



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y
COMERCIO EXTERIOR

TESIS

**CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE
MARACUYÁ (*Passiflora edulis* S.) EXTRAÍDO CON
SOLVENTE ORGÁNICO Y PRENSADO EN FRÍO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y
COMERCIO EXTERIOR

Autores:

Bach. Hoyos Zagaceta Jorge Enrique

Bach. Sánchez Zavaleta Segundo Hernán

Asesor:

Ms. Williams Esteward Castillo Martínez

Línea de Investigación:

Ingeniería de Procesos Productivos

Pimentel – Perú

2019

CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis* S.) EXTRAIDO CON SOLVENTE ORGANICO Y PENSADO EN FRIO

HOYOS ZAGACETA Jorge Enrique
AUTOR

SANCHEZ ZAVALAETA Segundo Hernán
AUTOR

Aprobado por:

Mg. Aurora Vigo Edward Florencio
PRESIDENTE

Ing. Símpalo López Walter Bernardo
Secretario

Ms. Castillo Martínez Williams Esteward
Vocal

DEDICATORIA

AL TODOPODEROSO, que permitió llegar hasta el final de una de las metas más grandes de mi vida.

A MIS ABUELOS DE PADRE Y MADRE, por sus palabras de aliento y superación.

A MI FAMILIA EN ESPECIAL A MI MADRE FEBBE Y A MI PADRE ENRIQUE, por ser los mejores guías para poder lograr esta meta de superación, por su apoyo moral, consejos y por brindarme el aliento de seguir adelante para ser una mejor persona y profesional cada día.

Hoyos Zagaceta Jorge Enrique

Mg. QUIROZ TANTALEÁN Roosevelt
SECRETARIO DEL JURADO

DEDICATORIA

A **DIOS** por darme sabiduría (Proverbios 1:7) el principio de la sabiduría es el temor a Dios y guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir fortaleciéndome y no desmayar en los problemas de mi vida estudiantil, enseñándome a encarar las adversidades y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi **MADRE MARLENY**, por ser el pilar más importante de mi vida, demostrándome siempre su cariño, su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, ejemplo de mujer virtuosa dándome los valores necesarios para seguir perseverando.

A mi **PADRE HERNAN**, siempre ha estado en los buenos y malos momentos y con su apoyo moral, económico y profesional para que este momento sea tan especial para él como lo es para mí.

A mis **HERMANAS GLADYS Y KAREN** por compartir momentos importantes y poder estar unidos en cualquier adversidad de la vida.

Segundo Hernán Sánchez Zavaleta

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por darnos la sabiduría necesaria para el desarrollo de este proyecto, y sobre todo por el camino correcto que nos han llevado a dar solución a dichos problemas.

A nuestros padres

Por su apoyo incondicional, emocional y moral, y darnos las facilidades para poder llevar a cabo nuestra meta profesional.

De igual manera agradecer a nuestros asesores de Tesis Ing. Lourdes Esquivel Paredes y Williams Esteward Castillo Martínez, quienes nos brindaron los lineamientos y sugerencias para el avance del proyecto.

LOS AUTORES

ÍNDICE

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Formulación del problema:	14
1.3. Delimitación de la Investigación:	14
1.4. Justificación e importancia	14
1.5. Limitación de la Investigación.....	15
1.6. Objetivos	16
1.6.1. Objetivo general	16
1.6.2. Objetivo específicos	16
1.7. Marco teórico	16
1.7.1. Antecedentes de la investigación:.....	16
1.7.2. Estado del Arte	21
1.7.3. Bases Teóricas Científicas.....	25
1.7.4. Definición de Términos Básicos.....	39
II. MARCO METODOLÓGICO.....	41
2.1. Tipo y diseño de la investigación.....	41
2.1.1. Tipo de Investigación	41
2.1.2. Extracción del Aceite.....	42
2.1.3. Diseño de la investigación:.....	42
2.1.4. Población y muestra	43
2.1.5. Hipótesis:	43
2.1.6. Variables:.....	43
2.1.7. Operacionalización	44
2.1.8. Plan estadístico de datos	45
2.2. Métodos y técnicas de investigación	48
2.2.1. Materiales	48

2.2.2.	Métodos	49
2.2.3.	Descripción de los instrumentos utilizados:	61
2.3.	Criterios éticos	63
2.4.	Criterios de rigor científico.....	63
III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		64
3.1.	Extracción de aceite semilla fresca del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> S.) Y semilla de desecho industrial	64
3.1.1.	Rendimiento de aceite extraído por prensado en frío y por solvente orgánico. ..	64
3.1.2.	Calidad de aceite (ácido oleico y ácido linoleico) extraído por prensado en frío y por solvente orgánico.	67
3.1.3.	Efecto en las propiedades fisicoquímica del aceite extraído por prensado en frío y por solvente orgánico.	72
3.2.	Discusión de resultados	80
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		82
4.1.	Conclusiones	82
4.2.	Recomendaciones	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los ácidos grasos presentes en las principales grasas y aceites vegetales durante el periodo 1941-1990.....	32
Tabla 2. Composición de la semilla de maracuyá	42
Tabla 3. Operacionalización de variable independiente.....	44
Tabla 4. Operacionalización de variable dependiente	44
Tabla 5. Análisis de Varianza según el diseño experimental	46
Tabla 6. Plan estadístico de datos	47
Tabla 7. Matriz de resultados para la variable rendimiento de aceite	64
Tabla 8. Análisis de Varianza para la variable rendimiento de aceite.....	65
Tabla 9. Matriz de resultados para la variable calidad de aceite (Ácido oleico y Ácido linoleico).....	67
Tabla 10. Análisis de Varianza para el contenido de ácido oleico	68
Tabla 11. Análisis de Varianza para el contenido de ácido linoleico.....	70
Tabla 12. Matriz de resultados para las propiedades fisicoquímicas del aceite extraído por prensado en frío y por solvente orgánico.....	72
Tabla 13. Análisis de Varianza para el índice de peróxido	74
Tabla 14. Análisis de Varianza para el índice de yodo	76
Tabla 15. Análisis de Varianza para el índice de acidez	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura ácido alfa linolénico	33
Figura 2. Estructuras de los ácidos linoléico (LA) y araquidónico (AA).....	34
Figura 3. Diagrama de flujo de acondicionamiento de la semilla fresca del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> S.) y la semilla de desecho industrial para alimento balanceado.	50
Figura 4. Diagrama de flujo extracción de aceite de la semilla de desecho industrial para alimento balanceado y semilla fresca del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> S), por solvente orgánico.....	52
Figura 5. Diagrama de flujo de acondicionamiento de la semilla fresca del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> S.) y semilla de desecho industrial para alimento balanceado.	53
Figura 6. Diagrama de flujo extracción de aceite de la semilla de desecho industrial para alimento balanceado y semilla fresca del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> S), por prensado en frío.	54
Figura 7. Diagrama de flujo para el Índice de peróxido.....	55
Figura 8. Diagrama de flujo de índice de yodo	57
Figura 9. Diagrama de flujo de índice de acidez	58
Figura 10. Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases – determinación de esteres de ácidos grasos en aceite de maracuyá	60
Figura 11. Esquema equipo soxhlet utilizada para la extracción del aceite de Semilla del Maracuyá. .	61
Figura 12. Esquema de la prensa de tornillo helicoidal utilizada para la extracción del aceite.	62
Figura 13. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el rendimiento de aceite.	66
Figura 14. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el contenido de ácido oleico. .	69
Figura 15. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el contenido de ácido linoleico.	71
Figura 16. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de peróxido del aceite.	75
Figura 17. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de yodo del aceite... .	77
Figura 18. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de acidez del aceite.	79
Figura 19. Pesado el aceite.....	85

Figura 20. Se agrega 15 ml se solución ácido acético/cloroformo.....	85
Figura 21. Se agrega 250 uL de KI Saturado	86
Figura 22. Se titula de amarillo a pajizo.....	86
Figura 23. Pesado de aceite	87
Figura 24. Se agregó 10 ml de cloroformo.....	87
Figura 25. Humedeciendo las tapas.....	88
Figura 26. Titular de marrón a amarillo	88
Figura 27. Agregar 50 ml de alcohol a un matraz de 250 ml	89
Figura 28. Agregar 2ml de fenolftaleína	89
Figura 29. Calentar a 65°C por 5 min	90
Figura 30. Titular de amarillo a rosa	90

RESUMEN

En la actualidad, el Aceite de la semilla de Maracuyá, es de suma importancia en cuanto a su rendimiento y su calidad obtenida, por lo que se basa en una fuente de aminoácidos esenciales y en especial ácidos grasos como el omega-3 y 6. Uno de los principales objetivos de la producción de aceite de Maracuyá radica en la adecuada selección del método de extracción. El rendimiento de extracción y la calidad del aceite obtenido son de suma importancia para determinar la viabilidad de su producción comercial. Se evaluará el proceso de extracción de aceite de la semilla de Maracuyá (*Passiflora edulis* S.) de la variedad negra, obtenida en la ciudad de Chiclayo, el proceso de extracción se desarrollara en laboratorio de la Facultad de Agroindustria de la Universidad Nacional Santa- Chimbote. Para la extracción del aceite se trabajara con el método prensado en frío empleando un expeller y por solvente orgánico utilizando el equipo de Soxhlet; en la que se acondicionaron las variedades de Maracuya, originándose un total de 12 corridas experimentales.

Palabras clave: aceite, extracción por prensado, extracción por solventes orgánicos, omega 3, semilla de Maracuyá.

ABSTRACT

At present, the oil passion fruit seed is important in terms of performance and quality obtained, so it is based on essential amino acids, especially fatty acids such as omega-3 and 6. One of the main objectives of passion fruit oil production lies in the proper selection of the extraction method. The extraction yield and quality of the oil obtained are critical to determine the feasibility of commercial production. The process of extracting oil from the seeds of passion fruit (*Passiflora edulis S.*) black variety, obtained in the city of Chiclayo, the extraction process was developed in the laboratory of the Faculty of Agro National University evaluated the Sainte Chimbote. For oil extraction worked with cold pressed method using an organic solvent and expeller using Soxhlet equipment; in which Chia varieties were conditioned, resulting in a total of 12 experimental runs.

Keywords: passion fruit seed, extraction by organic solvents, oil press extraction, omega 3.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente nuestra alimentación la obtenemos en el entorno de una serie de productos naturales o transformados, que contienen sustancias químicas y nutrientes. Entre los macronutrientes que componen la dieta habitual se encuentran las grasas. Si bien tienen una connotación negativa en el saber popular, debido a su asociación con las enfermedades cardiovasculares y la obesidad, en los últimos años se ha incrementado el interés científico y público en el rol de ciertas grasas denominadas ácidos grasos poliinsaturados (Sahara,2007). Es así como las autoridades sanitarias recomiendan aumentar el consumo de ácido graso poliinsaturado omega-3, en especial los de cadena larga (EPA y DHA), cuya fuente principal es el pescado. Sin embargo, las sociedades occidentales modernas tienden a incluirlo muy poco en la dieta.

