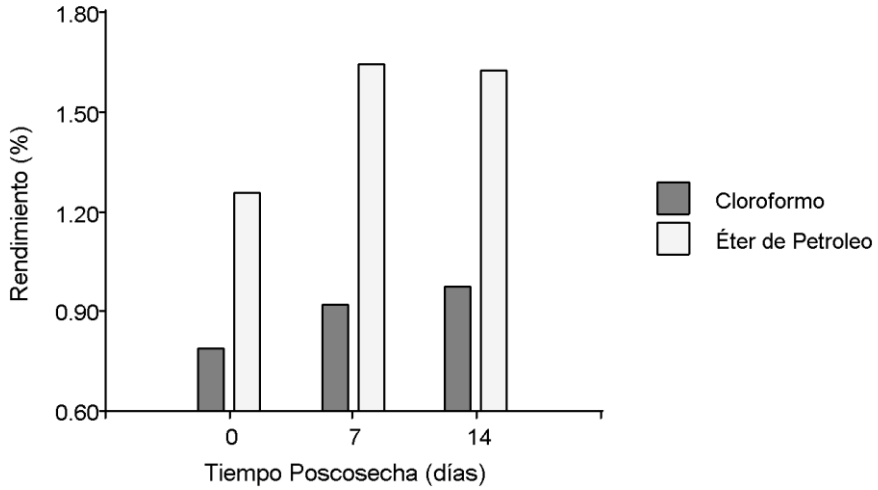


Figura 10. Rendimiento de aceite de semilla solvente/tiempo poscosecha.

4.2.2. Índice de refracción

El análisis de varianza (ANOVA) indica que los factores en estudio (variedad, tiempo poscosecha y tipo de solvente) muestran diferencias estadísticas altamente significativas, sobre la variable respuesta. De igual manera, se puede observar que existe interacción entre los factores en estudio a excepción de la interacción tiempo poscosecha – solvente, en la cual no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

En base a esto se puede determinar que los factores en estudio influyen sobre el rendimiento de aceite de semilla de palta, tanto de forma independiente como de forma conjunta (Anexo 3).

Tabla 11. Índice de refracción aceite de semilla de palta

Tratamiento	Índice de refracción
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	1.476 ± 0.00002 ^{ef}
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	1.473 ± 0.00055 ^{d}
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	1.472 ± 0.00055 ^{c}
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	1.467 ± 0.00054 ^{b}
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	1.477 ± 0.00002 ^{g}
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	1.467 ± 0.00053 ^{b}
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	1.478 ± 0.00001 ^{g}
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	1.461 ± 0.00020 ^{a}
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	1.477 ± 0.00001 ^{fg}
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	1.476 ± 0.00002 ^{e}
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	1.461 ± 0.00007 ^{a}
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	1.461 ± 0.00038 ^{a}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

En la tabla 11, se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable índice de refracción, donde observamos que los tratamientos T_8 , T_{11} y T_{12} alcanzaron un menor índice de refracción. Asimismo, se pudo determinar que la variedad Fuerte (1.461). Datos son similares a los presentados por Rengifo (2014), que obtuvo un índice de refracción (25 °C) de 1,465 ± 0,0888, para Variedad Hass fuerte.

Por otro lado, Dagde (2019), encontró un valor de índice de refracción (20 °C) de 1.46, en aceite de semilla de palta extraído con Hexano.

El índice de refracción es utilizado como criterio para verificar la identidad, calidad y pureza de los aceites, además es útil en el control de los procesos de hidrogenación de los aceites insaturados (Martínez y Santana, 2019).

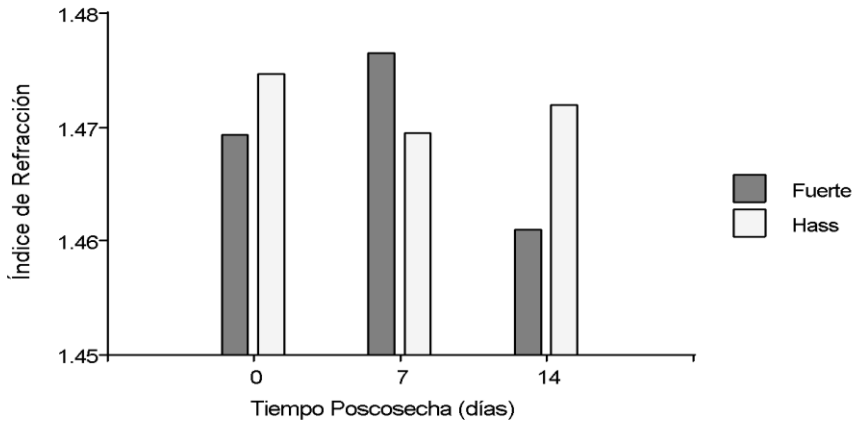


Figura 11. Índice de refracción variedad/tiempo poscosecha.

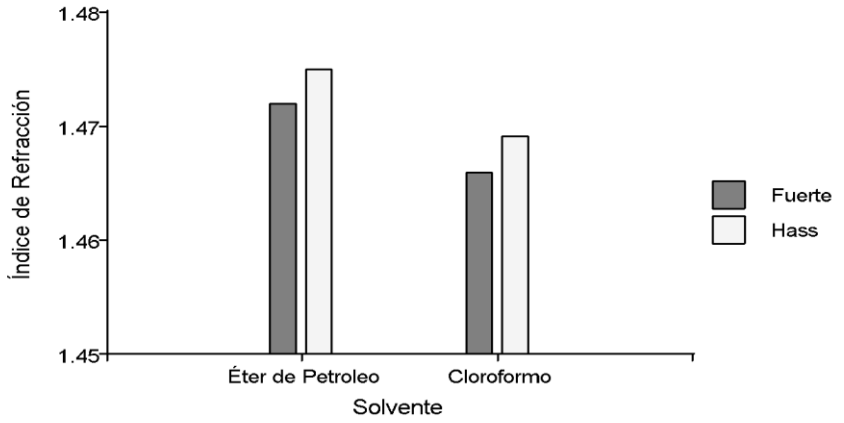


Figura 12. Índice de refracción variedad/solvente.

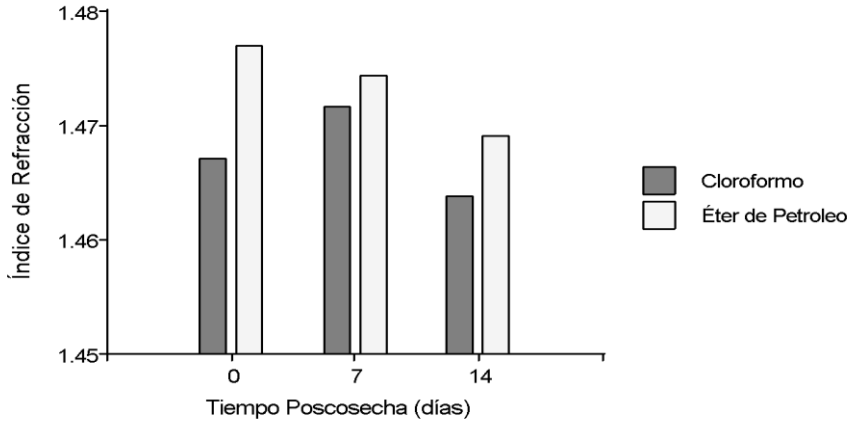


Figura 13. Índice de refracción solvente/tiempo poscosecha.

4.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE PALTA

4.3.1. Índice de acidez

El análisis de varianza (ANOVA) muestra que los factores en estudio (variedad, tiempo poscosecha y tipo de solvente) y así como sus interacciones muestran diferencias estadísticas altamente significativas, sobre la variable respuesta. De esto se puede establecer que existe influencia de los factores estudio sobre el índice de acidez de la semilla de palta, trabajando dichos factores, tanto de forma independiente como de forma conjunta (Anexo 3).

Tabla 12. Índice de acidez aceite de semilla de palta

Tratamiento	Índice de acidez (mg KOH/g)
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	10.25 ± 0.75 ^{g}
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	3.84 ± 0.26 ^{ab}
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	10.45 ± 0.54 ^{g}
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	5.26 ± 0.50 ^{bc}
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	8.52 ± 0.66 ^{ef}
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	3.75 ± 0.44 ^{ab}
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	6.87 ± 0.25 ^{cd}
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	3.36 ± 0.32 ^{a}
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	12.56 ± 0.62 ^{h}
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	7.20 ± 0.75 ^{de}
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	9.53 ± 0.53 ^{fg}
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	7.06 ± 0.63 ^{de}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

Según la tabla 12, los datos obtenidos para la variable índice de acidez, podemos observar que el tratamiento que logró menor índice de acidez fue el T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo), que obtuvo un promedio de 3.36 mg KOH/g.

El índice de acidez es una medida del contenido de ácidos grasos libres presentes en aceites. Este parámetro es indispensable como prueba de pureza, ya que permite sacar conclusiones acerca del estado de la materia prima al igual que de las reacciones de degradación que se hayan podido producir a lo largo del tratamiento y almacenamiento del aceite (Condori, 2016).

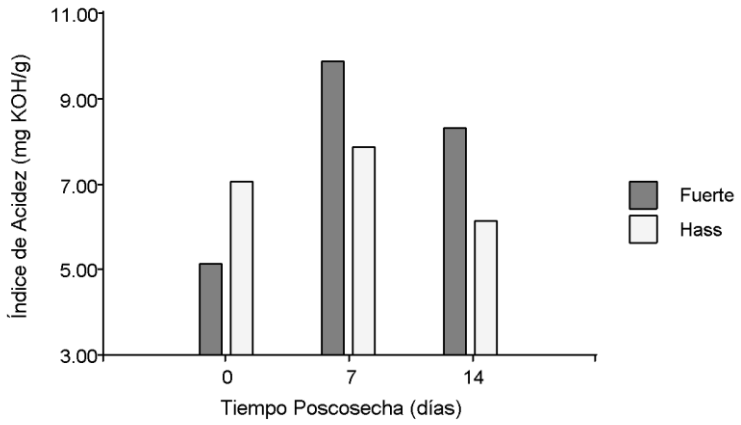


Figura 14. Índice de acidez variedad/tiempo poscosecha.

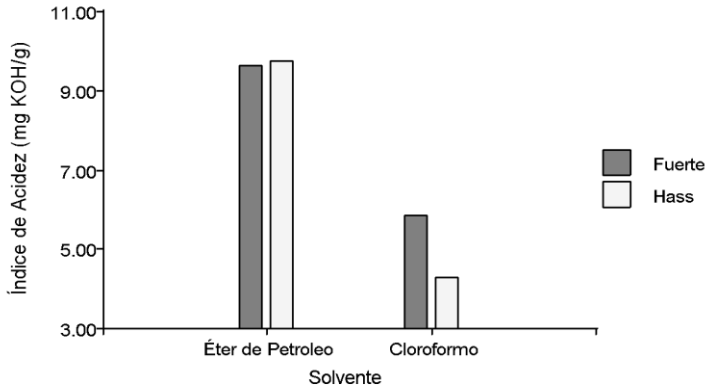


Figura 15. Índice de acidez variedad/solvente.