La tecnología moderna de alimentos hace posible hoy en día que una gran cantidad de alimentos pueda ser enriquecida con ácidos grasos omega 3 y, de hecho, existe en todo el mundo una gran variedad de productos alimenticios enriquecidos. Si consideramos que la producción de alimentos enriquecidos con ácidos grasos omega-3 es técnicamente buena, es por ello que en las materias primas ricas en omega tres de origen vegetal como la semilla de Maracuyá (*Passiflora edulis S.*) es la segunda opción disponible que puede ser eficaz en la reducción de factores de riesgo de enfermedades, sustituyendo a los suplementos alimenticios sin originar cambios en los hábitos alimentarios del consumidor.

Es por ello que en este trabajo experimental, se logró realizar la caracterización del aceite de semilla de Maracuyá (*Passiflora edulis S.*), extraído por solvente orgánico y prensado en frío. Determinando el rendimiento de aceite en función al método de extracción y según la variedad y también se comprobó el efecto en el contenido de omegas por análisis cromatográfico.

1.1. Realidad Problemática

La producción nacional de maracuyá ha mostrado durante los últimos 6 años una tendencia, en general, de comportamiento regular. Así, en el año 2005 la producción alcanzó las 17,455 T lo que represento un crecimiento del 2.65 % con respecto al 2004. La tasa promedio de crecimiento para el periodo analizado fue de 3.034 % anual. Asimismo la producción nacional de maracuyá en el año 2005 se centró en los meses de Febrero-Junio produciéndose en este periodo 9,650 TM lo que representó el 55.28 % del total producido durante todo el año. (*Ampex, 2006*)

La participación de la región Lambayeque en la siembra de maracuyá es en los distritos de Motupe y Olmos. Las empresas líderes fueron Quicornac S.A.C. Frutos Tongorrape Sociedad Anónima Cerrada y Agroindustrias AIB. En la empresa Agroindustrias AIB procesan 10 toneladas cada 8 horas de jugo concentrado de maracuyá se rescata 52 % de cascara 12 % por ciento de semilla y 36 % de jugo concentrado. (Falla, 2015)

En la actualidad, se ha registrado un incremento en la búsqueda de fuentes vegetales subutilizadas, a partir de las cuales puedan obtenerse aceites con una elevada proporción de ácidos grasos de alto valor nutricional. En este sentido, las semillas de Maracuyá son una fuente interesante ya que su aceite presenta un elevado tenor de ácidos grasos esenciales, es posible a largo plazo cuya incorporación en la dieta permitiría disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares, así como de otras enfermedades (radicales libres, mejorar la digestión, ayuda a prevenir el cáncer, procesos inflamatorios, colabora para fortalecer los huesos del cuerpo, depresión).

Existen diferentes métodos de extracción de aceites, donde el tratamiento primario más utilizado es el prensado, aunque éste no es muy eficiente lográndose un porcentaje de aceite muy bajo, debido a que gran parte del aceite queda impregnado en la tela y en la torta que sale como residuo. Aunque no sea un método práctico de extracción para todos los aceites vegetales del mercado, es el recomendado como método de extracción preferido, ya que ayuda al aceite a mantener su estado original en cuanto a constituyentes e intensidad. En especial, preserva los ácidos grasos esenciales de cadena larga del calor excesivo. (Colom, 1955)

La utilización de solventes, como hexano y éter de petróleo, los cuales entran en contacto con la muestra y por polaridad arrastran la porción lipídica, afronta inconvenientes como el consumo de tiempo

del proceso y la eficiencia de la extracción debido a la complejidad química. La mezcla aceite-solvente o micela se somete luego a una destilación continua para recuperar el solvente (*Hebbel y Schmidt, 1966*)

1.2. Formulación del problema:

¿Qué método de extracción por prensado o extracción por solvente (éter de petróleo) permite obtener el máximo rendimiento y calidad de aceite?

1.3. Delimitación de la Investigación:

El trabajo cumple con la finalidad de obtener los resultados a desarrollar en el laboratorio de la Facultad de Agroindustria de la Universidad Nacional Santa- Chimbote.

1.4. Justificación e importancia

La creciente tendencia de comprar alimentos sanos y más nutritivos obliga a medianos y grandes empresarios a ofrecer productos que mejoren la salud humana. Por tal razón se pretende realizar dicha investigación en un producto que en los últimos años ha mostrado un incremento en la cosecha de la semilla de Maracuyá (*Passiflora edulis* S.) Ya que según: (Vanessa y Ixtaina, 2010)“Las semillas de Maracuyá poseen carotenoides, vitamina C (o ácido ascórbico) y agua(86,20%), hidratos de carbono, potasio, vitamina B9, magnesio, hierro, fibra, vitamina B2, vitamina B3, vitamina A, cinc, fósforo, calorías, proteínas, calcio, vitamina E, vitamina B, sodio, ácidos grasos poliinsaturados, grasa, ácidos grasos mono insaturados, ácidos grasos saturados y selenio.

En el Perú la producción de maracuyá se caracteriza por ser una actividad que ha generado ingreso a la Economía Nacional. En estos años los precios han ido sufriendo variaciones con tendencia al alza, todavía existen las especulaciones de los precios y esto es algo que preocupa a los productores. Por otro lado el Fruto que resulta de la planta de maracuyá es una buena opción para producir, puesto que sus derivados han permitido que nuevos productos que cumplan con parámetros de calidad y permita satisfacer las necesidades del consumidor.

Se espera que a futuro más zonas y regiones en el Perú se unan a la Producción de maracuyá con el apoyo del Estado y otras Instituciones y que de esta manera se pueda crear una Asociación Productora de Maracuyá y que a su vez este se exporte al Mundo entero que mejor que con un "Producto Bandera"

Por lo que se puede lograr obtener muchos derivados a partir de esta semilla como puede ser el aceite, pero pese a los estudios existentes resulta que se deben hacer investigaciones de los métodos de extracción más apropiados que permiten un mayor rendimiento.

Se busca aplicar una reingeniería en la extracción de aceite vegetal y reconocer la semilla de Maracuyá, fomenta mejores rendimientos y cumple la expectativa requerida por la demanda exportable actual en crecimiento. La producción de aceite de Maracuyá radica en la adecuada selección del método de extracción. El rendimiento de extracción y la calidad del aceite obtenido son de suma importancia para determinar la viabilidad de su producción comercial.

Por lo tanto el presente trabajo pretende investigar la utilización de la semilla de Maracuyá como materia prima para la obtención de un aceite; dando a conocer el proceso de extracción y caracterización del aceite obtenido de la semilla de *Pasiflora edulis*. S (Maracuyá); así como del porcentaje de proteínas contenido en ésta al final de la extracción. Existen diversos métodos de extracción que se pueden aplicar a las especies vegetales según sea su condición, en este caso se utilizará la extracción con solvente utilizando Éter de petróleo el cual es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en este. Posteriormente se procederá a la refinación química y física del aceite utilizando los procesos de solvente orgánico, neutralización y prensado en frío. Finalmente se le realizarán pruebas fisicoquímicas con las cuales se caracterizará. Una vez obtenido el aceite se determinará el porcentaje de proteínas contenido en la semilla por el método de Kjeldahl.

1.5.Limitación de la Investigación

En la actual ciudad de Chiclayo departamento de Lambayeque no contamos con los equipos requeridos para la obtención de aceite de semilla de Maracuyá (*Pasiflora edulis*. S), es por ese motivo que recurrimos a la universidad nacional de Chimbote (Santa Mónica).

1.6.Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Caracterizar el aceite de semilla de Maracuyá (*Pasiflora edulis. S*), extraído con solvente orgánico y prensado en frío.

1.6.2. Objetivo específicos

Determinar las características físico-químico del contenido de proteínas, cenizas, hidratos de carbono, humedad de la semilla de Maracuyá.

Determinar el rendimiento de aceite de la semilla de Maracuyá (*Pasiflora edulis S.*), en función al método de extracción; por solvente orgánico y prensado en frío.

Determinar el rendimiento de aceite de la semilla de Maracuyá (*Pasiflora edulis S.*) según el tipo de materia prima a emplear (fresca o desecho de la industria procesadora de Maracuyá.

Determinar la calidad (contenido de omegas) del aceite de la semilla de Maracuyá (*Pasiflora edulis S.*), en función al método de extracción; por solvente orgánica y prensada en frío, y según la variedad, utilizando un análisis cromatografico.

Determinar las características físico-químico (índice de peróxido, solubilidad, densidad), del aceite de la semilla de Maracuyá (*Pasiflora edulis S.*)

1.7.Marco teórico

1.7.1. Antecedentes de la investigación:

Revista Científica: Grasas y Aceites International Journal of Fast and Oils

Título: Prensado en frío de semillas de lino (*Linum usitatissimum L.*) con enzimas asistida: Mejora en el rendimiento, la calidad y los compuestos fenólicos del aceite.

Autor: F. Anwar, Z. Zreen, B. Sultana, A. Jamil

Fuente: Grasas y Aceites, Vol. 64, No 5 (2013)

doi:10.3989/gya.132212

Resumen:

Se evalúa el efecto de diferentes preparaciones enzimáticas (Viscozyme L, Kemzyme y Feedzyme) sobre el rendimiento y propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de aceites de lino prensados en frío. El rendimiento en aceite (35,2-38,0%) de las semillas de lino prensadas en frío (ETCPF), y tratadas con enzimas, aunque menor que el rendimiento mediante Soxhlet (SEO), fue considerablemente mayor en comparación con el control (32,5%), mientras que el contenido de proteína, fibra, y cenizas no se vieron afectados por el tratamiento enzimático.

Revista Científica: Grasas y Aceites International Journal of Fast and Oils

Título: Caracterización de aceites de semillas de diferentes variedades de sandía [Citrulluslanatus (Thunb.)] procedentes del Pakistán

Autor: S. Raziq, F. Anwar, Z. Mahmood, S. A. Shahid, R. Nadeem

Fuente: Grasas y Aceites, Vol. 63, No 4 (2012)

doi:10.3989/gya.022212

Resumen

Se presentan las características físico-químicas de aceites de diferentes variedades de semillas de sandías (Citrulluslanatus) cultivadas en Pakistán: SugarBaby, QF-12, DWH-21 y Círculo rojo-1885. El aceite y el contenido de proteína cruda de las semillas de sandía están dentro de los rangos: 28,25-35,65% y 20,50-35,00%, respectivamente y varían significativamente ($p < 0,05$) entre las variedades ensayadas. Los niveles de humedad, fibra cruda y cenizas en las semillas se encontró entre 2.16-3.24%, 1.95-3.42% y 4.29-6.60%, respectivamente. Las características físico-químicas estudiadas de los aceites extraídos fueron: contenido de ácidos grasos libres (1.17-2.10% de ácido oleico), índice de yodo (97,10-116,32 g de I₂ 100 g⁻¹ de aceite), índice de saponificación (190,20-205,57 mg de KOH g⁻¹ de aceite), insaponificable (0,54-0.82%) y color (1.12-4.30 de I + 12.20- 33.40 y).

Tesis doctoral: “Obtención, refinación y caracterización del aceite de la semilla de *passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá)”.

Autores: Roxana Lizeth Cruz Claudia, Lissette Meléndez Zepeda
Fuente: Universidad de el Salvador facultad de Química y Farmacia
Año: febrero de 2010 san salvador. El salvador. Centro América

Resumen

Por lo tanto el presente trabajo pretende investigar la utilización de la semilla de Maracuyá como materia prima para la obtención de un aceite; dando a conocer el proceso de extracción, refinación y caracterización del aceite obtenido de la semilla de *Pasiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá); así como del porcentaje de proteínas contenido en ésta al final de la extracción. Existen diversos métodos de extracción que se pueden aplicar a las especies vegetales según sea su condición, en este caso se utilizará la extracción con solvente utilizando n-Hexano el cual es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en este. Posteriormente se procederá a la refinación química y física del aceite utilizando los procesos de desgomado, neutralización, deodorización y winterización. Finalmente se le realizarán pruebas fisicoquímicas con las cuales se caracterizará. Una vez obtenido el aceite se determinará el porcentaje de proteínas contenido en la semilla por el método de Kjeldahl.

Tesis doctoral: Diseño de un complejo enzimático adaptado a la licuefacción de frutas tropicales. Aplicación a la pulpa de maracuyá

Autor: Flórez Pardo Luz Marina (2012)

Fuente: Universidad: politecnica de valencia. Centro de lectura: ingenieros agrónomos. Centro de realización: departamento de tecnología de alimentos.

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue encontrar la o las enzimas comerciales que pudieran licuefactar al máximo los polisacáridos presentes en la pulpa aislada del maracuyá, con el fin de implementar este trabajo en el proceso de obtención de jugo clarificado y concentrado por membranas y mejorar así el rendimiento del mismo. Como punto de partida se realizó una caracterización de la pulpa de maracuyá. Debido a que se observó una alta cantidad del almidón, cuya presencia es poco usual en frutas maduras, se buscó un método para extraerlo, purificarlo y caracterizarlo desde un punto de vista físico, químico y nutricional. Así, el almidón extraído, resultó ser de gran pureza (88,4%, b.h). En la

MIA se encontró pectina soluble e insoluble (43,7%), que mostró un alto grado de ramificación, celulosa (22,9%) y hemicelulosa (17,3%).

Prensado en frío

Forma de extracción, utilizada generalmente en el prensado mecánico, donde no se aplica un calor adicional al producto crudo. Aunque no sea un método práctico de extracción para todos los aceites vegetales del mercado, es el recomendado como método de extracción preferido, ya que ayuda al aceite a mantener su estado original en cuanto a constituyentes e intensidad. En especial, preserva los ácidos grasos esenciales de cadena larga del calor excesivo. Cuando en una materia oleaginosa, el contenido graso no excede de un 10 a 12%, no se puede efectuar la extracción del mismo por medio de prensas ni de otros elementos mecánicos, porque la exigua cantidad que se obtendría, si no es una grasa de mucho valor, no compensa el costo de la extracción; y cuando en una materia oleaginosa aquella proporción es solamente un 6 a 7%, su extracción por dichos medios es nula, sea cualquiera la intensidad de presión que se ejerza sobre dicha materia (*Colom, 1955*)

Extracción por solventes

Es un método de extracción opuesto al mecánico. La materia prima se mezcla con el solvente (por ejemplo, Hexano cuyo rango de ebullición es de 63-73°C) en forma continua y en contracorriente dentro de extractores. Este contacto puede ser por aspersión o rociamiento, en que un lecho de hojuela sobre una malla sin fin recibe en su recorrido una lluvia de solvente, o por inmersión, en que el material se sumerge en un baño de solvente donde se mantiene bajo agitación lenta. La mezcla aceite-solvente o micela se somete luego a una destilación continua para recuperar el solvente (*Hebbel y Schmidt, 1966*)

Si se desea hacer la extracción a bajas temperaturas, se puede aplicar vacío en el extractor y/o usar solventes con menor punto de ebullición. Con relación a esto, se pueden citar algunos autores que han realizado investigaciones en aceites crudos obtenidos de semillas empleando extracción en frío con solventes. Por ejemplo, (Oomah, 2000) se cita “Realizaron una caracterización de aceite de semilla de frambuesa (*Rubusidaeus L.*), desecaron las semillas desde un 41,5% a un 13,6% de humedad, a 25°C por 2 horas en un secador de lecho fluidizado con aire seco. Luego, las semillas fueron trituradas hasta

1 mm de diámetro de partícula. El aceite de la muestra de semillas trituradas (100 g) fue extraído usando hexano (1lt), en agitación por 2 horas a 4°C. El solvente fue removido por filtración al vacío y luego se realizó nuevamente la extracción del mismo modo dos veces más. Después de la última filtración, los extractos fueron reunidos, el hexano fue removido con un equipo rotatorio de evaporación al vacío a 35°C, la muestra fue purgada con nitrógeno y finalmente almacenada a -20°C hasta su posterior análisis. Estos autores se basaron en lo descrito por Pourrat y Carnat, quienes estabilizaron el contenido de humedad de la semilla de frambuesa entre un 5 - 6%, secándola a 50°C por 4 - 5 horas, para luego extraer el aceite con cloroformo.

Tesis: Extracción y Caracterización de Aceite de Nuez (*Juglans regia* L.): influencia del cultivar y de factores tecnológicos sobre su composición y estabilidad oxidativa

Autor: Marcela Lilian Martínez (2010). Córdoba.

Fuente: www.efn.unc.edu.ar

Resumen:

Uno de los principales objetivos para la producción del aceite de nuez radica en encontrar el método de extracción adecuado. Los rendimientos de extracción y la calidad del aceite obtenido son de suma importancia para determinar la viabilidad de su producción comercial.

La extracción por solvente, principalmente hexano, es uno de los métodos más tradicionales para la obtención de aceites de semillas oleaginosas. El principio de extracción por solvente es simple y se basa en el hecho de que un componente (solute) se distribuye entre dos fases según la relación de equilibrio determinada por la naturaleza del componente y las dos fases. Para facilitar el proceso de extracción es necesario reducir el tamaño de la semilla o grano mediante el quebrado e inclusive el laminado. La aplicación de un tratamiento térmico antes o durante la extracción produce la rotura de la emulsión celular, reduce la viscosidad del aceite, facilitando su fluidez y desplazamiento y disminuye la tensión superficial del aceite, pero puede afectar negativamente la calidad química del mismo, incrementando los parámetros de oxidación. (Patricelli 1979) realizaron experiencias con girasol parcialmente descascarado en un sistema "batch", estudiando la influencia de la granulometría, el contenido de humedad, la temperatura de extracción y la relación sólido-solvente. Estos autores determinaron que la etapa limitante es la difusiva y que la extracción aumenta cuando disminuye el tamaño de partícula y se incrementa la temperatura de

Extracción. En los últimos años, la extracción de aceites con solventes bajo condiciones supercríticas se ha propuesto como un método alternativo para reemplazar los métodos convencionales (prensado, extracción con solvente). Este método asegura la ausencia de trazas de solvente en el aceite extraído y puede preservar de manera más eficiente las cualidades químicas y organolépticas del mismo.

Dentro de los solventes utilizados en este método extractivo se pueden mencionar al etileno, dióxido de carbono, etanol, propano, n-hexano, acetona, metanol, etanol, acetato de etilo, agua, entre otros. El dióxido de carbono es el fluido supercrítico comúnmente utilizado para la extracción de productos alimenticios, ya que presenta una serie de ventajas: es de bajo costo, se comercializa en un grado de alta pureza, no contamina al ambiente, no es tóxico ni inflamable, es fácilmente removible del producto de interés (a través de una simple despresurización una vez finalizada la extracción) y resulta ideal para extraer compuestos termo-sensibles (su temperatura y presión crítica son 31.1 °C y 73.8 bar, respectivamente)

1.7.2. Estado del Arte

Actualmente existen trabajos de investigación sobre diferentes métodos de caracterización de aceites puros para ser aplicados en diferentes métodos (método por solvente orgánico o por prensado en frío), algunos de los cuales se muestran a continuación. Hay mucha investigación sobre la extracción de aceites tanto en frutos como en hortalizas. Por este motivo el presente trabajo trata de aportar sobre la calidad de aceite puro que se tendría al extraer estos compuestos basado en la semilla de maracuyá.

A continuación se describen algunos trabajos sobre la extracción de aceites a partir de las semillas de frutas y hortalizas.

Las semillas de maracuyá son ricas en fibra dietética insoluble. Chau, Huang y Chang (2005) han sugerido que la fibra de las semillas de fruta de la pasión puede ofrecer un ingrediente funcional efectivo para promover la función intestinal y la salud.

Tesis doctoral: Extracción y Caracterización Físicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Maraño (Anacardium occidentale L)

Autora: Jennifer J. Lafont, Manuel S. Páez y Alfonso A. Portacio

Fuente: Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Química, Departamento de Física, Carrera 6 No 76-103. Km 3, vía Cereté. Córdoba-Colombia. Recibido Feb. 26, 2010; Aceptado Abr. 13, 2010; Versión Final recibida May. 04, 2010

Resumen:

Realizo del trabajo que se presenta en este artículo es la evaluación de diferentes métodos de extracción de aceite de semillas de almendras (*Anacardium occidentale* L) y caracterización de sus propiedades físico-químicas. El procedimiento consiste en someter la muestra a procesos de extracción mecánica o prensado y a extracción con solventes aplicando dos métodos: inmersión e inmersión-percolación. El método más eficiente fue el de inmersión-percolación usando n-hexano como solvente. El rendimiento obtenido es del $(97.78 \pm 1.32)\%$. El análisis de ácidos grasos por HPLC reveló un alto contenido de ácido oleico (61.36%). De estos resultados se recomienda la extracción con solventes para la industria de jabones, cosméticos y la extracción con prensado para la industria alimenticia

Tesis doctoral: Extracción y Caracterización Físicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Marañón (*Anacardium occidentale* L)

Autora: Jennifer J. Lafont, Manuel S.Páez y Alfonso A. Portacio

Fuente: Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Química, Departamento de Física, Carrera 6 No 76-103. Km 3, vía Cereté. Córdoba-Colombia. Recibido Feb. 26, 2010; Aceptado Abr. 13, 2010; Versión Final recibida May. 04, 2010

Resumen:

El objetivo principal del trabajo que se presenta en este artículo es la evaluación de diferentes métodos de extracción de aceite de semillas de almendras (*Anacardium occidentale* L) y caracterización de sus propiedades físico-químicas. El procedimiento consiste en someter la muestra a procesos de extracción mecánica o prensado y a extracción con solventes aplicando dos métodos: inmersión e inmersión-percolación. El método más eficiente fue el de inmersión-percolación usando n-hexano como solvente. El rendimiento obtenido es del $(97.78 \pm 1.32)\%$. El análisis de ácidos grasos por HPLC reveló un alto contenido de ácido oleico (61.36%). De estos resultados se recomienda la extracción con solventes para la industria de jabones, cosméticos y la extracción con prensado para la industria alimenticia

Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas

En este estudio se midió el rendimiento de aceite y la composición de ácidos grasos presentes en semillas de las frutas andinas tropicales: lulo de la variedad castilla (*Solanum quitoense*), mora de la variedad castilla (*Rubus glaucus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). La extracción se hizo con solventes en un extractor Soxhlet utilizando éter etílico al 99.8% de pureza y punto de ebullición 40 - 60 °C. Para identificar los ácidos grasos se empleó cromatografía de gases con detector FID (GC-FID). Los rendimientos en aceite fueron de 8.5% para lulo, 12.2% para mora y 21.2% para maracuyá. Los ácidos grasos encontrados en semillas de lulo fueron palmítico (15.6%) y linoléico (58.1%); en semillas de mora linoléico (50.1%) y linolénico (25.1%) y en las de maracuyá palmítico (15.44%), oleico (15.47%) y linoléico (63.1%). El contenido graso de las semillas evaluadas evidenció su potencial como materia prima oleaginosa y por sus contenidos de ácidos grasos se pueden considerar una fuente importante de componentes para las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. (Felipe, Osorio y Hurtado, 2011)

Tesis Doctoral: Caracterización y Funcionalidad de Subproductos de Chía (*salvia hispanica* L.) aplicación en tecnología de alimentos

Autora: Marianela Ivana Capitani (2013)

Fuente: Universidad Nacional de la Plata Facultad de Ciencias Exactas Departamento de Química

Resumen:

En el Capítulo I, se presenta una introducción sobre las características de la semilla de chía (*Salvia hispánica* L.) y sus componentes.