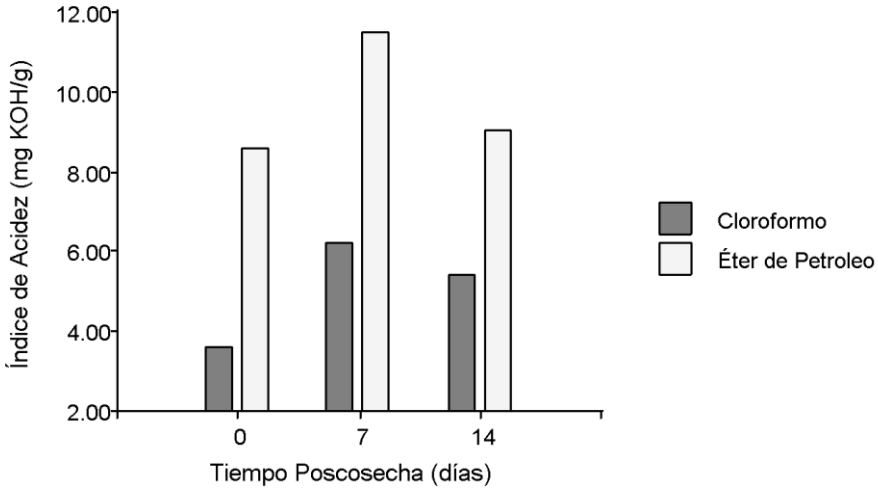


Figura 16. Índice de acidez solvente/tiempo poscosecha.

4.3.2. Índice de peróxidos

El análisis de varianza (ANOVA) nos indica que los factores en estudio (variedad, tiempo poscosecha y tipo de solvente) y así como sus interacciones muestran diferencias estadísticas altamente significativas, con respecto a la variable respuesta. Lo que nos muestra que existe influencia de los factores estudio sobre el índice de peróxidos de la semilla de palta, trabajando dichos factores, tanto de forma independiente como de forma conjunta (Anexo 3).

Tabla 13. Índice de peróxidos aceite de semilla de palta

Tratamiento	Índice de peróxidos (meq/kg)
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	13.10 ± 0.87 ^{de}
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	16.20 ± 1.05 ^{f}
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	14.80 ± 0.60 ^{def}
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	14.30 ± 0.40 ^{def}
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	15.20 ± 0.96 ^{ef}
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	12.50 ± 0.95 ^{cd}
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	6.72 ± 0.43 ^{a}
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	10.10 ± 1.18 ^{bc}
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	8.94 ± 0.38 ^{ab}
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	16.00 ± 0.72 ^{f}
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	14.22 ± 0.85 ^{def}
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	15.20 ± 1.05 ^{ef}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

En la tabla 13 podemos identificar el tratamiento T_7 que alcanzó un menor índice de peróxidos con promedio de 6.72 meq/kg respectivamente.

El índice de peróxido da a conocer información acerca del grado de oxidación de la muestra y permite, con ciertas limitaciones, una estimación de hasta qué punto la grasa ha sido alterada, ya que es una medida del oxígeno unido a las grasas en forma de peróxido. Los factores que influyen son los ácidos grasos, la duración y tipo del almacenamiento (Lawson, 1999).

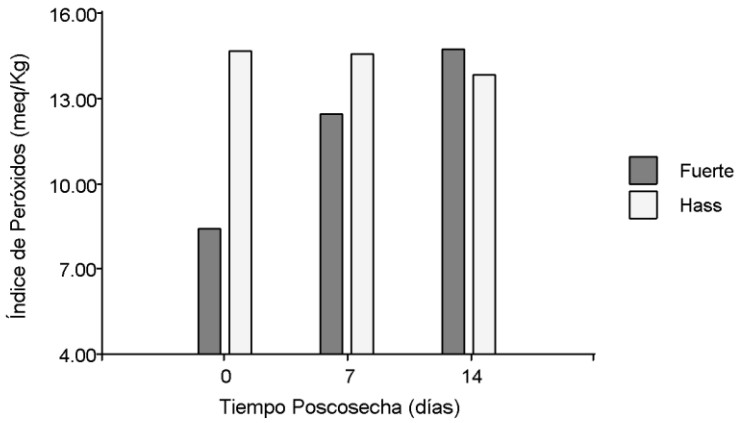


Figura 17. Índice de peróxidos variedad/tiempo poscosecha.

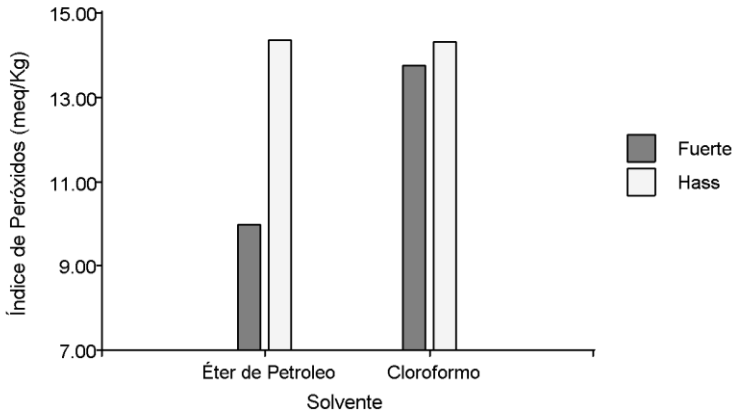


Figura 18. Índice de peróxidos variedad/solvente.

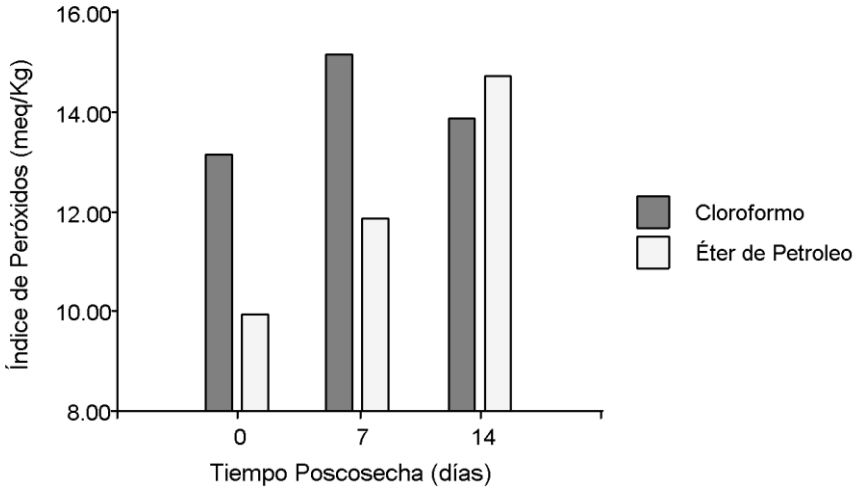


Figura 19. Índice de peróxidos solvente/tiempo poscosecha.

4.3.3. Índice de yodo

El análisis de varianza (ANOVA) muestra que los factores en estudio (variedad, tiempo poscosecha y tipo de solvente) y así como sus interacciones (con excepción de la interacción donde intervienen los tres factores) muestran diferencias estadísticas altamente significativas, con respecto a la variable respuesta. Lo que da a entender que hay influencia de los factores estudio sobre el índice de yodo de la semilla de palta, trabajando los factores tanto de forma independiente como de forma conjunta (Anexo 3).

Tabla 14. Índice de yodo aceite de semilla de palta

Tratamiento	Índice de yodo (g I/100 g)
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	86.20 ± 3.95 ^{bcd}
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	92.30 ± 2.91 ^{ab}
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	77.40 ± 4.25 ^{de}
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	99.00 ± 2.78 ^{a}
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	82.90 ± 2.92 ^{cd}
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	85.20 ± 4.04 ^{bcd}
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	55.60 ± 3.00 ^{f}
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	80.60 ± 2.86 ^{cde}
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	62.40 ± 2.65 ^{f}
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	94.20 ± 1.97 ^{ab}
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	72.60 ± 2.93 ^{e}
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	86.70 ± 2.62 ^{bc}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

En la tabla 14 observamos que el tratamiento T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo) obtuvo el mayor índice se yodo alcanzando un promedio de 99.00 g I/100 g, siendo similar estadísticamente a los tratamientos T_2 y T_{10} y diferenciándose con respecto a los demás tratamientos.

El índice de yodo es una medida del grado de insaturación de los componentes de una grasa que evalúa la identidad y la pureza de la grasa. Por lo tanto, cuanto mayor es el número de insaturación, más yodo es absorbido; entonces, cuanto más elevado es el índice de yodo, es mayor el grado de insaturación, es decir cuando sea mayor el número de dobles enlaces por unidad de grasa (Nielsen y Finkenzeller, 2009).

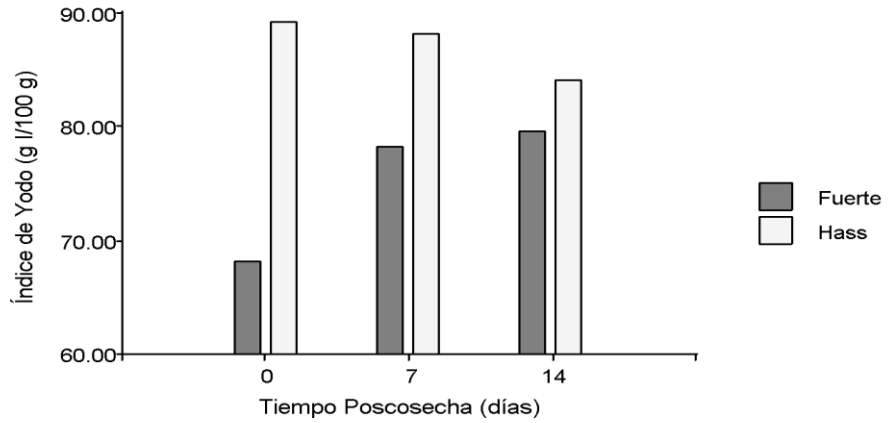


Figura 20. Índice de yodo variedad/tiempo poscosecha.

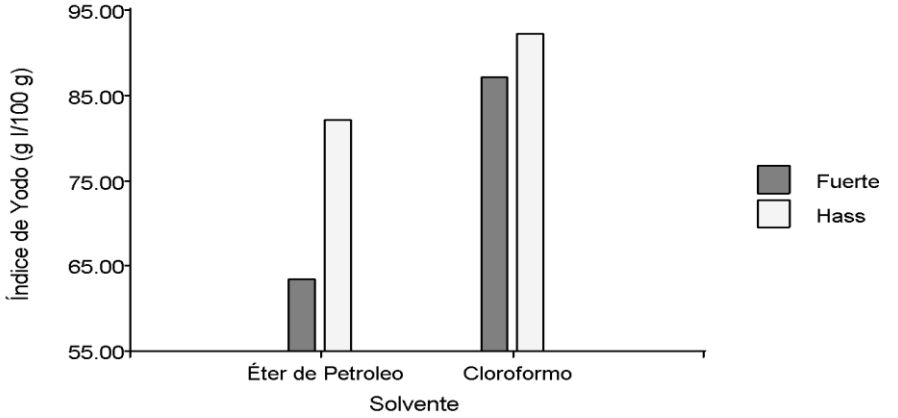


Figura 21. Índice de yodo variedad/solvente.

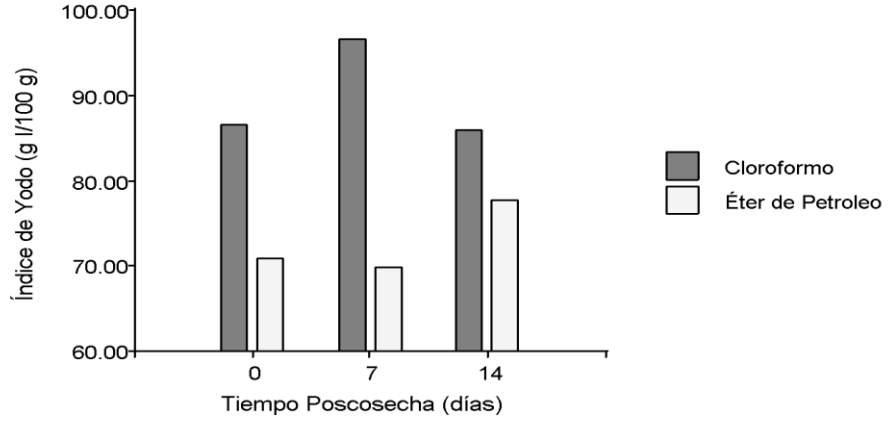


Figura 22. Índice de yodo solvente/tiempo poscosecha.

4.3.4. Índice de saponificación

El análisis de varianza (ANOVA) muestra que los factores en estudio (variedad, tiempo poscosecha y tipo de solvente) y así como sus interacciones (con excepción de la interacción variedad solvente y la interacción variedad tiempo poscosecha solvente) muestran diferencias estadísticas altamente significativas, con respecto a la variable respuesta. Con lo que se puede determinar que existe influencia de los factores estudio sobre el índice de saponificación de la semilla de palta, trabajando los factores tanto de forma independiente como de forma conjunta, salvo las interacciones que resultaron no significativas (Anexo 3).

Tabla 15. Índice de saponificación aceite de semilla de palta

Tratamiento	Índice de saponificación (mg KOH/g)
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	198.40 ± 1.70 ^{e}
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	208.00 ± 2.82 ^{cde}
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	202.50 ± 3.75 ^{de}
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	212.50 ± 2.96 ^{bcd}
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	210.60 ± 2.05 ^{bcd}
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	210.00 ± 5.29 ^{bcd}
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	206.00 ± 4.11 ^{cde}
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	210.40 ± 3.16 ^{bcd}
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	219.10 ± 1.99 ^{ab}
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	226.70 ± 3.95 ^{a}
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	216.60 ± 3.10 ^{abc}
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	215.00 ± 5.83 ^{bc}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

En la tabla 15 se puede observar el tratamiento que alcanzó mayor índice de saponificación fue el T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo), con un promedio de 226.70 mg KOH/g.

El índice de saponificación es indicador de los ácidos grasos libres y combinados que se puede encontrar en las grasas y es directamente proporcional a la masa molecular media. Cuanto menor sea la proporción de ácidos grasos presentes, mayor será el índice de saponificación. Es considerado únicamente como indicador de pureza, pues un alto índice de saponificación se refiere a un alto nivel de oxidación del aceite (ICONTEC NTC 335, 1999).

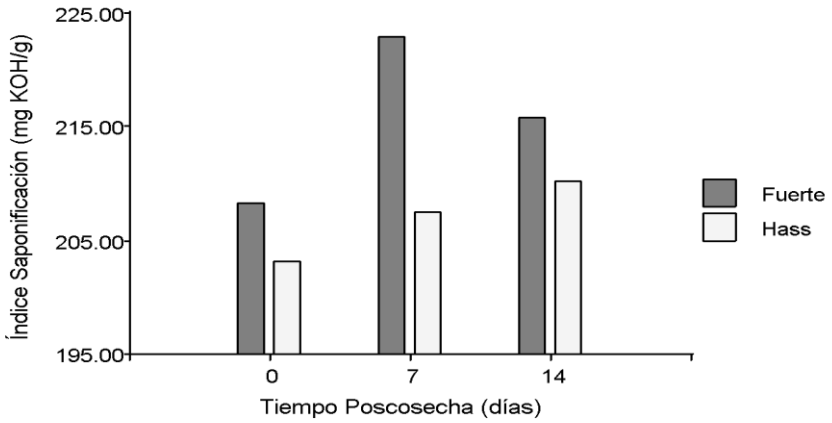


Figura 23. Índice de saponificación variedad/tiempo poscosecha.

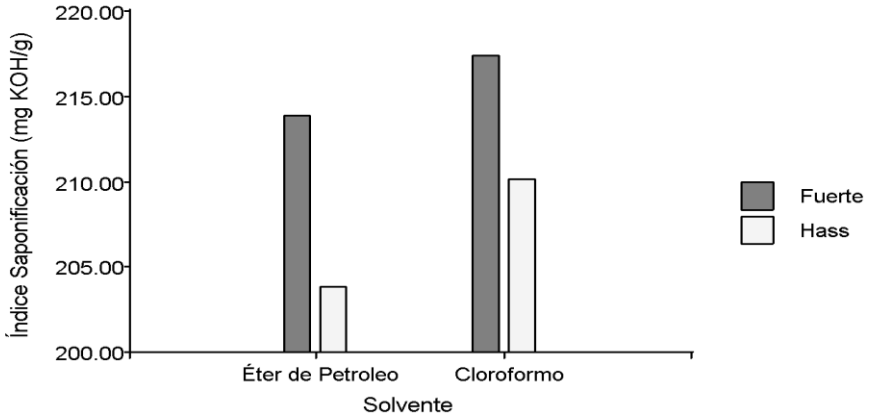


Figura 24. Índice de saponificación variedad/solvente.

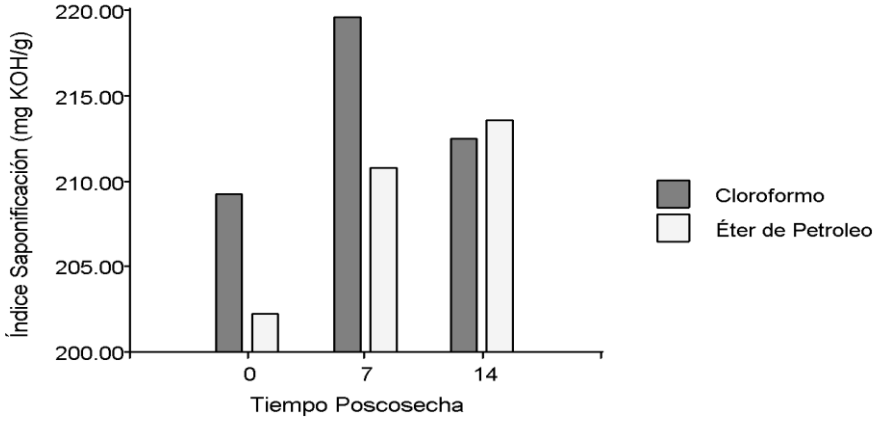


Figura 25. Índice de saponificación solvente/tiempo poscosecha.

4.4. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Tabla 16.1. Concentración de ácidos grasos

Tratamiento	Ácido palmítico (µg/ml)	Ácido palmitoleico (µg/ml)	Ácido oleico (µg/ml)
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	352.7 ± 6.63 [b]	70.77 ± 1.05 [a]	280.78 ± 10.6 [d]
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	86.16 ± 1.68 [f]	20.67 ± 0.49 [ef]	82.59 ± 0.65 [f]
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	296.69 ± 17.74 [c]	45.47 ± 2.17 [c]	192.4 ± 8.43 [e]
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	155.29 ± 2.33 [e]	25.51 ± 0.1 [e]	262.74 ± 2.24 [d]
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	312.26 ± 2.37 [c]	36.83 ± 1.29 [d]	187.83 ± 0.9 [e]
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	83.49 ± 4.31 [f]	12.8 ± 0.81 [g]	73.04 ± 3.45 [f]
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	523.23 ± 36.79 [a]	59.23 ± 4.68 [b]	514.61 ± 39.67 [a]
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	162.93 ± 1.45 [e]	18.22 ± 0.17 [f]	194.27 ± 4.21 [e]
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	387.45 ± 3.75 [b]	48.92 ± 0.85 [c]	375.47 ± 3.93 [b]
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	230.51 ± 1.33 [d]	25.5 ± 0.88 [e]	255.37 ± 0.81 [d]
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	502.49 ± 3.53 [a]	48.89 ± 1.23 [c]	488.43 ± 4.18 [a]
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	298.18 ± 2.78 [c]	35.77 ± 0.4 [d]	322.91 ± 1.56 [c]

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

En la tabla 16.1 y 16.2 se observa los principales ácidos grasos obtenidos del aceite de semilla de palta y sus concentraciones, donde podemos observar que el tratamiento que alcanzo mayor concentración de ácido palmítico fueron el T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo) con un promedio de 523.23 µg/ml. En el caso del ácido palmitoleico, el tratamiento que obtuvo una mayor concentración fue el T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo) con una concentración de 70.77 µg/ml. Con respecto al ácido oleico la mayor concentración estuvo en el tratamiento T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo) con un promedio de 514.61 µg/ml. En cuanto al ácido linoleico el tratamiento T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo) fue el que logró la mayor concentración con un promedio de 1088.5 µg/ml. Finalmente, para el ácido araquídico la mayor concentración se alcanzó con el tratamiento T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo) con un promedio de 73.9 µg/ml.

Tabla 16.2. Concentración de ácido grasos

Tratamiento	Ácido linoleico (µg/ml)	Ácido araquídico (µg/ml)
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	734.58 ± 20.26 ^{c}	36.05 ± 1.91 ^{cd}
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	208.87 ± 3.15 ^{g}	14.4 ± 0.35 ^{g}
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	663.42 ± 33.82 ^{d}	34.05 ± 2.11 ^{de}
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	348.47 ± 9.31 ^{f}	21.71 ± 0.23 ^{f}
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	648.49 ± 6.12 ^{d}	36.6 ± 0.15 ^{cd}
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	202.52 ± 9.21 ^{g}	14.79 ± 0.76 ^{g}
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	1088.5 ± 69.82 ^{a}	73.9 ± 5.16 ^{a}
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	389.16 ± 3.98 ^{f}	30.67 ± 0.66 ^{e}
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	795.07 ± 6.96 ^{c}	39.92 ± 0.47 ^{c}
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	539.46 ± 6.28 ^{e}	35.26 ± 0.42 ^{cde}
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	960.73 ± 11.81 ^{b}	49.98 ± 0.79 ^{b}
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	594.75 ± 4.81 ^{de}	37.27 ± 0.31 ^{cd}

abc ... Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test Tukey ($p<0.05$).

El contenido de aceite en frutos de palto varía con el cultivar, así como los ritmos de acumulación de este se ven influenciados por factores agroecológicos en que se desarrolla la planta. Así luego del desarrollo de semilla y la formación del embrión en la misma, las células en la pulpa inician una intensiva transformación de ácidos grasos por acumulación de sustratos promotores como azúcares, almidones y lípidos, que resultan de la paulatina disminución de la acumulación de reservas en el endospermo de la semilla (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2011).

Esto guarda concordancia con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde las mayores concentraciones de ácidos grados sen encontraron en los frutos recién cosechados (0 días), que en los frutos que se tuvieron un mayor tiempo poscosecha (7 y 14 días).

La presencia de ácidos grasos insaturados es una de las principales características de la palta. En este fruto, el principal precursor de nuevos ácidos grasos es la coenzima acetIl-CoA; la presencia de insaturaciones se debe a los mecanismos propios de la planta para fijar dobles enlaces y la producción de ácidos grasos poliinsaturados se consigue gracias al retículo endoplasmático. La biosíntesis de

ácidos grasos es afectada también por factores ambientales de precosecha como luz, temperatura, riego, constituyentes del suelo, daños físicos y ataque de plagas (Ozdemir y Topuz, 2004).

V. CONCLUSIONES

- Se encontró los mayores porcentajes de materia seca, peso de fruto, peso de semilla y relación semilla/fruto en la variedad Fuerte.

- Se estableció que el mayor rendimiento de aceite de semilla se obtuvo empleando como solvente al éter de petróleo, la variedad Fuerte y a los 7 días poscosecha.

- Se determinó que el menor índice de acidez con el solvente cloroformo, la variedad Fuerte y a los 0 días poscosecha. El menor índice de peróxidos se obtuvo con el solvente éter de petróleo, variedad Fuerte y a los 0 días poscosecha. El mayor índice de yodo se alcanzó con el solvente cloroformo, variedad Hass y a los 7 días poscosecha. Finalmente, el mayor índice de saponificación se obtuvo con el solvente cloroformo, variedad Fuerte y a los 7 días poscosecha.