Asimismo, se realiza una breve reseña histórica de este cultivo y sus usos actuales. Por otra parte, se describen las propiedades funcionales de la fibra dietética y de las diferentes fuentes de hidrocoloides, con un enfoque especial en la funcionalidad de estos componentes en la estabilización de emulsiones O/W. El Capítulo II, se refiere a la obtención y caracterización -físicoquímica y funcional- de las harinas residuales del proceso de extracción de aceite de semillas de chía (prensado en frío y extracción sólido-líquido), así como de las fracciones ricas en fibra y en proteínas obtenidas mediante la

tamización de dichas harinas. Por otra parte, se caracteriza la harina residual del proceso de extracción sólido-líquido, obtenida a partir de semillas con previa separación del mucílago.

En el Capítulo III, se presenta la obtención del mucílago de chía mediante dos metodologías diferentes (Métodos I y II) así como su caracterización fisicoquímica y funcional. Además, se exhiben las imágenes microscópicas (SEM) de las semillas con y sin mucílago, del proceso de exudación del mucílago, del mucílago liofilizado y de diferentes dispersiones del mismo en agua. Por otra parte, se analiza el efecto de diferentes variables (concentración de mucílago, temperatura, pH, fuerza iónica y presencia de sacarosa) sobre las propiedades reológicas del mucílago de chía (índices de consistencia y de comportamiento de flujo, tixotropía y $\tan \delta$). Asimismo, se evalúa el efecto del agregado de una sal monovalente (NaCl) o divalente (CaCl₂) y del método de obtención del mucílago de chía (Métodos I y II) sobre las propiedades reológicas del mismo. En el Capítulo IV se estudia el efecto de la incorporación de diferentes niveles de mucílago de chía sobre la estabilidad de emulsiones O/W en función del tiempo de almacenamiento refrigerado ($4 \pm 1^\circ\text{C}$). Para ello, se realizó la caracterización óptica de las emulsiones, la determinación de la distribución y el tamaño de partículas y el comportamiento de flujo. Finalmente, se exponen las Conclusiones generales obtenidas a partir de este trabajo de Tesis y en base a ellas, las Perspectivas futuras.

Tesis doctoral: Diseño del Proceso: Pre tratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna.

Autora: Florencia Verónica Grasso

Fuente: Departamento de Ingeniería Química Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de La Plata (2013)

Resumen:

El presente trabajo consistió en la exploración y el estudio de un tratamiento enzimático llevado a cabo sobre semillas de soja, previo a la extracción del aceite, con el fin de mejorar el rendimiento en aceite durante la extracción con hexano. Se emplearon sólidos de soja con distinto grado de preparación. Se seleccionaron las condiciones óptimas de pH, tiempo y temperatura de incubación y combinación de actividades enzimáticas, para maximizar el rendimiento de la extracción en términos de cantidad de aceite. Se evaluó la influencia del tratamiento enzimático sobre el transporte difusivo que ocurre durante la extracción del aceite determinando experimentalmente coeficientes de difusión para

cada sólido. Por último, se caracterizó la extracción en una sección de lecho fijo constituido por las semillas tratadas y se estableció un modelo matemático para describir el comportamiento del sistema en estudio durante la extracción con solvente.

El pre tratamiento enzimático para alcanzar el máximo rendimiento de aceite se obtuvo por incubación con una mezcla enzimática con actividades enzimáticas celulasa, proteasa neutra, α -amilasa, pectinasa, hemicelulasa y glucoamilasa. La calidad del aceite obtenido fue similar a la obtenida para un aceite de soja crudo, sin refinar. La optimización de variables determinó incubación a pH 5,4 y 38 °C durante 9,7 h para laminado de soja y a pH 5,8 y 43,5 °C durante 5,8 h para expandido de soja. Se obtuvieron rendimientos de aceite mayores: 27,59 % y 26,64 % para laminado y expandido hidrolizados, respectivamente. Se estimaron coeficientes de difusión efectiva para cada sólido en el orden de 10⁻¹¹ a 10⁻¹⁰. El modelo de la 2da ley de Fick fue válido para todas las temperaturas de extracción ensayadas. Se obtuvieron energías de activación más bajas para los sólidos con más pretratamientos. El modelo matemático propuesto de balance macroscópico resultó apropiado. La máxima velocidad de extracción se obtuvo cuando el lecho estaba constituido por expandido pretratado enzimáticamente. Para obtener bajos contenidos residuales de aceite en el material de partida deben emplearse sólidos con coeficientes de difusión elevados, caudales de alimentación de solvente bajos, altas áreas específicas y solventes de extracción con altos coeficientes de transferencia de masa en el líquido.

1.7.3. Bases Teóricas Científicas

1.7.3.1. Maracuyá

El maracuyá es una fruta tropical de una planta que crece en forma de enredadera y que pertenece a la familia de las Passifloras, de las que se conocen más de 400 variedades, esta planta es original de Brasil pero en nuestro país se han cultivado ambas formas de maracuyá (la purpura o morada *P. edulissims* y la amarilla *P. edulis* F flavicarpadegener), aunque la más extendida ha sido la amarilla.

Los principales países Brasil, Ecuador, Colombia y Perú fueron 4 los principales países productores de maracuyá fresca. La producción mundial en ese año alcanzó las 644,000 TM ocupando Brasil el primer lugar con un volumen de 450,800 TM equivalente al 70% de la producción mundial. (*Ampex, 2006*)

1.7.3.2. Características.

Etimología

El nombre de maracuyá proviene del idioma portugués “MARACUJA” que significa comida preparada en totuma.

Variedades:

Amarilla (*P.edulis F.flavicarpa*) generalmente crece en las zonas tropicales; es más rustica y vigorosa que el maracuyá purpura y produce cosechas más regulares. El maracuyá amarillo es superior en cuanto a resistencia a nematodos y otros parásitos que el maracuyá purpura. Su cultivo predomina en Sudamérica, Hawái y Australia.

Purpura (*P.edulis F.edulis*) Se desarrolla mejor en zonas templadas está adaptada a las alturas, su cultivo predomina en África y la india.

Composición química:

En la tabla 2.1 y 2.2 muestra la composición química del maracuyá y el contenido en ácidos grasos en la semilla de maracuyá.

Tabla 2.1*Composición química del maracuyá (Passiflora Edulis)*

Componente	Cantidad
Valor energético	78 calorías
Humedad	85%
Proteínas	0.8%
Grasas	0.6%
Carbohidratos	2.4%
Fibra	0.2 gramos
Cenizas	trazas g
Calcio	5.0 mg
Fosforo	18.0 mg
Hierro	0.3 mg
Vitamina A activada	684 mcgr
Tiamina	trazas mg
Riboflavina	0.1 mg
Niacina	2.24 mg
Ácido ascórbico	20 mg

Fuente: www.lasallista.edu.com

1.7.3.3. Propiedades Nutricionales

El maracuyá ayuda a proveer vitaminas esenciales que el cuerpo necesita como las vitaminas A, B2 y C. Es una fuente de proteínas, minerales y carbohidratos. Contenido vitamínico y mineral de 100 gramos de jugo de maracuyá

1.7.3.4. Vitamina C

El ácido ascórbico (vitamina C) es una vitamina hidrosoluble que tiene importantes propiedades antioxidantes para el cuerpo humano. Esta sustancia imprescindible estimula la actividad metabólica en general y tiene un papel esencial en la formación del colágeno, los huesos y los dientes, así como del endotelio capilar. (*Belitz, 1982*)

El ácido L-ascórbico forma cristales incoloros y es altamente polar, y por lo tanto soluble en agua, ligeramente soluble en acetona, metanol y etanol e insoluble en éter, el benceno, el cloroformo y los lípidos. El ácido L-ascórbico contiene un grupo dienol que no sólo contribuye a la reducción de la acción, sino también de dar a la molécula un comportamiento ácido (*Gregory y Pelletier, 1985-1996*)

El contenido de vitamina C de un producto está influenciada por una variedad de factores como el grado de madurez, las prácticas culturales, las condiciones de cultivo y manejo pre y post-cosecha y almacenamiento. (*Belitz, 1982*)

La vitamina C puede ser fácilmente oxidada, de acuerdo con condiciones existentes, siendo factores de mayor influencia la presión parcial de oxígeno, pH, temperatura, y los iones de metal pesados, especialmente cobre y hierro, los cuales producen grandes pérdidas de vitamina C (*Belitz, 1982*). *Gregory (1996)* añade la concentración de sal y azúcar, y la presencia de enzimas tales como los factores que afectan el deterioro de la vitamina C.

1.7.3.5. Propiedades antioxidantes de la Vitamina C

Tiene una potente acción antioxidante, participa en la hidroxilación de la prolina para formar hidroxiprolina en la síntesis de colágeno, sustancia de la cual depende la integridad

de la estructura celular de todos los tejidos fibrosos (conjuntivo, cartílago, matriz ósea, dentina, piel y tendones).

Participa en la cicatrización de las heridas y hemorragias. Posee dos electrones libres que pueden ser captados por los radicales libres de oxígeno los cuales carecen de un electrón en su estructura molecular por esta razón son elementos sumamente nocivos. La falta de vitamina C origina una enfermedad conocida como escorbuto caracterizada por gingivorragia, gingivitis, aflojamiento de los dientes, resequedad de boca y de ojos, piel seca y alopecia entre otros síntomas que pueden conducir a la muerte.

Por la deficiencia de colágeno, las heridas no cicatrizan y las heridas de cicatrices previas se rompen, pudiendo dar lugar a infecciones secundarias. Son comunes las alteraciones neuróticas que consisten en histeria y depresión, seguida de disminución de la actividad psicomotora. (Lee y Jackson, 1991)

1.7.3.6.Mecanismo de degradación de vitamina C:

Esta vitamina es muy sensible a diversas formas de degradación. Entre los numerosos factores que pueden influir en los mecanismos degradativos se pueden citar la temperatura, la concentración de sal y azúcar, el pH, el oxígeno, las enzimas, los catalizadores metálicos, la concentración inicial de ácido y la relación ácido ascórbico – ácido de hidroascórbico (su forma oxidada).

Es muy variada y bien conocida la actividad biológica de la vitamina C en el ser humano, y como la mayoría de los nutrientes, debería ser preservada poniendo especial importancia en las operaciones y procesos involucrados en los distintos métodos de conservación. Por ello, la mejor manera de tratar de conservarla en los alimentos procesados es estableciendo las condiciones óptimas en cada uno de los pasos que integran el proceso.

En el caso de los procesos de deshidratación sobre frutos que no han sido químicamente modificados previamente, la velocidad de degradación del nutriente está asociada a la velocidad de eliminación de agua. Esta, a su vez, está relacionada con las variables de operación que se puedan controlar y que afecten la velocidad de secado. (Vizcarra, 2002)

1.7.3.7.Estructura y composición

Mientras que los ácidos grasos con un peso molecular menor que el del mirístico no se consideran como constituyentes de los aceites de semillas más comunes, se debe notar que en muchos aceites, dichos ácidos se pueden encontrar como trazas no identificadas. WIKOFF, KAPLAN Y BERMAN han denunciado la presencia de muy pequeñas cantidades de ácido laurico y caprilico en el aceite de cacahuete.

El ácido palmítico que es el más ampliamente distribuido de los ácidos grasos saturados, se encuentran prácticamente en todas las grasas vegetales y animales en cantidad de por lo menos un 6-8% y es el principal constituyente de la manteca de cerdo, sebo, aceite de palma, manteca de cacao y otras mantecas vegetales. (*Alton E y Bailey, 1984*)

1.7.3.8.Aceites y grasas industriales

Que este ácido se encuentre en las grasas de los animales marinos; sin embargo, TSUCHIYA ha establecido que un ácido octadecatrienoico que se encuentra en el aceite de sardinas tienen sus enlaces dobles en las posiciones 6-7, 10-11, y 14-15 ó 6-7, 10-11, y 13-14, ó 6-7, 9-10, y 13-14 el único ácido octadecatrienoico natural no conjugado conocido distinto del ácido linolénico es el que tiene sus enlaces dobles en las posiciones 6-7, 9-10 y 12-13 y se encuentran en las semillas de una sola planta, la *oenotharabiennis*. (Alton y Bailey, 1984)

1.7.3.9.Importancia de las grasas y aceites

Las grasas y los aceites alimentarios constituyen una fuente muy importante para la alimentación de los seres humanos y su demanda se ha incrementado en función del tiempo lo cual no es un hecho menor, ya que el crecimiento de la población mundial trae aparejado este tipo de necesidades y depara un desafío permanente (Autino, 2009).

La importancia de los aceites vegetales comestibles radica en su alto valor energético, el cual permite el máximo almacenamiento en la menor cantidad posible de sustancia alimenticia. Además, las grasas pueden ser vehículo de las vitaminas liposolubles y fuente de ácidos

grasos esenciales, los cuales son indispensables para el organismo. Además, son excelentes portadores de sabor incidiendo en la palatabilidad de los alimentos.

Las grasas también proporcionan una consistencia suave y cremosa, la cual se traduce en una agradable sensación bucal. El mejoramiento del sabor es el motivo principal por el cual las grasas y los aceites han sido apreciados durante largo tiempo. Sin embargo, sólo desde el comienzo del siglo XX ha sido posible proveer a la población de cantidades de grasas suficientes a precios razonables.

La importancia de las grasas y aceites en la economía global puede observarse claramente al considerar la cantidad de semillas y frutos oleaginosos producidos a nivel mundial.

1.7.3.10. Composición y estructura de las grasas y aceites y sus derivados

A fin de comprender las reacciones que involucran a las grasas y aceites y las tecnologías aplicadas, así como para poder influir sobre sus características y comportamiento durante el procesamiento, es importante conocer las propiedades desde los mismos. Los aceites y grasas más comunes están compuestos por un número pequeño de unidades constitutivas principales, motivo por el cual la mayoría de las diferentes características puede atribuirse a la presencia de componentes menores ya la inmensa cantidad de posibles combinaciones de estas unidades de construcción.

Las grasas son ésteres de ácidos grasos con el glicerol. Debido a la estructura simétrica de la molécula de glicerol, existen dos posiciones idénticas exteriores (1-, 3-) y una posición central (2-), en las cuales se esterifican los ácidos grasos. El tipo de ácido graso, así como su distribución en estas posiciones, determina las características del triacilglicerol. Así, no sólo es de gran importancia la composición acídica sino también la estructura de los triacilgliceroles la cual da origen a la respectiva composición triacilglicerídica.

La Tabla 2.2 muestra la distribución de 1941 - 1990 calculada a partir de la composición acídica media por especies. Como puede observarse, en dicho periodo la composición acídica de las principales oleaginosas ha presentado una escasa variación a través del tiempo. Sin embargo, puede destacarse que en las nuevas variedades de colza, el ácido erúico ha sido casi completamente reemplazado por el ácido oleico y que existe una tendencia hacia oleaginosas con un alto contenido de ácidos grasos esenciales tales como el ácido linoléico y α -linoléico.

En los últimos años, los avances en el conocimiento de la genética vegetal así como el desarrollo de la ingeniería genética han ampliado la posibilidad de modificar la composición de ácidos grasos de los aceites de manera más rápida y precisa que las técnicas de mejoramiento tradicionales.

En general, por una parte, se ha tendido a obtener aceites más estables, con mayor contenido de ácidos grasos mono-insaturados y menor proporción de ácidos grasos poli-insaturados, mientras que otros proyectos tienen como objetivo la obtención de cultivos oleaginosos con mayor contenido de ácidos grasos de la serie de los ω -6 y ω -3 (Bockisch, 1998)

Tabla 1. Distribución de los ácidos grasos presentes en las principales grasas y aceites vegetales durante el periodo 1941-1990

Ácido graso	Aporte (%)					
	1941	1950	1960	1970	1980	1990
C 12:0 Láurico	7	8	7	4	4	3
C 14:0 Mirístico	3	3	2	2	2	1
C 16:0 Palmítico	11	14	14	13	14	16
C 18:0 Esteárico	3	3	3	3	4	4
C 18:1 Oleico	34	30	29	30	31	31
C 18:2 Linoléico	29	24	32	36	38	37
C 18:3 Linolénico	6	6	5	6	5	5
C 22:1 Erúcico	3	8	5	2	0	0
Otros	4	4	3	4	2	3

Fuente: Boekenoogen (1941) y Bockisch (1998)

1.7.3.11. Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas

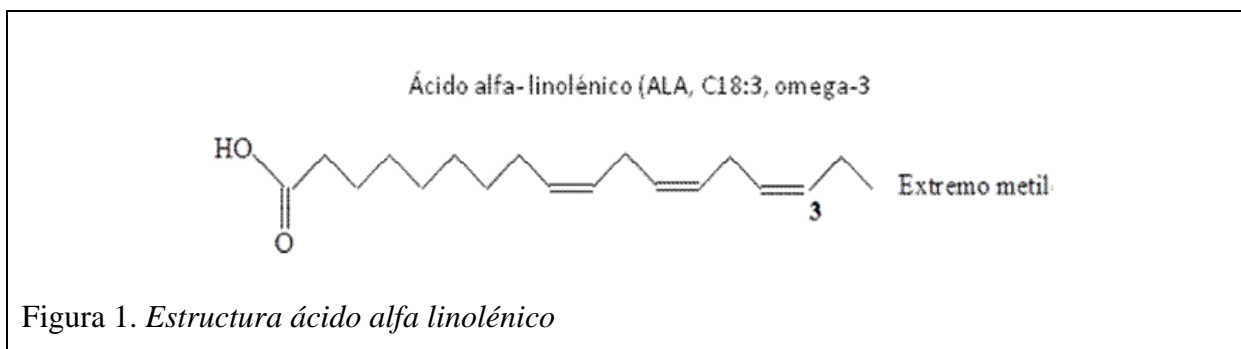
En este estudio se midió el rendimiento de aceite y la composición de ácidos grasos presentes en semillas de las frutas andinas tropicales: lulo de la variedad castilla (*Solanum quitoense*), mora de la variedad castilla (*Rubus glaucus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). La extracción

se hizo con solventes en un extractor Soxhlet utilizando éter etílico al 99.8% de pureza y punto de ebullición 40 - 60 °C. Para identificar los ácidos grasos se empleó cromatografía de gases con detector FID (GC-FID). Los rendimientos en aceite fueron de 8.5% para lulo, 12.2% para mora y 21.2% para maracuyá. Los ácidos grasos encontrados en semillas de lulo fueron palmítico (15.6%) y linoléico (58.1%); en semillas de mora linoléico (50.1%) y linolénico (25.1%) y en las de maracuyá palmítico (15.44%), oleico (15.47%) y linoléico (63.1%). El contenido graso de las semillas evaluadas evidenció su potencial como materia prima oleaginosa y por sus contenidos de ácidos grasos se pueden considerar una fuente importante de componentes para las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética (*Cerón, Oswaldo, & Hurtado, 2001*)

1.7.3.12. Ácidos grasos Omega-3

Los ácidos grasos omega-3 son aquellos que se derivan del ácido α -linolénico, donde este actúa en el cuerpo humano como un sustrato para la transformación del ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), mediante la acción de las enzimas de saturación y elongación (Alabdulkarim, Bakeet, & Arzoo, 2012). El ácido α -linolénico a pesar de ser el principal precursor del DHA y EPA desarrolla una mínima conversión, de allí la importancia del consumo de alimentos que se conviertan en una fuente directa de EPA y DHA.

Las fuentes de alimentos más ricas en Omega-3 son los aceites de pescado, en especial los de aguas frías, en estos animales se pueden encontrar en forma de EPA y DHA debido al consumo de los pescados del fitoplancton. Mientras que una de las mejores fuentes vegetales reportadas es el aceite de Maracuyá (21.2%), seguido por la mora (12.2%) por la colza, la soja, el germen de trigo, el lulo y las nueces (entre 7 y 13%).



Fuente. (Simopoulos, 2002-2008)

1.7.3.13. Ácidos grasos Omega-6

Los ácidos grasos Omega-6 derivan del ácido linoléico (LA) el cual por medio de enzimas desaturasas y elongasas va a ser precursor de ácido graso Gamma Linoléico (GLA) el cual se encuentra en algunos aceites vegetales y ácido araquidónico (AA) que es uno de los ácidos grasos más importantes asociados a los fosfolípidos de membrana, además puede ser oxidado a una variedad de compuestos eicosanoides importantes en la señalización célula-célula.

A diferencia de los ácidos grasos Omega-3, los Omega-6, por lo general va a ser generadores de prostaglandinas, Tromboxano y Leucotrienos (PGE1, PGE2, PGI2, TXA2, LTB4) estimulantes del sistema inmune, vasoconstrictores y procoagulantes, con perfil por tanto potencialmente pro inflamatorio, pro alergizante y deletéreo a nivel cardiovascular. A continuación en la Figura 2.2 se muestran las estructuras de los ácidos linoléico (LA) araquidónico (AA).