- Se identificó los principales ácidos grasos del aceite extraído de semilla de palta, determinando que las mayores concentraciones de ácidos grasos se encontraron con el solvente éter de petróleo, variedad Fuerte y a los 0 días poscosecha. A excepción del ácido palmitoleico cuya mayor concentración se logró con la variedad Hass.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones complementarias empleando otros métodos de extracción de aceite de semilla de palta y trabajar con otras variedades.

- Determinar la vida útil del aceite de semilla palta Fuerte y Hass extraído con solventes orgánicos y sus posibles aplicaciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrodata (2007). La revista agraria. Recuperado de: http://www.cepes.org.pe/revista /agraria.htm

Alcázar, J. (2002). Diccionario técnico de industrias alimentarías. *Impreso en Cusco-Perú*.

Álvarez, L. y Moreno, J. (2021). Diseño de un rubor a partir de residuos agroindustriales generados durante la transformación del aguacate (Trabajo de grado). Universidad Ean. Bogotá, Colombia.

Barrera, R. y Arrubla, J. (2017). Análisis de fitoesteroles en la semilla de *Persea americana* Miller (Var. Lorena) por cromatografía de gases y cromatografía líquida de alta eficiencia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 13(1), 35-41. http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.2013

Bressani, R. (2009). La Composición química, capacidad antioxidativa y valor nutritivo de la semilla de variedades de aguacate. Universidad del Valle de Guatemala.

Bora, P., Narain, N., Rocha, R. y Queiroz Paulo, M. (2001). Characterization of the oils from the pulp and seeds of avocado (cultivar fuerte) fruist. Grasas y Aceites.

Carranza, S. (2016). Características físico - químicas de los frutos de palta (Persea americana Mill., Vars. Hass y Fuerte) procedentes del valle Condebamba, al momento de su recolección (tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Carvalho, C., Velásquez, M. y Van Rooyen, Z. (2015). Porcentaje mínimo de materia seca para una cosecha adecuada del aguacate cv. 'Hass' en Colombia. VIII Congreso Mundial de la Palta. Lima, Perú.

Chávez, S. (2010). Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad de la polifenoloxidasa, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (*Persea americana* Millar) var. Fuerte (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Dagde, K. (2019). Extraction of vegetable oil from avocado seeds for production of biodiesel. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, *23*(2), 215-221.

Davenport, J. y Ellis, S. 1959. Chemical changes during growth and storage of the avocado fruit. Austral. J. Biol. Sci. 12:445-454.

DIRCETUR (2012). Plan operativo de la palta. Moquegua, Perú.

DRA (2021). Anuario estadístico agropecuario. Dirección de Información Agraria. Moquegua, Perú.

Duque, A. M. R., Londoño-Londoño, J., Álvarez, D. G., Paz, Y. B., y Salazar, B. L. C. (2012). Comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido por fluidos supercríticos y métodos convencionales: una perspectiva desde la calidad. *Revista Lasallista de Investigación*, *9*(2), 151-161.

EPA (1996). Guia del ciudadano: La extracción con solventes. Organismo para la protección del medio ambiente.

Erickson, D., Pryde, E., Brekke, O., Mounts, T. And Falb, R. (1980). Manual de procesamiento y utilización de aceite de soya. Asociación Americana de Soya. Cuauhtecmoc. México.

Evwierhoma, E. T., & Ekop, I. E. (2016). Extraction and Characterisation of oils from some local seeds. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, *7*(5), 1280-1294.

Florián, S. (2014). Efecto del rango punto de ebullición del éter de petróleo en las características fisicoquímicas del aceite extraído del grano del maní (Arachis hypogaea L.) (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Frank, D., Pant, S., & Philip, L., (2008). Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases Agilent Technologies, Inc.

Gallo, F. (1996). Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio SENA – NRI, Armenia. Pp. 10-41

Gálvez-Cendegui, L., Peñaloza, P., Oyanedel, E. y Castro, M. (2016).Caracterización del tamaño de semilla nodriza de aguacate Esther y el desarrollo de sus plántulas. Revista Fitotecnia Mexicana 39 (1): 79 - 85

García, J., Ramos, M. y Mora, J. (1999). Estructura de la semilla de aguacate y cuantificación de la grasa extraída por diferentes técnicas. Revista Chapingo Serie Horticultura, 5: 123-128

García, T. y Quintanilla, J. (2003). Análisis del Valor Agregado: Producción de palta en trozos. *Industrial Data,* 6 (2), 12-19.

Gardiazabal, F. y Rosemberg, G. (1990). El cultivo del palto. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 190 p.

Gidigbi, J., Ngoshe, A. y Martins, A. (2019). Industrial Viability Study of the Avocado Seed Oil. *International Journal of Recent Innovations in Academic Research*, *3*(6), 48-57.

Guerreros, M. (2017). Quitosano y almidón como recubrimiento biodegradable para prolongar la vida útil en palta (Persea americana Mill.) cultivar fuerte (tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Hernández, R., Fernández C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. 6da edición, McGraw-Hill, México.

Herrera, A., Salazar, S., Gutiérrez, P., y González, I. (2013). El comportamiento poscosecha de frutos de aguacate ‘Hass' es influenciado por el portainjerto. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(1), 19-32

Hiwot, T. (2017). Determination of oil and biodiesel content, physicochemical properties of the oil extracted from avocado seed (Persea Americana) grown in Wonago and Dilla (gedeo zone), southern Ethiopia. *Chem. Int*, *3*(3), 311-319.

Ikhuoria, E., y Maliki, M. (2007). Characterization of avocado pear (Persea americana) and African pear (Dacryodes edulis) extracts. African Journal of Biotechnology, 6(7), 950-952.

INCOTEC NTC 218. (1999). Grasas y aceites animales y vegetales. Método de determinación del índice de acidez. Editado por el instituto colombiano de normas técnicas y certificación.

INCOTEC NTC 287. (2002). Grasas y aceites animales y vegetales. Método de Determinación de Humedad y Sustancias Volátiles. Editado por instituto colombiano de normas técnicas y certificación.

INCOTEC NTC 335. (1999). Grasas y aceites animales y vegetales. Método de determinación del índice de saponificación. Editado por el instituto colombiano de normas técnicas y certificación.

Jorge, T. D. S., Polachini, T. C., Dias, L. S., Jorge, N., & Telis-Romero, J. (2015). Physicochemical and rheological characterization of avocado oils. *Ciencia e Agrotecnologia*, *39*(4): 390-400.

KEMEC (2021). Extracción con solventes. Recuperado de http://www.plantasaceiteras.com/procesos-de-extracci-n-por-solventes.html

Kruger F.J., Claassens N.J.F., Kritzinger M.Y., Claassens V.E. (1999). A short review of recent research of the impact of climatic conditions on the postharvest quality of South African export avocados. Revista Chapingo. Serie Horticultura 58(5):339-345.

Lawson, H. (1999). Aceites y grasas alimentarios: tecnología, utilización y nutrición. Acribia.

López M., Triana J., Pérez F., Torres M. (2005). Métodos físicos de separación y purificación de sustancias orgánicas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Márquez, C., Yepes, D., Sanchez, L. y Osorio, J. (2014). Cambios físico-químicos del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. “Hass”) en poscosecha para dos municipios de Antioquia. Temas Agrarios 19(1): 32 – 47.

Martínez, A. y Santana, A. (2019). Evaluación de un proceso para la obtención de fitoesteroles partiendo de la semilla del aguacate (Persea americana Mill. Var Hass) a escala laboratorio (Tesis pregrado). Fundación Universidad de América.

Matissek, Schnepel, Steiner. (1998). Análisis de los alimentos: fundamentos, méAcribia,

Mayorga, V. (2011). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la extracción y comercialización del aceite extra virgen de aguacate, en el distrito metropolitano de Quito* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.

MINAG (2008). Estudio de palta en el Perú y el Mundo. Dirección General de Información Agraria. Perú.

Mondragón, V. (2016). Perú es el segundo exportador mundial de palta. Cash Suplemento Semanal de Economía y Negocios (54): 12

Mostacero J. (2011). Plantas medicinales del Perú: Taxonomía, Ecogeografía, Fenología y Etnobotánica. 1ª. edición. Fondo editorial de la ANR. Lima, Perú.

Muñoz A., Alvarado U., Encina C. (2011). Fitoesteroles y Fitoestanoles: Propiedades saludables. *Horizonte Médico. Volumen 11(2)*.

Nielsen, S., y Finkenzeller, M. (2009). Análisis de los alimentos. *Zaragoza: Acribia*. 657.

Nuñez C. (2008). Extracciones con equipo Soxhlet. Recuperado de www.cenunez.com.ar. Versión de agosto de 2007.

Ogbuagu, A., y Okoye, C. (2020). Physico-chemical characterization of Avocado (Persea americana Mill.) oil from tree indonesian avocado cultivars. Progress in Chemical and Biochemical Research, 3(1), 39-45.

Olaeta J.A., Undurraga P. (1995). Estimación del índice de madurez en paltos, pp. 421-426. In: L. Kushwaha, R. Serwatowski and R. Brook eds. Tecnologías de cosecha y poscosecha de frutas y hortalizas. ASAE, Michigan.

Osorio L., Toro N. (2012). Obtención y caracterización del aceite de las semillas de *Vitis labrusca L*. (uva isabella) y evaluación de su actividad antioxidante. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.

Ozdemir F y Topuz A. (2004). Changes in dry matter, oil content and fatty acids period. Food Chemistry 86: 79-83.

Parodi, G., Sánchez, M. y Daga, W. (2007). Correlación del contenido de aceite, materia seca y humedad de pulpa como indicadores de cosecha en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass cultivada bajo condiciones de dos localidades en Chincha-Perú. Proceedings VI World Avocado Congress. Viña Del Mar, Chile.

Ramírez, G. (2021). Perfil mercado: Palta congelada a Moscú, Rusia. Ministerio de Relaciones Exteriores. Lima, Perú.

Rengifo, P., Carhuapoma, M., Artica L., Castro, A. y López S. (2015). Caracterización actividad antioxidante del aceite de la semilla de palta *Persea Americana* Mill. *Ciencia e Investigación* 18(1), 33-36.

Salgado, G. B., Gómez, J. P., & Salazar, J. C. (2012). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático. *Revista Lasallista de investigación*, *9*(2), 138-150.

Santana, L. (2013). Obtención de aceite de aguacate (*Persea americana* Mill) con tres variedades: (P. a. Mill Hass) (P. a. Mill Santana) y (P. a. Mill Choquete), utilizando tres métodos de extracción. 96 p.

Serpa, A. M., Echeverri, A., Lezcano, M. P., Vélez, L. M., Ríos, A. F., & Hincapie, G. A. (2014). Extracción de aceite de aguacate variedad “Hass” (Persea americana Mill) liofilizado por prensado en frio. *Revista Investigaciones Aplicadas, 8*(2), 113-123.

Spencer, M. (1965). Fruit ripening. In Bonner, J.,ed. Plant biochemestry. New York.

Tapia, C. (2002). Apuntes de clase Operaciones Unitarias II, Extracción. Universidad de Chile.

Téliz, D. y Mora A. (2007). El aguacate y su manejo integrado. 2da edición, Ediciones Mundi-Prensa, México.

Torres, A. (2018). Extracción de aceite a partir de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis*) por prensado en frío y solvente orgánico (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo, Perú.

Valenzuela, B. y Morgado T. (2005). Las grasas y aceites en la nutrición humana: algo de su historia. Revista Chilena de Nutrición, 32(2): 88-94.