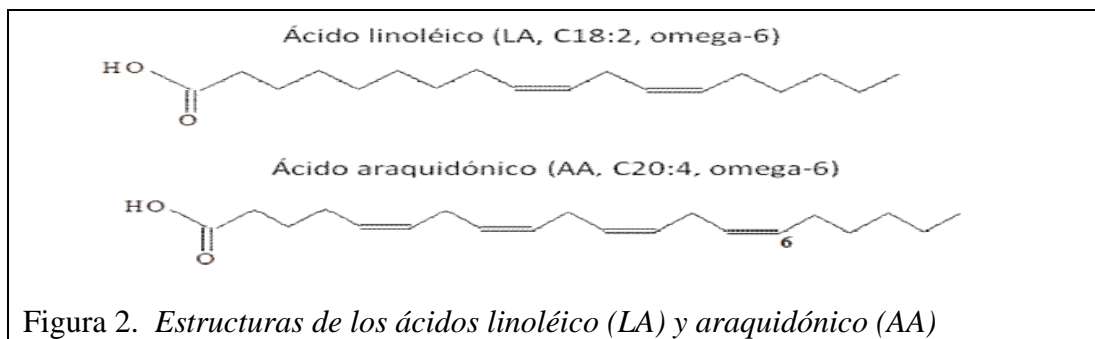


Figura 2. Estructuras de los ácidos linoléico (LA) y araquidónico (AA)

Fuente. (Simopoulos, 2002-2008)

1.7.3.14. Balance Omega-6 / Omega-3

En el periodo paleolítico, los humanos se caracterizaban por tener una dieta baja en calorías por el consumo de grasas (20 – 25%), un consumo bajo en grasas saturadas (<6%) y el consumo de ácidos grasos trans que llegó a ser prácticamente despreciable.

Debido a que la alimentación de estos humanos estaba basada en alimentos ricos en Omega-3 como vegetales, pescado, huevo, bayas, lograron mantener en equilibrio adecuado entre

Omega-6/Omega-3, lo que contribuyó en forma significativa a la evolución humana, influyendo y permitiendo el desarrollo cerebral o cognitivo de las especies.

La importancia de la relación Omega-3/Omega-6 para la salud humana también es bien conocido, ya que muchos estudios antropológicos, nutricionales y genéticos indican que una relación de ácidos grasos muy bajo promueve la patogénesis de muchas enfermedades, incluyendo enfermedad cardiovascular, cáncer, osteoporosis, así como enfermedades inflamatorias y autoinmunes, mientras que el aumento de los niveles de ácidos grasos poli-insaturados Omega-3 (PUFA) ejercen efectos supresores. Mientras que una relación de Omega-3/Omega-6 más alta es deseable con el fin de reducir el riesgo de algunas enfermedades crónicas. Debido a que muchos de ellos son multigénica y multifactorial, la proporción óptima de ácidos grasos Omega-3/Omega-6 variaría con la enfermedad considerada (Simopoulos, 2002-2008)

En la actualidad, con la aparición de la revolución industrial, donde por ejemplo, la dieta occidental tiene un valor calórico proveniente de las grasas que se encuentra por encima de la recomendada (30-35%), donde se observa un mayor consumo de grasas saturadas (>10%), ácidos grasos Omega-6 y de esta forma a un desbalance en la relación Omega-6/Omega-3, llegando incluso a relaciones 20–30:1, respectivamente y donde el aumento en dieta de grasas trans también ha sido significativo. En general, el porcentaje de grasas saturadas en las dietas aumenta debido al confinamiento y el contenido excesivo de energía de la dieta de alimento para el ganado.

Además, el contenido de ácido graso Omega-6 aumentó considerablemente como resultado del incremento (hasta 70%) de granos ricos en Omega-6 y aceites provenientes de los mismos (Kang, 2005). Es debido a este aumento que el balance Omega-6/Omega-3 se ha ido perdiendo, además porque los alimentos que son ricos en Omega-3 no se consumen tanto a pesar de estar presentes en alimentos como la semilla de maracuyá.

1.7.3.15. Antioxidantes del maracuyá

Las semillas de maracuyá proporcionan una gran cantidad de beneficios cuando son consumidas con la pulpa del fruto. Estas otorgan protección antioxidante para el

mantenimiento de los sistemas cardiovasculares e intestinales. Son ricas en compuestos polifenólicos y proporcionan fibra dietética insoluble y magnesio.

1.7.3.16. Protección antioxidante

Las semillas del maracuyá contienen piceatannol y B scirpusin, compuestos polifenólicos que tienen una fuerte actividad antioxidante. Los antioxidantes protegen al cuerpo contra los radicales libres, moléculas altamente reactivas que dañan el ADN en las células.

El daño causado por los radicales libres puede ocasionar muchas enfermedades degenerativas y crónicas como problemas del sistema inmunológico, aterosclerosis, enfermedad de Alzheimer, enfermedades del corazón, artritis, demencia y diabetes.

Por su efecto antioxidante, las semillas de maracuyá también pueden prevenir las arrugas prematuras de la piel causadas por la radiación UV.

1.7.3.17. Beneficios cardiovasculares

(Sano, Sugiyama, Ito, Katano, & Ishihata, 2001), investigaron los efectos de los polifenoles que se encuentran en las semillas de la fruta de la pasión. Encontraron que estas otorgan vasorrelajación, esto se refiere a la ampliación de los vasos sanguíneos que resultan en la relajación de las células del músculo liso en las paredes de los vasos sanguíneos.

Este ensanchamiento de los vasos sanguíneos conduce a una disminución de la presión vascular que es importante para un sistema cardiovascular saludable.

Los investigadores encontraron que tanto piceatannol como B scirpusin ofrecen un potente efecto vasodilatador y beneficios para la salud cardiovascular.

1.7.3.18. Magnesio

Las semillas de maracuyá contienen magnesio, un mineral esencial que juega un papel importante en la salud.

El magnesio participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, también es esencial para la transmisión nerviosa. Además, ayuda a que los genes funcionen correctamente.

La cantidad diaria recomendada de magnesio en los adultos oscila entre 310 y 420 miligramos y el consumo regular de semillas de fruta de la pasión hace una contribución significativa a la ingesta de magnesio al día.

Comer gran cantidad de alimentos ricos en magnesio es particularmente importante para las personas con un mayor riesgo de deficiencia de magnesio. La deficiencia de magnesio puede provocar estrés, trastornos gastrointestinales como la enfermedad de Crohn y el consumo elevado de alcohol.

1.7.3.19. Fibra insoluble

Las semillas de maracuyá son ricas en fibra dietética insoluble. (*Chau, Huang y Chang , 2005*). Han sugerido que la fibra de las semillas de fruta de la pasión puede ofrecer un ingrediente funcional efectivo para promover la función intestinal y la salud.

1.7.3.20. Procesamiento de los aceites vegetales

La producción y obtención de aceites vegetales de alta calidad comienza desde la cosecha de las semillas en el campo. El traslado de las mismas se realiza en camiones, recomendándose el control de la temperatura y la humedad.

En las plantas procesadoras de aceite se eliminan las impurezas de las semillas mediante zarandas y ciclones con el fin de mantener la calidad de las mismas durante su almacenamiento en silos, provistos de sistemas de aireación y sensores de temperatura (González, 2011)

1.7.3.21. condicionamiento previo a la extracción

Todas las semillas oleaginosas tienen que ser acondicionadas previo al proceso de extracción del aceite. Las operaciones requeridas dependen de la clase de semilla y de la tecnología seleccionada.

La preparación consiste en una serie de tratamientos mecánicos y físicos con el objetivo de optimizar la posterior obtención del aceite, ya sea a través del prensado mecánico y/o la

extracción sólido-líquida. La finalidad del acondicionamiento es la de calentar el grano para darle plasticidad o bien romper los tejidos que envuelven el glóbulo graso a fin de favorecer el laminado o prensado de la semilla (Autino, 2009)

A continuación, se mencionan las distintas operaciones de acondicionamiento:

Limpieza: Se separaron las partículas indeseables que permanecieron en las semillas de desecho industrial de maracuyá a través de zarandas, tales como membranas, piedras, entre otros, quedando así la semilla fresca.

Reducción de tamaño: Se reducirá el tamaño de la semilla de desecho industrial (Maracuyá), mediante un equipo automatizado y la semilla fresca (Maracuyá), se reducirá de tamaño mecánicamente y con mortero y licuadora.

Extracción de aceite por prensado en frío

En la mayoría de los molinos aceiteros, la extracción mecánica del aceite se realiza mediante prensas hidráulicas o prensas de tornillos sin fin, como paso previo a la extracción con solventes o directamente como único proceso (*Bockisch, 1998*)

En esta etapa, las semillas pre tratadas son sometidas a una elevada presión de compresión lográndose la separación del aceite, el cual escurre a través del barril de la prensa. El material residual que sale de la prensa con un bajo contenido de aceite residual (6-7%) se denomina torta o “expeller” (*Autino, 2009*)

El proceso de extracción por prensado es afectado por varios parámetros, tales como el contenido de humedad de la semilla, la capacidad de la prensa y la potencia aplicada (*Bockisch, 1998*).

Durante esta etapa es importante el control de la temperatura y la presión de la prensa para el logro de una buena eficiencia de extracción de aceite y al mismo tiempo, disminuir los procesos oxidativos del aceite, especialmente por el efecto del incremento de los pigmentos clorofílicos.

El aceite extraído, denominado aceite crudo de prensa, se encuentra en condiciones de ser refinado para eliminar las impurezas. Por otra parte, la torta o “expeller”, que aún contiene un alto porcentaje de aceite, es sometida a una segunda extracción utilizando como solvente hexano.

1.7.3.22. Extracción sólido-líquido de aceite

Esta etapa es efectuada para extraer aproximadamente el resto del aceite que no pudo alcanzarse por medios mecánicos o bien para extraer el aceite crudo a partir de semillas con bajos niveles, previamente a su adecuado acondicionamiento (*Demarco, 2009*). La torta procedente del prensado o las semillas pretratadas ingresan al extractor, en el cual mediante el agregado de solvente (generalmente hexano) se extrae el aceite, hasta valores residuales de aproximadamente el 1% de aceite en la torta. Se utilizan diferentes diseños de equipos extractores, los cuales pueden operar por inmersión y/o percolación (*González, 2001*). La mezcla de solvente más aceite, llamada miscela, es procesada mediante destilación por vacío o evaporación a fin de obtener el aceite crudo de extracción y, por otra parte, el solvente para ser reutilizado.

Posteriormente, se eliminan los finos (residuos de harina) del aceite crudo mediante filtración o decantación centrífuga (clarificación). Ambos aceites de prensa y de extracción pueden mezclarse para posteriormente ingresar en las etapas de refinado (*Demarco y González, 2009,2011*).

1.7.3.23. Oxidación lipídica

Los lípidos insaturados pueden sufrir procesos de deterioro durante el procesamiento, almacenamiento y/o manipulación de alimentos. Estos procesos pueden dar origen a compuestos tóxicos o indeseables desde el punto de vista de la calidad organoléptica del producto y afectar tanto las propiedades funcionales de sus componentes, como su valor nutricional (*Tironi, 2005*).

1.7.4. Definición de Términos Básicos

Caracterización: Se refiere a la acción del aceite obtenido de la semilla de *Pasiflora edulis*. S (Maracuyá); así como el porcentaje de proteínas contenido al final de la extracción. (*Cruz y Melendez, 2014*)

Extracción: Se refiere al proceso de separación de uno o más constituyentes de una mezcla entre sólidos o líquidos o de una solución aprovechando su distinta solubilidad en un disolvente adecuado. (*Cruz y Melendez, 2014*)

Prensado: Forma de extracción, utilizada generalmente en el prensado mecánico, donde no se aplica un calor adicional al producto crudo; también se refiere a la operación que consiste en prensar la semilla del maracuyá para obtener aceite. (*Colom, 1955*)

Solvente: Es un método de extracción opuesto al mecánico. La materia prima se mezcla con el solvente (por ejemplo, hexano cuyo rango de ebullición es de 63-73C°). (*Hebel, 1966*)

Semilla: Se refiere al Grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie. (*Vanesa, 2010*)

Maracuyá: Fruto de esta planta, comestible, de pulpa amarilla y del tamaño y la forma de un huevo de paloma. (*Carlos , 2015*)

Método: Modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado o fin determinado. (*Hebbel y Colom, 1955,1966*)

Aceite: Sustancia grasa de origen mineral, vegetal o animal, líquido, insoluble en agua. (*Oomah, 2000*)

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

Según su finalidad será aplicativa: Se lograra con esta investigación la extracción del aceite de Maracuyá mediante el proceso de prensado en frío y por solvente orgánica, comparando la semilla fresca (Maracuyá) y semilla de desecho industrial (alimento balanceado).

Según el control de variables, es experimental: Se utilizaran variables cuantitativas independientes y dependientes en la etapa de Extracción (prensado en frío, solvente orgánico) para la semilla fresca (Maracuyá) y semilla de desecho industrial (alimento balanceado).su calidad a través de la cuantificación de la Omega 3 y 6.

Según su contexto será de laboratorio: La investigación se realizara en situaciones de laboratorio, lo que conllevara a la creación intencionada de las condiciones de investigación a través del manejo de las variables independientes con mayor rigor y control de la situación para el logro de una buena respuesta de las variables dependientes.

Según su análisis físico-químico: en la Tabla siguiente vemos la composición fisicoquímica de la semilla de maracuyá.

Tabla 2. *Composición de la semilla de maracuyá*

Componente	Contenido
Humedad	20.50%
Aceite	21.30%
Proteínas	12.69
Hidratos de carbono	43.81%
Cenizas	1.70%

Fuente: *Carlos , 2015*

2.1.2. Extracción del Aceite

Se realizara las pruebas Físicas: **Solubilidad:** se basará en la presencia o ausencia en la sustancia de ciertos grupos funcionales y en la posibilidad de interacción de estos grupos con las moléculas de solvente. **pH :** se definirá como el valor dado por un potenciómetro capaz de reproducir valores de pH de 0.02 unidades usando dos electrodos indicadores sensibles a la actividad del ión hidrógeno como el electrodo de vidrio y un electrodo de referencia adecuado. **Densidad:** la densidad se definirá como la masa de una sustancia por unidad de volumen.

Se realizara las pruebas Químicas: **Índice de acidez (I.A):** Se elaborara en cantidad de miligramos de hidróxido de potasio, necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de muestra. **Índice de yodo (I.I):** el valor de yodo de una sustancia es el peso de yodo absorbido por 100 gramos de la sustancia. **Índice de peróxido (I.P):** es el número que expresa en meq. De oxígeno activo, la cantidad de peróxido contenido en 1000 gramos de muestra.

2.1.3. Diseño de la investigación:

Cuantitativo: Investigación Experimental.

2.1.4. Población y muestra

2.1.4.1.Población

Semillas frescas del Maracuyá serán procedente de la Ciudad de Motupe.

La semilla de desecho industrial para aliemnto balanceado seran procedentes de la empresa A&B S.A.C Ciudad de Motupe.

2.1.4.2.Muestra

Para solvente orgánico: 2kg de semilla de Maracuyá negra.

Para prensado en frío: 2 kg de semilla de Maracuyá negra.

2.1.5. Hipótesis:

H₀ La semilla fresca del Maracuyá y el método de extracción usando éter de petróleo como solvente permite obtener el máximo rendimiento de aceite y de mejor calidad.

H₁ La semilla fresca del Maracuyá y el método de extracción usando éter de petróleo no permite como solvente obtener el máximo rendimiento de aceite y de mejor calidad.

2.1.6. Variables:

2.1.6.1.Variable independiente

Método de extracción

- Extracción usando Éter de petróleo como solvente
- Prensado en frío.

Tipo de Materia Prima

- Semilla fresca (Maracuyá)
- Desechos industriales de semillas de Maracuyá (alimento balanceado)

2.1.6.2. Variable dependiente

Rendimiento.

Calidad en función al contenido de omegas en el aceite vegetal.

2.1.7. Operacionalización

Tabla 3. Operacionalización de variable independiente

Variable Independiente	Dimensiones	Rango	Instrumento
Tipo de materia prima	Kg	Semilla Fresca de maracuyá	Balanza
	Kg	Desechos industriales de maracuyá (semilla)	Balanza
Método de extracción	mL	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	Soxhlet
	Kg	Prensado en frio	Prensa

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Operacionalización de variable dependiente

Variable Dependiente	Dimensiones	Instrumentos
Rendimiento	-----	Balance de materia
Calidad del aceite	Ácido Linolénico	Cromatográfico
	Ácido Linoléico	Cromatográfico

Fuente: Elaboración Propia

2.1.8. Plan estadístico de datos

Observación estructurada; observaremos los hechos estableciendo de antemano qué aspectos se han de estudiar. Observación no estructurada; recogeremos y anotaremos todos los hechos que sucedieron en el laboratorio de la Universidad Nacional de Santa – Chimbote. Revisión de documentación; se realizara un informe de los procedimientos de recolección de datos en estudios cuantitativos de acción.

Diseño factorial 2x2 con 3 replica

El diseño factorial 2^k es un arreglo factorial de k factores que tiene 2 niveles cada uno. Se usarán letras mayúsculas para denotar los factores y las interacciones de estos factores. Se hará referencia a los tres niveles de los factores como bajo, intermedio y alto (esta interpretación tiene más sentido cuando los factores son cuantitativos o al menos ordinales).

Hay varias notaciones diferentes que se usan para representar estos niveles de los factores: una posibilidad es representar los niveles de los factores con los dígitos - (bajo), + (alto). Cada combinación de tratamientos del diseño 2^k se denotara por k dígitos, donde el primer digito indica el nivel del factor A, el segundo digito indica el nivel del factor B,..., y el dígito k -ésimo indica el nivel del factor K.

Este sistema de notación pudo haberse usado en los diseños 2^k presentados, anteriormente, utilizando 0 y 1 en lugar del 1 negativo y el 1 positivo, respectivamente, pero se prefirió la notación ± 1 porque facilita la vista geométrica del diseño y porque puede aplicarse directamente al modelado de regresión, la separación en bloques y la construcción de factoriales fraccionados.

En el sistema de los diseños 2^k , cuando los factores son cuantitativos, es común denotar los niveles bajo, intermedio y alto con -1,0 y +1, respectivamente. Con esto se facilita el ajuste de un modelo de regresión que relaciona la respuesta con los niveles de los factores. Por ejemplo, considere el diseño 2^2 donde x_1 represente al factor A y que x_2 represente al factor B. un modelo de regresión que relaciona y con x_1 y x_2 que se basa en este diseño es:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \varepsilon$$

La adición de un tercer nivel de los factores permite que la relación entre la respuesta y los factores del diseño se modele como un modelo cuadrático.

Tabla 5. Análisis de Varianza según el diseño experimental

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrados Medios	F _{calc}
A	2	SC[A]	$CMA = \frac{SC[A]}{2}$	CMA/CMError
A ₁	1	SC[A ₁]	SC[A ₁]	SC[A ₁]/CMError
A ₂	1	SC[A ₂]	SC[A ₂]	SC[A ₂]/CMError
B	2	SC[B]	$CMB = \frac{SC[B]}{2}$	CMB/CMError
B ₁	1	SC[B ₁]	SC[B ₁]	SC[B ₁]/CMError
B ₂	1	SC[B ₂]	SC[B ₂]	SC[B ₂]/CMError
AB	4	SC[AB]	$CMAB = \frac{SC[AB]}{4}$	CMAB/CMError
A ₁ B ₁	1	SC[A ₁ B ₁]	SC[A ₁ B ₁]	SC[A ₁ B ₁]/CMError
A ₁ B ₂	1	SC[A ₁ B ₂]	SC[A ₁ B ₂]	SC[A ₁ B ₂]/CMError
A ₂ B ₁	1	SC[A ₂ B ₁]	SC[A ₂ B ₁]	SC[A ₂ B ₁]/CMError
A ₂ B ₂	1	SC[A ₂ B ₂]	SC[A ₂ B ₂]	SC[A ₂ B ₂]/CMError
Error	3 ² (n - 1)	SCError	$CMError = \frac{SCError}{3^2(n-1)}$	
Total	3 ² n-1	SCTotal		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Plan estadístico de datos

Std	Run	Factor 1: Tipo de materia prima	Factor 2: Método de extracción	rendimiento	Ácido Oleico	Ácido Linoléico
12	1	Semilla fresa de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo	20%	16.86%	68.39%
16	2	Semilla Fresca de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	20%	16.86%	68.39%
8	3	Semilla Fresca de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	20%	16.86%	68.39%
2	4	Semilla Fresca de maracuyá	Prensado en frio	27%	11.90%	68.95%
10	5	Semilla Fresca de maracuyá	Prensado en frio	27%	11.90%	68.95%
9	6	Semilla Fresca de maracuyá	Prensado en frio	27%	11.90%	68.95%
17	7	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27%	27.95%	58.98%
7	8	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27%	27.95%	58.98%
5	9	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27%	27.95%	58.98%
4	10	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	20%	13.90%	65.18%
18	11	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	20%	13.90%	65.18%
14	12	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	20%	13.90%	65.18%

Fuente: viecher spray

2.2.Métodos y técnicas de investigación

2.2.1. Materiales

2.2.1.1.Materia prima:

Maracuyá: (*Passiflora edulis* S.) Motupe A&B

2.2.1.2. Reactivos e insumos:

- Éter de petróleo (método analítico)
- Ácido acético/ Cloroformo
- KI Saturado
- Tiosulfato de sodio
- Almidón
- Tiosulfato de sodio pentahidratado
- Yoduro de potasio
- Cloroformo
- Wuijs
- Fenolftaleína
- Alcohol
- Hidróxido de sodio

2.2.1.3.Materiales complementarios

- Papel Filtro
- Zarandas
- Vasos de Precipitados
- Licuadora
- Mortero
- Balanza analítica
- Refractómetro

– Phmetro

2.2.1.4. Equipos e instrumentos:

Soxhlet (AOAC)

Prensado en frío (tornillo elicoidal) (AOAC)

Centrifuga (AOAC)

2.2.2. Métodos

2.2.2.1. Caracterización del aceite de semilla del maracuyá (*passiflora edulis* s.) extraído con solvente orgánico y prensado en frío.

a. Preparación de la materia prima para la extracción por solvente orgánico

1. Limpieza: Se separarán las partículas indeseables que permanecieron en la semilla fresca, en el proceso del maracuyá quedando así la semilla de desecho industrial para alimento balanceado.

2. Pesado: Se pesara 3 muestras de semilla fresca del maracuyá de 15grs cada una y 3 muestras de semilla de desecho industrial para alimento balanceado de 15grs cada una.

3. Reducción de tamaño: Se reducirá el tamaño de la semilla de maracuyá de desecho industrial, para alimento balanceado, mediante un equipo automatizado y la semilla fresca del maracuyá, se reducirá de tamaño mecánicamente y con mortero y licuadora.