Williams L. (1977). The botany of the avocado and its relatives. Tropical fruit Short Course, The Avocado. University of Florida, Gainesville, Florida. USA.: 9-15.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

PANEL FOTOGRÁFICO

ETAPA I



Fotografía A1. Recolección de la materia prima



Fotografía A2. Almacenamiento de la materia prima

ETAPA II



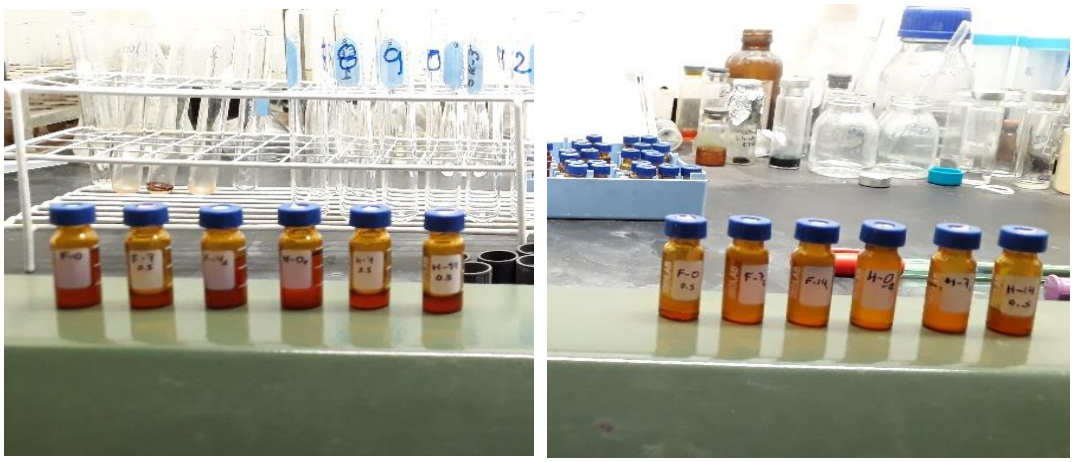
Fotografía A3. Acondicionamiento de la semilla



Fotografía A4. Secado y acondicionamiento de muestras



Fotografía A5. Extracción Soxhlet y Separación del solvente



Fotografía A6. Aceite de semilla de palta.

ANEXO 2

TOMA DE MUESTRAS PARA FRUTOS (PAMFA SC Y NORMEX AC)

Realizar el muestreo de frutos obteniendo una muestra representativa del huerto para realizar un análisis general.

A. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

- ✓ El técnico deberá ubicarse en el lado norte del árbol seleccionado, del cual tomará un fruto, el fruto del segundo árbol será tomado del lado este y así sucesivamente en el sentido de las manecillas del reloj, hasta cubrir los 4 puntos cardinales, repitiendo el ciclo para completar el tamaño de muestra.

- ✓ Los frutos se toman de la parte media del árbol, y que no estén expuestos a los rayos directos del sol ni en la parte interna del árbol.

- ✓ Se cortan los frutos seleccionados, pueden ser con tijera, a mano o con gancho, y que posean todavía parte del pedúnculo para con las tijeras acondicionarlos.

- ✓ Si el corte es directo del árbol, se utiliza la tijera para cortar el pedúnculo y se colocara directamente el fruto en la bolsa de muestra.

- ✓ Se procederá a llenar con etiquetas, una para la muestra del laboratorio.

B. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

El número mínimo de muestra que ha de tomarse de un huerto se determina en la siguiente tabla:

Tabla A1. Determinación de la muestra

Superficie	Muestra	Submuestra
X ≤ 10 Ha.	Muestra = 200 kg.	1000 frutos (250 gr aprox.)
X >10 Ha.	Muestra = 210 kg.	1100 frutos (250 gr aprox.)

TOMA DE MUESTRAS PARA HUERTOS CON SUPERFICIE ≤ 10.0 Ha

Se emplea un muestreo con el esquema en zig zag completamente al azar, tomando las muestras de cada punto, sumando un total de 1000 frutos de los cuales el técnico obtendrá la muestra de 200 kg, la cual será enviada al laboratorio.

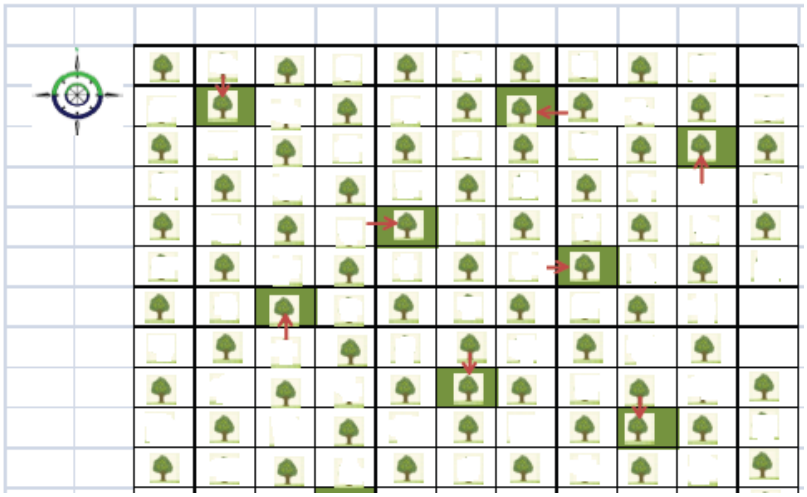


Figura A7. Diagrama

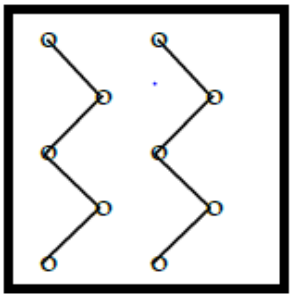


Figura A8. Diagrama de Zig-Zag

ANEXO 3

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA

3.1.1. Materia seca de pulpa

Tabla A2. Datos de materia seca (%)

Tratamientos	Réplicas			Media	D.E.
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días)	27.70	29.65	31.55	29.63	1.93
T_2 (Hass, 7 días)	36.68	35.01	34.67	35.45	1.08
T_3 (Hass, 14 días)	38.62	37.42	37.39	37.81	0.70
T_4 (Fuerte, 0 días)	32.16	32.05	30.18	31.46	1.11
T_5 (Fuerte, 7 días)	38.45	37.44	35.28	37.06	1.62
T_6 (Fuerte, 14 días)	39.54	39.54	38.10	39.06	0.83

Tabla A3. Análisis de varianza para la materia seca de pulpa (%)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	10.967	10.967	6.642	4.750	9.330	*
Tiempo poscosecha	2	199.036	99.518	60.269	3.890	6.930	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	0.256	0.128	0.078	3.890	6.930	ns
Error	12	19.815	1.651				
Total	17	230.074					

C.V. = 3.66%

Tabla A4. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable materia seca de pulpa

Variedad	Promedio (%)	Sig. α = 0,05
Fuerte	35,86	a
Hass	34,30	b

Tabla A5. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable materia seca de pulpa

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (%)	Sig. α = 0,05
14	38,44	a
7	36,26	b
0	30,55	c

3.1.2. Peso de fruto

Tabla A6. Datos de peso de fruto (g)

Tratamientos	Réplicas			Media	D.E.
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días)	286.35	312.36	329.25	21.61	12.48
T_2 (Hass, 7 días)	315.19	258.31	293.04	28.67	16.55
T_3 (Hass, 14 días)	270.31	313.42	241.56	36.17	20.88
T_4 (Fuerte, 0 días)	351.35	323.16	338.66	14.12	8.15
T_5 (Fuerte, 7 días)	315.33	301.26	306.42	7.12	4.11
T_6 (Fuerte, 14 días)	288.88	296.23	310.59	11.04	6.38

Tabla A7. Análisis de varianza para el peso de fruto (g)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	2499.010	2499.01	5.05	4.750	9.330	*
Tiempo poscosecha	2	4229.920	2114.96	4.27	3.890	6.930	*
Variedad*Tiempo poscosecha	2	68.850	34.43	0.07	3.890	6.930	ns
Error	12	5938.240	494.85				
Total	17	12736.020					

C.V. = 7.34%

Tabla A8. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable peso de fruto

Variedad	Promedio (g)	Sig. α = 0,05
Fuerte	314,65	a
Hass	291,09	b

Tabla A9. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable peso de fruto

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (g)	Sig. α = 0,05
0	323,52	a
7	298,26	ab
14	286,83	b

3.1.3. Peso de semilla

Tabla A10. Dato de peso de semilla (g)

Tratamientos	Réplicas			Media	D.E.
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días)	30.32	36.47	39.05	35.28	4.49
T_2 (Hass, 7 días)	36.78	23.01	37.04	32.28	8.03
T_3 (Hass, 14 días)	28.45	36.54	24.62	29.87	6.09
T_4 (Fuerte, 0 días)	48.94	43.73	47.32	46.66	2.67
T_5 (Fuerte, 7 días)	46.26	35.45	44.62	42.11	5.83
T_6 (Fuerte, 14 días)	38.14	40.14	41.95	40.08	1.91

Tabla A11. Análisis de varianza para el peso de semilla (g)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	493.713	493.713	17.818	4.750	9.330	**
Tiempo poscosecha	2	110.368	55.184	1.992	3.890	6.930	ns
Variedad*Tiempo poscosecha	2	1.963	0.982	0.035	3.890	6.930	ns
Error	12	332.500	27.708				
Total	17	938.545					

C.V. = 13.96%

Tabla A12. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable peso de semilla

Variedad	Promedio (g)	Sig. α = 0,05
Fuerte	42,95	a
Hass	32,48	b

3.1.4. Relación semilla fruto

Tabla A13. Datos de relación semilla fruto (%)

Tratamientos	Réplicas			Media	D.E.
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días)	10.59	11.68	11.86	11.38	0.69
T_2 (Hass, 7 días)	11.67	8.91	12.64	11.07	1.94
T_3 (Hass, 14 días)	10.52	11.66	10.19	10.79	0.77
T_4 (Fuerte, 0 días)	13.93	13.53	13.97	13.81	0.24
T_5 (Fuerte, 7 días)	14.67	11.77	14.56	13.67	1.65
T_6 (Fuerte, 14 días)	13.20	13.55	13.51	13.42	0.19

Tabla A14. Análisis de varianza para la relación semilla fruto (%)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	29.327	29.327	23.106	4.750	9.330	**
Tiempo poscosecha	2	0.714	0.357	0.281	3.890	6.930	ns
Variedad*Tiempo poscosecha	2	0.031	0.016	0.012	3.890	6.930	ns
Error	12	15.231	1.269				
Total	17	45.303					

C.V. = 9.12%

Tabla A15. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable relación semilla fruto

Variedad	Promedio (%)	Sig. α = 0,05
Fuerte	13,63	a
Hass	11,08	b

3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE PALTA

3.2.1. Rendimiento de aceite de semilla

Tabla A16. Datos de rendimiento de aceite de semilla (%)

Tratamientos	Réplicas			Media	D.E.
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	0.82	1.46	1.14	1.14	0.32
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	0.64	0.82	0.76	0.74	0.09
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	1.29	1.60	1.42	1.44	0.16
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	0.87	0.71	0.74	0.77	0.09
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	1.64	1.70	1.65	1.66	0.03
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	0.81	0.92	0.70	0.81	0.11
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	1.66	0.90	1.56	1.37	0.41
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	0.78	0.83	0.88	0.83	0.05
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	1.67	2.05	1.84	1.85	0.19
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	1.13	1.13	0.93	1.06	0.12
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	1.25	1.92	1.59	1.59	0.34
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	1.18	1.12	1.12	1.14	0.03

Tabla A17. Análisis de varianza para el rendimiento de aceite de semilla (%)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	0.412	0.412	10.054	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	0.585	0.293	7.145	3.400	5.610	**
Solvente	1	3.416	3.416	83.421	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	0.089	0.045	1.091	3.400	5.610	ns
Variedad*Solvente	1	0.005	0.005	0.114	4.260	7.820	ns
Tiempo poscosecha* Solvente	2	0.103	0.051	1.254	3.400	5.610	ns
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	0.147	0.073	1.792	3.400	5.610	ns
Error	24	0.983	0.041				
Total	35	5.740					

C.V. = 16.85%

Tabla A18. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable rendimiento de aceite de semilla

Variedad	Promedio (%)	Sig. α = 0,05
Fuerte	1,31	a
Hass	1,09	b

Tabla A19. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable rendimiento de aceite de semilla

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (%)	Sig. α = 0,05
14	1,30	a
7	1,28	a
0	1,02	b

Tabla A20. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable rendimiento de aceite de semilla

Solvente	Promedio (%)	Sig. α = 0,05
Éter de Petróleo	1,51	a
Cloroformo	0,89	b

3.2.2. Índice de refracción

Tabla A21. Datos de índice de refracción

Tratamientos	Réplicas			Media	D.E.
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	1.476	1.476	1.476	1.476	0.00002
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	1.473	1.473	1.474	1.473	0.00055
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	1.472	1.472	1.471	1.472	0.00055
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	1.468	1.467	1.467	1.467	0.00054
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	1.477	1.477	1.477	1.477	0.00002
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	1.467	1.467	1.466	1.467	0.00053
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	1.478	1.478	1.478	1.478	0.00001
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	1.461	1.461	1.461	1.461	0.00020
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	1.477	1.477	1.477	1.477	0.00001
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	1.476	1.476	1.476	1.476	0.00002
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	1.461	1.461	1.461	1.461	0.00007
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	1.461	1.461	1.460	1.461	0.00038

Tabla A22. Análisis de varianza para el índice de refracción

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	0.0000857	0.0000857	754.628	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	0.0003079	0.0001540	1355.909	3.400	5.610	**
Solvente	1	0.0003201	0.0003201	2818.670	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	0.0005052	0.0002526	2224.699	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	0.0000003	0.0000003	2.443	4.260	7.820	ns
Tiempo poscosecha* Solvente	2	0.0000817	0.0000409	359.934	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	0.0002440	0.0001220	1074.642	3.400	5.610	**
Error	24	0.0000027	0.0000001				
Total	35	0.0015477					

C.V. = 0.02%

Tabla A23. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable índice de refracción

Variedad	Promedio	Sig. α = 0,05
Fuerte	1,469	a
Hass	1,472	b

Tabla A24. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable índice de refracción

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio	Sig. α = 0,05
14	1,466	a
0	1,472	b
7	1,473	c

Tabla A25. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable índice de refracción

Solvente	Promedio	Sig. α = 0,05
Cloroformo	1,468	a
Éter de Petróleo	1,473	b

Tabla A26. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable índice de refracción

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio	Sig. α = 0,05
Fuerte	14	1,461	a
Fuerte	0	1,469	b
Hass	7	1,470	b
Hass	14	1,472	c
Hass	0	1,475	d
Fuerte	7	1,477	e

Tabla A27. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable índice de refracción

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio	Sig. α = 0,05
14	Cloroformo	1,464	a
0	Cloroformo	1,467	b
14	Éter de Petróleo	1,469	c
7	Cloroformo	1,472	d
7	Éter de Petróleo	1,474	e
0	Éter de Petróleo	1,477	f

3.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE DE SEMILLA DE PALTA

3.3.1. Índice de acidez

Tabla A28. Datos de índice de acidez (mg KOH/g)

Tratamientos	Réplicas			Media	D.E.
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	9.52	10.22	11.02	10.25	0.75
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	3.60	3.80	4.12	3.84	0.26
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	9.85	10.90	10.60	10.45	0.54
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	4.82	5.80	5.16	5.26	0.5
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	7.82	8.60	9.14	8.52	0.66
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	3.95	3.25	4.05	3.75	0.44
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	6.75	7.15	6.70	6.87	0.25
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	3.10	3.72	3.25	3.36	0.32
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	12.96	11.85	12.88	12.56	0.62
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	7.90	7.30	6.40	7.20	0.75
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	8.92	9.81	9.85	9.53	0.53
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	7.20	6.37	7.60	7.06	0.63

Tabla A29. Análisis de varianza para el índice de acidez (mg KOH/g)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	5.055	5.055	16.890	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	47.219	23.610	78.887	3.400	5.610	**
Solvente	1	192.053	192.053	641.711	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	32.453	16.227	54.219	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	6.325	6.325	21.135	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha* Solvente	2	4.644	2.322	7.758	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	3.987	1.993	6.661	3.400	5.610	**
Error	24	7.183	0.299				
Total	35	298.920					

C.V. = 7.41%

Tabla A30. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable índice de acidez

Variedad	Promedio (mg KOH/g)	Sig. α = 0,05
Hass	7,01	a
Fuerte	7,76	b

Tabla A31. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable índice de acidez

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (mg KOH/g)	Sig. α = 0,05
0	6,08	a
14	7,21	b
7	8,87	c

Tabla A32. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable índice de acidez

Solvente	Promedio (mg KOH/g)	Sig. α = 0,05
Cloroformo	5,08	a
Éter de Petróleo	9,70	b

Tabla A33. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable índice de acidez

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (mg KOH/g)	Sig. α = 0,05
Fuerte	0	5,11	a
Hass	14	6,14	b
Hass	0	7,05	bc
Hass	7	7,86	cd
Fuerte	14	8,29	d
Fuerte	7	9,88	e

Tabla A34. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor solvente en la variable índice de acidez

Variedad	Solvente	Promedio (mg KOH/g)	Sig. α = 0,05
Hass	Cloroformo	4,28	a
Fuerte	Cloroformo	5,87	b
Fuerte	Éter de Petróleo	9,65	c
Hass	Éter de Petróleo	9,74	c

Tabla A35. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable índice de acidez

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (mg KOH/g)	Sig. α = 0,05
0	Cloroformo	3,6	a
14	Cloroformo	5,4	b
7	Cloroformo	6,23	b
0	Éter de Petróleo	8,56	c
14	Éter de Petróleo	9,02	c
7	Éter de Petróleo	11,51	d

3.3.2. Índice de peróxidos

Tabla A36. Datos de índice de peróxidos (meq/kg)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	13.38	13.80	12.12	13.10	0.87
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	15.10	17.20	16.30	16.20	1.05
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	14.79	14.20	15.40	14.80	0.60
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	14.30	14.70	13.90	14.30	0.40
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	16.30	14.80	14.50	15.20	0.96
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	11.50	13.40	12.60	12.50	0.95
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	6.25	6.82	7.10	6.72	0.43
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	9.80	9.10	11.40	10.10	1.18
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	8.94	9.32	8.56	8.94	0.38
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	15.40	15.80	16.80	16.00	0.72
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	13.48	14.03	15.14	14.22	0.85
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	16.20	14.10	15.30	15.20	1.05

Tabla A37. Análisis de varianza para el índice de peróxidos (meq/kg)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	55.627	55.627	80.410	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	48.240	24.120	34.866	3.400	5.610	**
Solvente	1	32.054	32.054	46.335	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	76.292	38.146	55.141	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	33.158	33.158	47.931	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha* Solvente	2	33.924	16.962	24.519	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	19.902	9.951	14.384	3.400	5.610	**
Error	24	16.603	0.692				
Total	35	315.801					

C.V. = 6.35%

Tabla A38. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable índice de peróxidos

Variedad	Promedio (meq/kg)	Sig. α = 0,05
Fuerte	11,86	a
Hass	14,35	b

Tabla A39. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable índice de peróxidos

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (meq/kg)	Sig. α = 0,05
0	11,53	a
7	13,51	b
14	14,28	b

Tabla A37. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable índice de peróxidos

Solvente	Promedio (meq/kg)	Sig. α = 0,05
Éter de Petróleo	12,16	a
Cloroformo	14,05	b

Tabla A38. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable índice de peróxidos

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (meq/kg)	Sig. α = 0,05
Fuerte	0	8,41	a
Fuerte	7	12,47	b
Hass	14	13,85	bc
Hass	7	14,55	c
Hass	0	14,65	c
Fuerte	14	14,71	c

Tabla A39. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor solvente en la variable índice de peróxidos

Variedad	Solvente	Promedio (meq/kg)	Sig. α = 0,05
Fuerte	Éter de Petróleo	9,96	a
Fuerte	Cloroformo	13,77	b
Hass	Cloroformo	14,33	b
Hass	Éter de Petróleo	14,37	b

Tabla A40. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable índice de peróxidos

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (meq/kg)	Sig. α = 0,05
0	Éter de Petróleo	9,91	a
7	Éter de Petróleo	11,87	b
0	Cloroformo	13,15	bc
14	Cloroformo	13,85	cd
14	Éter de Petróleo	14,71	d
7	Cloroformo	15,15	d

3.3.3. Índice de yodo

Tabla A41. Datos de índice de yodo (g I/100 g)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	82.30	90.20	86.10	86.20	3.95
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	89.30	95.10	92.50	92.30	2.91
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	80.70	72.60	78.90	77.40	4.25
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	98.50	102.00	96.50	99.00	2.78
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	85.60	79.80	83.30	82.90	2.92
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	86.80	88.20	80.60	85.20	4.04
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	55.60	52.60	58.59	55.60	3.00
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	77.90	83.60	80.30	80.60	2.86
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	60.39	65.40	61.40	62.40	2.65
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	94.50	96.00	92.10	94.20	1.97
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	72.18	69.90	75.72	72.60	2.93
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	83.70	88.50	87.90	86.70	2.62

Tabla A42. Análisis de varianza para el índice de yodo (g I/100 g)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	1256.939	1256.939	127.532	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	131.897	65.948	6.691	3.400	5.610	**
Solvente	1	2545.539	2545.539	258.276	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	437.449	218.725	22.192	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	418.339	418.339	42.446	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha* Solvente	2	520.681	260.341	26.415	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	32.174	16.087	1.632	3.400	5.610	ns
Error	24	236.541	9.856				
Total	35	5579.559					

C.V. = 3.86 %

Tabla A43. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable índice de yodo

Variedad	Promedio (g I/100 g)	Sig. α = 0,05
Hass	87,17	a
Fuerte	75,35	b

Tabla A44. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable índice de yodo

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (g I/100 g)	Sig. α = 0,05
7	83,25	a
14	81,85	ab
0	78,67	b

Tabla A45. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable índice de yodo

Solvente	Promedio (g I/100 g)	Sig. α = 0,05
Cloroformo	89,67	a
Éter de Petróleo	72,85	b

Tabla A46. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable índice de yodo

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (g I/100 g)	Sig. α = 0,05
Hass	0	89,25	a
Hass	7	88,20	a
Hass	14	84,05	ab
Fuerte	14	79,65	bc
Fuerte	7	78,30	c
Fuerte	0	68,10	d

Tabla A47. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor solvente en la variable índice de yodo

Variedad	Solvente	Promedio (g I/100 g)	Sig. α = 0,05
Hass	Cloroformo	92,17	a
Fuerte	Cloroformo	87,17	b
Hass	Éter de Petróleo	82,17	c
Fuerte	Éter de Petróleo	63,53	d

Tabla A48. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable índice de yodo

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (g I/100 g)	Sig. α = 0,05
7	Cloroformo	96,60	a
0	Cloroformo	86,45	b
14	Cloroformo	85,95	b
14	Éter de Petróleo	77,75	c
0	Éter de Petróleo	70,90	d
7	Éter de Petróleo	69,90	c

3.3.4. Índice de saponificación

Tabla A49. Datos de índice de saponificación (mg KOH/g)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	200.10	198.40	196.70	198.40	1.70
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	205.00	208.40	210.60	208.00	2.82
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	202.40	198.80	206.30	202.50	3.75
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	215.30	209.40	212.80	212.50	2.96
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	208.60	212.70	210.50	210.60	2.05
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	214.00	204.00	212.00	210.00	5.29
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	205.60	202.10	210.30	206.00	4.11
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	207.40	210.10	213.70	210.40	3.16
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	219.05	217.13	221.11	219.10	1.99
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	222.70	226.80	230.60	226.70	3.95
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	213.50	219.70	216.60	216.60	3.10
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	218.90	208.30	217.80	215.00	5.83

Tabla A50. Análisis de varianza para el índice de saponificación (mg KOH/g)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	670.724	670.724	51.603	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	595.502	297.751	22.908	3.400	5.610	**
Solvente	1	216.139	216.139	16.629	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	206.352	103.176	7.938	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	18.476	18.476	1.421	4.260	7.820	ns
Tiempo poscosecha* Solvente	2	166.899	83.450	6.420	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	6.862	3.431	0.264	3.400	5.610	ns
Error	24	311.943	12.998				
Total	35	2192.898					

C.V. = 1.71%

Tabla A51. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable índice de saponificación

Variedad	Promedio (mg.KOH/g)	Sig. α = 0,05
Fuerte	215,63	a
Hass	207,00	b

Tabla A52. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable índice de saponificación

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (mg.KOH/g)	Sig. α = 0,05
7	215,20	a
14	213,05	a
0	205,70	b

Tabla A53. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable índice de saponificación

Solvente	Promedio (mg.KOH/g)	Sig. α = 0,05
Cloroformo	213,77	a
Éter de Petróleo	208,87	b

Tabla A54. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable índice de saponificación

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (mg.KOH/g)	Sig. α = 0,05
Fuerte	7	222,90	a
Fuerte	14	215,80	b
Hass	14	210,30	bc
Fuerte	0	208,20	cd
Hass	7	207,50	cd
Hass	0	203,20	d

Tabla A55. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable índice de saponificación

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (mg.KOH/g)	Sig. α = 0,05
7	Cloroformo	219,60	a
14	Éter de Petróleo	213,60	ab
14	Cloroformo	212,50	b
7	Éter de Petróleo	210,80	b
0	Cloroformo	209,20	b
0	Éter de Petróleo	202,20	c

4.1. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

4.4.1. Ácido Palmítico

Tabla A56. Datos de ácido palmítico (µg/ml)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	345.06	356.04	357.00	352.70	6.63
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	88.09	84.99	85.41	86.16	1.68
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	276.31	308.67	305.10	296.69	17.74
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	157.08	156.14	152.65	155.29	2.33
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	312.40	314.56	309.83	312.26	2.37
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	88.38	81.89	80.21	83.49	4.31
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	547.62	541.16	480.91	523.23	36.79
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	164.59	162.29	161.91	162.93	1.45
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	389.30	389.91	383.13	387.45	3.75
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	232.03	229.90	229.59	230.51	1.33
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	503.51	505.39	498.56	502.49	3.53
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	299.74	299.82	294.97	298.18	2.78

Tabla A57. Análisis de varianza para el ácido palmítico (µg/ml)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	167351.901	167351.901	1126.273	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	6032.515	3016.257	20.299	3.400	5.610	**
Solvente	1	461217.557	461217.557	3103.980	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	22136.417	11068.209	74.489	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	1799.456	1799.456	12.110	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha* Solvente	2	40900.871	20450.436	137.631	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	5423.975	2711.988	18.252	3.400	5.610	**
Error	24	3566.138	148.589				
Total	35	708428.831					

C.V. = 4.31%

Tabla A58. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable ácido palmítico

Variedad	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	350,80	a
Hass	214,43	b

Tabla A59. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable ácido palmítico

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
14	299,11	a
0	281,26	b
7	267,48	c

Tabla A60. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable ácido palmítico

Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Éter de Petróleo	395,80	a
Cloroformo	169,43	b

Tabla A61. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable ácido palmítico

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	14	400,33	a
Fuerte	0	343,08	b
Fuerte	7	308,98	c
Hass	7	225,99	d
Hass	0	219,43	de
Hass	14	197,88	e

Tabla A62. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor solvente en la variable ácido palmítico

Variedad	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	Éter de Petróleo	471,05	a
Hass	Éter de Petróleo	320,55	b
Fuerte	Cloroformo	230,54	c
Hass	Cloroformo	108,32	d

Tabla A63. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable ácido palmítico

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
0	Éter de Petróleo	437,97	a
14	Éter de Petróleo	407,38	b
7	Éter de Petróleo	342,07	c
7	Cloroformo	192,90	d
14	Cloroformo	190,84	d
0	Cloroformo	124,55	e

4.4.2. Ácido Palmitoleico

Tabla A64. Datos de ácido palmitoleico (µg/ml)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	69.56	71.37	71.38	70.77	1.05
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	21.13	20.73	20.16	20.67	0.49
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	43.01	47.11	46.28	45.47	2.17
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	25.40	25.57	25.56	25.51	0.10
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	38.32	36.19	35.99	36.83	1.29
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	12.82	11.99	13.60	12.80	0.81
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	62.88	60.85	53.95	59.23	4.68
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	18.36	18.26	18.03	18.22	0.17
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	49.83	48.77	48.15	48.92	0.85
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	26.47	25.27	24.75	25.50	0.88
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	48.86	50.14	47.68	48.89	1.23
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	36.07	35.32	35.93	35.77	0.40

Tabla A65. Análisis de varianza para el ácido palmitoleico (µg/ml)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	149.654	149.654	53.650	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	467.754	233.877	83.844	3.400	5.610	**
Solvente	1	7364.500	7364.500	2640.139	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	926.529	463.265	166.078	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	68.338	68.338	24.499	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha* Solvente	2	1307.062	653.531	234.288	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	91.855	45.927	16.465	3.400	5.610	**
Error	24	66.946	2.789				
Total	35	10442.638					

C.V. = 4.47 %

Tabla A66. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable ácido palmitoleico

Variedad	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	39,42	a
Hass	35,34	b

Tabla A67. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable ácido palmitoleico

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
0	42,22	a
7	36,35	b
14	33,58	c

Tabla A68. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable ácido palmitoleico

Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Éter de Petróleo	51,68	a
Cloroformo	23,08	b

Tabla A69. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable ácido palmitoleico

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Hass	0	45,72	a
Fuerte	14	42,33	b
Fuerte	0	38,72	c
Fuerte	7	37,21	cd
Hass	7	35,49	d
Hass	14	24,82	e

Tabla A70. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor solvente en la variable ácido palmitoleico

Variedad	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	Éter de Petróleo	52,35	a
Hass	Éter de Petróleo	51,02	a
Fuerte	Cloroformo	26,50	b
Hass	Cloroformo	19,66	c

Tabla A71. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable ácido palmitoleico

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
0	Éter de Petróleo	65,00	a
7	Éter de Petróleo	47,19	b
14	Éter de Petróleo	42,86	c
7	Cloroformo	25,50	d
14	Cloroformo	24,29	d
0	Cloroformo	19,45	e

4.4.3. Ácido Oleico

Tabla A72. Datos de ácido oleico (µg/ml)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	288.90	268.79	284.64	280.78	10.60
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	83.23	82.61	81.94	82.59	0.65
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	202.03	188.82	186.35	192.40	8.43
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	262.74	264.98	260.51	262.74	2.24
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	187.96	186.87	188.65	187.83	0.90
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	76.99	71.46	70.66	73.04	3.45
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	505.00	558.20	480.62	514.61	39.67
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	199.11	192.22	191.47	194.27	4.21
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	378.64	376.71	371.07	375.47	3.93
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	256.17	255.38	254.56	255.37	0.81
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	487.27	493.07	484.95	488.43	4.18
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	323.75	323.87	321.11	322.91	1.56

Tabla A73. Análisis de varianza para el ácido oleico (µg/ml)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	287124.506	287124.506	1883.674	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	94.715	47.358	0.311	3.400	5.610	ns
Solvente	1	180027.661	180027.661	1181.067	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	52826.197	26413.099	173.283	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	33002.778	33002.778	216.514	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha* Solvente	2	82409.489	41204.745	270.323	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	7321.510	3660.755	24.016	3.400	5.610	**
Error	24	3658.271	152.428				
Total	35	646465.127					

C.V. = 4.59 %

Tabla A74. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable ácido oleico

Variedad	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	358,51	a
Hass	179,90	b

Tabla A75. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable ácido oleico

Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Éter de Petróleo	339,92	a
Cloroformo	198,49	b

Tabla A76. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable ácido oleico

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	14	405,67	a
Fuerte	0	354,44	b
Fuerte	7	315,42	c
Hass	7	227,57	d
Hass	0	181,69	e
Hass	14	130,43	f

Tabla A77. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor solvente en la variable ácido oleico

Variedad	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	Éter de Petróleo	459,50	a
Fuerte	Cloroformo	257,52	b
Hass	Éter de Petróleo	220,33	c
Hass	Cloroformo	139,46	d

Tabla A78. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable ácido oleico

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
0	Éter de Petróleo	397,69	a
14	Éter de Petróleo	338,13	b
7	Éter de Petróleo	283,94	c
7	Cloroformo	259,06	d
14	Cloroformo	197,97	e
0	Cloroformo	138,43	f

4.4.4. Ácido Linoleico

Tabla A79. Datos de ácido linoleico (µg/ml)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	711.74	741.60	750.40	734.58	20.26
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	212.37	207.96	206.28	208.87	3.15
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	625.29	689.80	675.17	663.42	33.82
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	355.68	351.77	337.96	348.47	9.31
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	647.50	655.04	642.93	648.49	6.12
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	213.14	197.77	196.66	202.52	9.21
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	1128.69	1128.94	1007.88	1088.50	69.82
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	391.85	391.05	384.59	389.16	3.98
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	797.23	800.70	787.29	795.07	6.96
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	545.00	532.64	540.73	539.46	6.28
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	972.75	960.29	949.15	960.73	11.81
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	600.26	591.43	592.56	594.75	4.81

Tabla A80. Análisis de varianza para el ácido linoleico (µg/ml)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	609432.64	609432.64	1057.64	4.26	7.82	**
Tiempo poscosecha	2	2350.56	1175.28	2.04	3.40	5.61	ns
Solvente	1	1699846.63	1699846.63	2950.00	4.26	7.82	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	54885.34	27442.67	47.63	3.40	5.61	**
Variedad*Solvente	1	294.29	294.29	0.51	4.26	7.82	ns
Tiempo poscosecha* Solvente	2	164316.78	82158.39	142.58	3.40	5.61	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	29754.97	14877.49	25.82	3.40	5.61	**
Error	24	13829.25	576.22				
Total	35	2574710.46					

C.V. = 4.02%

Tabla A81. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable ácido linoleico

Variedad	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	727,95	a
Hass	467,73	b

Tabla A82. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable ácido linoleico

Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Éter de Petróleo	815,13	a
Cloroformo	380,54	b

Tabla A83. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable ácido linoleico

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	14	777,74	a
Fuerte	0	738,83	a
Fuerte	7	667,27	b
Hass	7	505,95	c
Hass	0	471,73	c
Hass	14	425,51	d

Tabla A84. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable ácido palmitoleico

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
0	Éter de Petróleo	911,54	a
14	Éter de Petróleo	804,61	b
7	Éter de Petróleo	729,25	c
7	Cloroformo	443,96	d
14	Cloroformo	398,64	e
0	Cloroformo	299,02	f

4.4.5. Ácido Araquídico

Tabla A85. Datos de ácido araquídico (µg/ml)

Tratamientos	Réplicas			Media	SD
	I	II	II		
T_1 (Hass, 0 días, Éter de petróleo)	34.12	36.10	37.93	36.05	1.91
T_2 (Hass, 0 días, Cloroformo)	14.72	14.45	14.02	14.40	0.35
T_3 (Hass, 7 días, Éter de petróleo)	31.62	35.39	35.15	34.05	2.11
T_4 (Hass, 7 días, Cloroformo)	21.69	21.95	21.50	21.71	0.23
T_5 (Hass, 14 días, Éter de petróleo)	36.63	36.73	36.43	36.60	0.15
T_6 (Hass, 14 días, Cloroformo)	15.17	13.92	15.28	14.79	0.76
T_7 (Fuerte, 0 días, Éter de petróleo)	77.40	76.33	67.98	73.90	5.16
T_8 (Fuerte, 0 días, Cloroformo)	30.30	30.27	31.43	30.67	0.66
T_9 (Fuerte, 7 días, Éter de petróleo)	39.98	40.36	39.43	39.92	0.47
T_{10} (Fuerte, 7 días, Cloroformo)	35.43	34.79	35.57	35.26	0.42
T_{11} (Fuerte, 14 días, Éter de petróleo)	50.57	50.29	49.09	49.98	0.79
T_{12} (Fuerte, 14 días, Cloroformo)	37.54	37.33	36.93	37.27	0.31

Tabla A86. Análisis de varianza para el ácido araquídico (µg/ml)

F.V.	GL	SC	CM	FC	$F_{(0.05)}$	$F_{(0.01)}$	Sig.
Variedad	1	2992.455	2992.455	970.541	4.260	7.820	**
Tiempo poscosecha	2	226.596	113.298	36.746	3.400	5.610	**
Solvente	1	3388.016	3388.016	1098.833	4.260	7.820	**
Variedad*Tiempo poscosecha	2	452.033	226.017	73.304	3.400	5.610	**
Variedad*Solvente	1	5.792	5.792	1.879	4.260	7.820	ns
Tiempo poscosecha* Solvente	2	880.663	440.332	142.812	3.400	5.610	**
Variedad*Tiempo poscosecha* Solvente	2	449.796	224.898	72.941	3.400	5.610	**
Error	24	73.999	3.083				
Total	35	8469.350					

C.V. = 4.96 %

Tabla A87. Prueba de significación Tukey para el factor variedad en la variable ácido araquídico

Variedad	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	44,50	a
Hass	26,27	b

Tabla A88. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha en la variable ácido araquídico

Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
0	38,75	a
14	34,66	b
7	32,74	c

Tabla A89. Prueba de significación Tukey para el factor solvente en la variable ácido araquídico

Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Éter de Petróleo	45,09	a
Cloroformo	25,68	b

Tabla A90. Prueba de significación Tukey para el factor variedad vs el factor tiempo poscosecha en la variable ácido araquídico

Variedad	Tiempo Poscosecha (días)	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
Fuerte	0	52,29	a
Fuerte	14	43,63	b
Fuerte	7	37,59	c
Hass	7	27,88	d
Hass	14	25,69	d
Hass	0	25,22	d

Tabla A91. Prueba de significación Tukey para el factor tiempo poscosecha vs el factor solvente en la variable ácido araquídico

Tiempo Poscosecha (días)	Solvente	Promedio (ug/ml)	Sig. α = 0,05
0	Éter de Petróleo	54,98	a
14	Éter de Petróleo	43,29	b
7	Éter de Petróleo	36,99	c
7	Cloroformo	28,49	d
14	Cloroformo	26,03	d
0	Cloroformo	22,53	e

ANEXO 4

ANÁLISIS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO–PERÚ Contacto 973868855

Resultados

Cusco, 21 de Marzo del 2019

Solicitante : Katya Pilar Calizaya Miranda
Tipo de Análisis : Determinación de Acidos Grasos
Metodo : Cromatografia de Gases GC-MS.
Tipo de Muestras : Aceite de Pepa de Palta
Cantidad de Muestra : 12 aprox. 1 mL de cada uno
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis de Ácidos Grasos

Cromatógrafo:	**Agilent 6890N**
Sofware de Control:	**Chemstation B.030**
Detector de Masas Agilent:	**5975B**
Energía de Ionizacion:	**70eV**
Modo de Ionizacion:	**Impacto Electrónico (IE)**
Modo de escaneo de masas:	**40 400 uma**
Retraso del disolvente:	**7.0 minutos**
Inyector Automático:	**Agilent 7683B**
Columna:	**DB-23, 60m x I.D 0.250 x 0.15um Film.**

Condiciones del cromatografo.
Temperatura del Horno **inicial 135°C**
Rampa:

Pasos	°C/min	temp °C	Final time
Inic.	0	135	
1	0	135	5.00
2	5.00	230	12.00

Tiempo de Analisis: **35.00 min**

Puerto de Inyección

Modo:	**Split**
Relación de Split:	**1:1**
Temp. Inicial:	**250 'C**
Tipo de Gas:	**Helio**
Flujo:	**0.7 mL/min**
Volumen de Inyección:	**1.0uL**

Nota: La identificación se baso mediante la comparación de un mix de 19 acidos grasos, expresa el contenido detectado de acidos grasos metil ester por mililitro de muestra, la metodología desarrollada para la determinación de ácidos grasos es de acuerdo a la literatura descrito con algunas modificaciones:

- Frank David Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases Agilent Technologies, Inc. 2008.
- GC Analysis of a Grain Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Mix on SP™-2560 https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical-applications/gc/gc-analysis-of-a-grain-fatty-acid-methyl-ester-fame-mix-797-0004.html

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografia y Espectrometria – UNSAAC.
CQP - 914

		Repeticion					
	Acido graso	**1**	**2**	**3**	**Prom**	**Volumen Tomado mL**	**ug/mL aceite**
Muestra 1	Palmitic Acid (C 16:0)	345.06	356.04	357.00	352.70	0.10	3527.00
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	69.56	71.37	71.38	70.77	0.10	707.70
	Oleic Acid (C18:1n9c)	288.90	268.79	284.64	280.78	0.10	2807.77
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	711.74	741.60	750.40	734.58	0.10	7345.80
	Arachidic Acid ME (C20:0)	34.12	36.10	37.93	36.05	0.10	360.50
Muestra 2	Palmitic Acid (C 16:0)	276.31	308.67	305.10	296.69	0.10	2966.93
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	43.01	47.11	46.28	45.47	0.10	454.67
	Oleic Acid (C18:1n9c)	202.03	188.82	186.35	192.40	0.10	1924.00
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	625.29	689.80	675.17	663.42	0.10	6634.20
	Arachidic Acid ME (C20:0)	31.62	35.39	35.15	34.05	0.10	340.53
Muestra 3	Palmitic Acid (C 16:0)	312.40	314.56	309.83	312.26	0.10	3122.63
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	38.32	36.19	35.99	36.83	0.10	368.33
	Oleic Acid (C18:1n9c)	187.96	186.87	188.65	187.83	0.10	1878.27
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	647.50	655.04	642.93	648.49	0.10	6484.90
	Arachidic Acid ME (C20:0)	36.63	36.73	36.43	36.60	0.10	365.97
Muestra 4	Palmitic Acid (C 16:0)	547.62	541.16	480.91	523.23	0.10	5232.30
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	62.88	60.85	53.95	59.23	0.10	592.27
	Oleic Acid (C18:1n9c)	505.00	558.20	480.62	514.61	0.10	5146.07
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	1128.69	1128.94	1007.88	1088.50	0.10	10885.03
	Arachidic Acid ME (C20:0)	77.40	76.33	67.98	73.90	0.10	739.03
Muestra 5	Palmitic Acid (C 16:0)	389.30	389.91	383.13	387.45	0.10	3874.47
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	49.83	48.77	48.15	48.92	0.10	489.17
	Oleic Acid (C18:1n9c)	378.64	376.71	371.07	375.47	0.10	3754.73
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	797.23	800.70	787.29	795.07	0.10	7950.73
	Arachidic Acid ME (C20:0)	39.98	40.36	39.43	39.92	0.10	399.23
Muestra 6	Palmitic Acid (C 16:0)	503.51	505.39	498.56	502.49	0.10	5024.87
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	48.86	50.14	47.68	48.89	0.10	488.93
	Oleic Acid (C18:1n9c)	487.27	493.07	484.95	488.43	0.10	4884.30
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	972.75	960.29	949.15	960.73	0.10	9607.30
	Arachidic Acid ME (C20:0)	50.57	50.29	49.09	49.98	0.10	499.83

Quim. Jorge Choquenaira Parí
Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914

		Repeticion					
	Acido graso	**1**	**2**	**3**	**Prom**	**Volumen Tomado mL**	**ug/mL aceite**
Muestra 7	Palmitic Acid (C 16:0)	88.09	84.99	85.41	86.16	0.10	861.63
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	21.13	20.73	20.16	20.67	0.10	206.73
	Oleic Acid (C18:1n9c)	83.23	82.61	81.94	82.59	0.10	825.93
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	212.37	207.96	206.28	208.87	0.10	2088.70
	Arachidic Acid ME (C20:0)	14.72	14.45	14.02	14.40	0.10	143.97
Muestra 8	Palmitic Acid (C 16:0)	157.08	156.14	152.65	155.29	0.10	1552.90
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	25.40	25.57	25.56	25.51	0.10	255.10
	Oleic Acid (C18:1n9c)	262.74	264.98	260.51	262.74	0.10	2627.43
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	355.68	351.77	337.96	348.47	0.10	3484.70
	Arachidic Acid ME (C20:0)	21.69	21.95	21.50	21.71	0.10	217.13
Muestra 9	Palmitic Acid (C 16:0)	88.38	81.89	80.21	83.49	0.10	834.93
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	12.82	11.99	13.60	12.80	0.10	128.03
	Oleic Acid (C18:1n9c)	76.99	71.46	70.66	73.04	0.10	730.37
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	213.14	197.77	196.66	202.52	0.10	2025.23
	Arachidic Acid ME (C20:0)	15.17	13.92	15.28	14.79	0.10	147.90
Muestra 10	Palmitic Acid (C 16:0)	164.59	162.29	161.91	162.93	0.10	1629.30
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	18.36	18.26	18.03	18.22	0.10	182.17
	Oleic Acid (C18:1n9c)	199.11	192.22	191.47	194.27	0.10	1942.67
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	391.85	391.05	384.59	389.16	0.10	3891.63
	Arachidic Acid ME (C20:0)	30.30	30.27	31.43	30.67	0.10	306.67
Muestra 11	Palmitic Acid (C 16:0)	232.03	229.90	229.59	230.51	0.10	2305.07
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	26.47	25.27	24.75	25.50	0.10	254.97
	Oleic Acid (C18:1n9c)	256.17	255.38	254.56	255.37	0.10	2553.70
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	545.00	532.64	540.73	539.46	0.10	5394.57
	Arachidic Acid ME (C20:0)	35.43	34.79	35.57	35.26	0.10	352.63
Muestra 12	Palmitic Acid (C 16:0)	299.74	299.82	294.97	298.18	0.10	2981.77
	Palmitoleic Acid (C16:1 n9c)	36.07	35.32	35.93	35.77	0.10	357.73
	Oleic Acid (C18:1n9c)	323.75	323.87	321.11	322.91	0.10	3229.10
	Linoleic Acid (C18:2n6c)omega 6	600.26	591.43	592.56	594.75	0.10	5947.50
	Arachidic Acid ME (C20:0)	37.54	37.33	36.93	37.27	0.10	372.67

Quim. Jorge Choquenaira Parí
Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

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 : KATYA PILAR CALIZAYA MIRANDA
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 47238577
Correo electrónico : katyacm21@hotmail.com
Teléfono/Celular : 913414013

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 : EVALUACIÓN DEL TIPO DE SOLVENTE DE ARRASTRE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE ACEITE EXTRAIDO DE LA SEMILLA DE PALTA (*Persea americana* Mill) VARIEDADES HASS Y FUERTE.
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.11.01
c) Fecha de publicación : .....

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 : 47238577
NOMBRES Y APELLIDOS : KATYA PILAR CALIZAYA MIRANDA

"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 : 47238577

NOMBRES Y APELLIDOS : KATYA PILAR CALIZAYA MIRANDA

FECHA : 28 / 10 / 2022