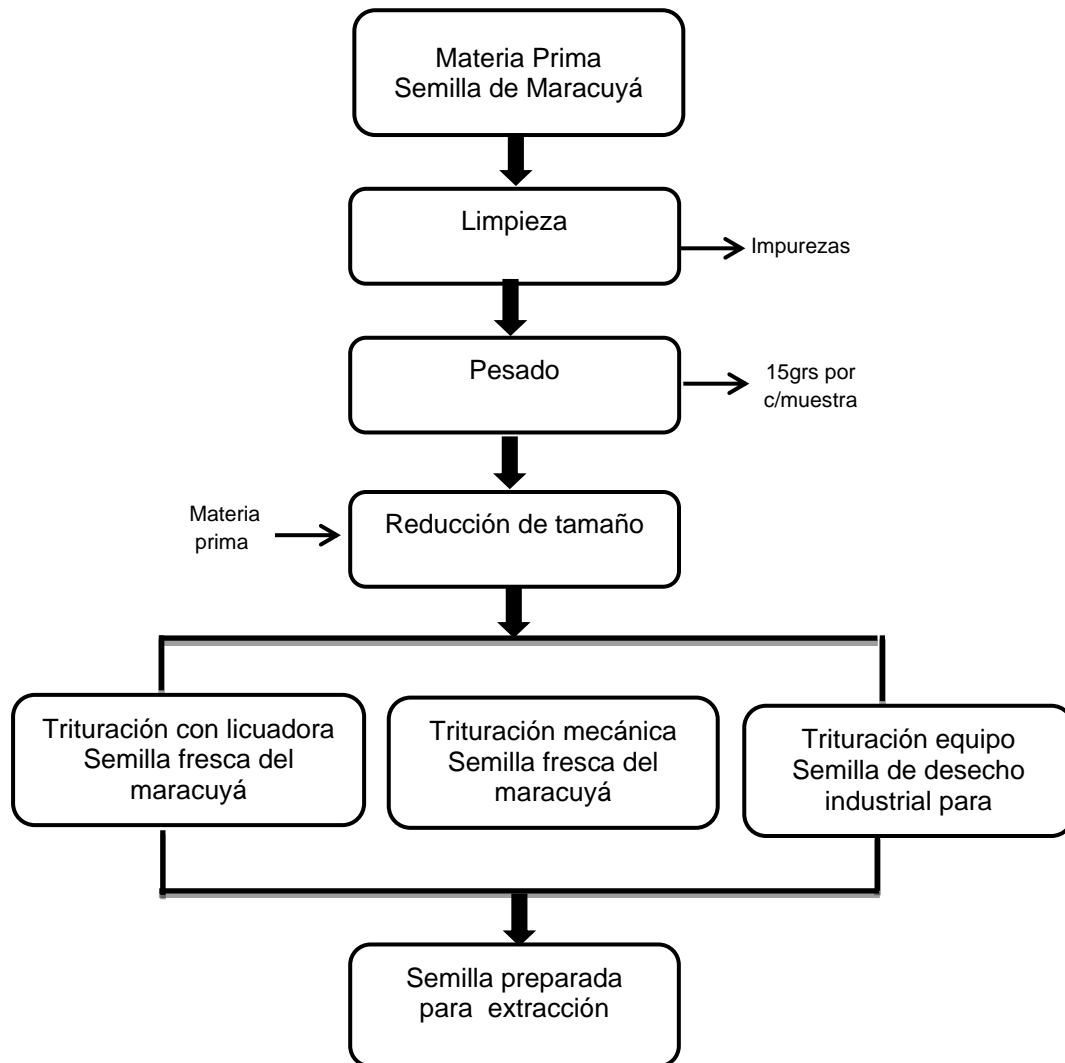


Figura 3. Diagrama de flujo de acondicionamiento de la semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis S.*) y la semilla de desecho industrial para alimento balanceado.

Fuente: Elaboración propia

b. Extracción de aceite de la semilla de desecho industrial para alimento balanceado y semilla fresca del maracuyá (*passiflora edulis* s) con solvente orgánico, utilizando el equipo soxhlet.

1. Se preparara el equipo de extracción (Soxhlet).
2. Se colocará 120ml de solvente orgánico (éter de petróleo) en el balón de fondo plano.
3. Se colocara en papel filtro 15grs. de semilla de desecho industrial (para alimento balanceado) molida en la cámara de extracción del Soxhlet.
4. Se colocara la cocina múltiple con seis equipos de extracción. La cual fueron 3 muestras de semilla de desecho industrial (para alimento balanceado) y 3 muestras de semilla fresca del maracuyá.
5. La ebullición del solvente se evaporara hasta un condensador a reflujo. El solvente orgánico caerá sobre la cámara de refrigeración con la muestra en su interior. Este ascenso del nivel del solvente se encargara de cubrir el cartucho, hasta un punto en que se producirá el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón. Se volverá a producir este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se va a ir concentrando en el balón del solvente, este proceso se dará máximo en 4 horas aproximadamente.
6. Se acondicionara el aceite extraído de las 2 tipos de semilla de Maracuyá (semilla de desecho industrial para alimento balanceado y semilla fresca del maracuyá), que serán 3 muestras de aceite de la semilla de desecho industrial para alimento balanceado y 3 muestras de aceite de la semilla fresca del maracuyá y se acumularan en envases de vidrio de color ámbar, para su respectivo análisis cromatográfico.

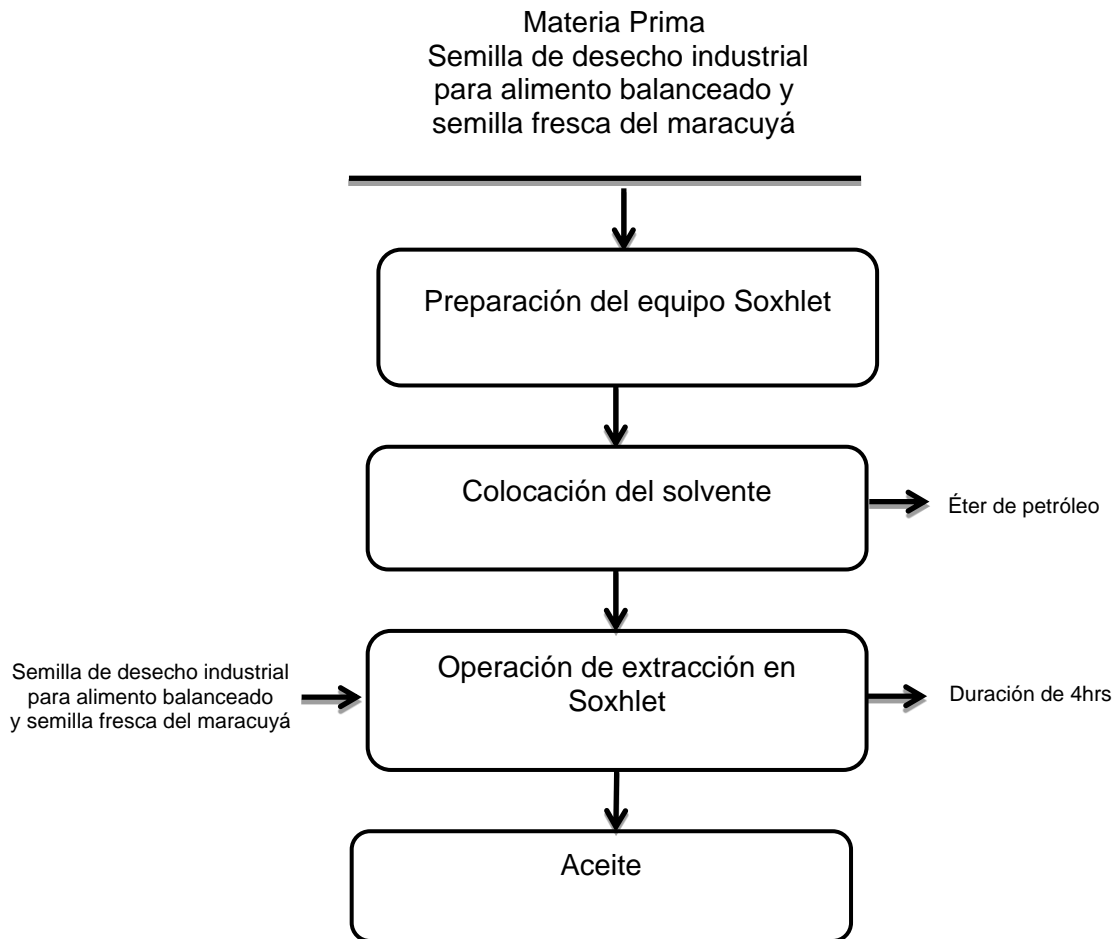


Figura 4. Diagrama de flujo extracción de aceite de la semilla de desecho industrial para alimento balanceado y semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis* S), por solvente orgánico.

Fuente: Elaboración propia.

c. Preparación de la materia prima para la extracción por prensado en frío

1. Limpieza: Se eliminarán las partículas indeseables, que permanecieron en la semilla fresca del maracuyá, tales como: membranas, piedras, entre otros, quedando así la semilla de desecho industrial para alimento balanceado.

2. Pesado: Se pesó 3 muestras de semilla de desecho industrial para alimento balanceado y 3 muestras de semilla fresca del maracuyá de 1kilo cada uno.

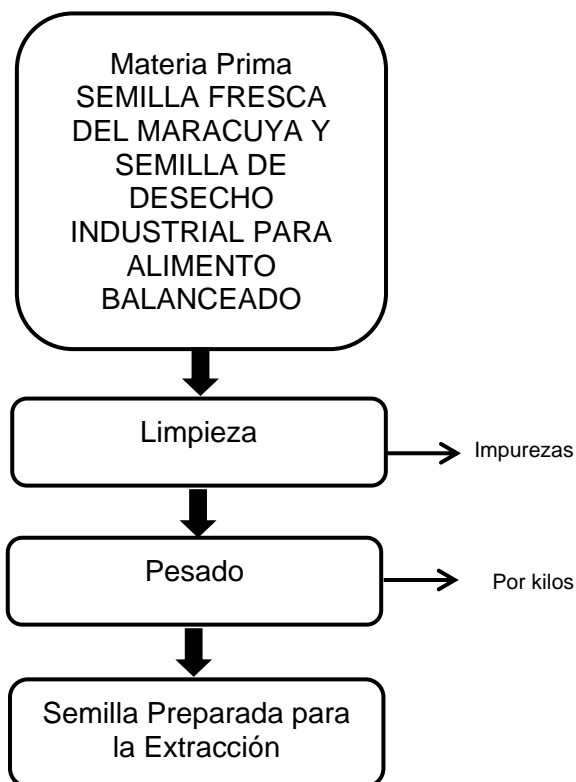


Figura 5. Diagrama de flujo de acondicionamiento de la semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis* S.) y semilla de desecho industrial para alimento balanceado.

Fuente: Elaboración propia.

d. Extracción de aceite de la semilla del Maracuyá (*Passiflora edulis* S.) por prensado en frío, utilizando la prensa.

Para la extracción de aceite, por prensado en frío, se acondicionara la semilla para colocarlo dentro de la tolva de la prensa; en el transcurso del proceso de trituración se extraerá el aceite con todas las impurezas, este se llevara a la centrifuga para separar las impurezas y el aceite virgen.

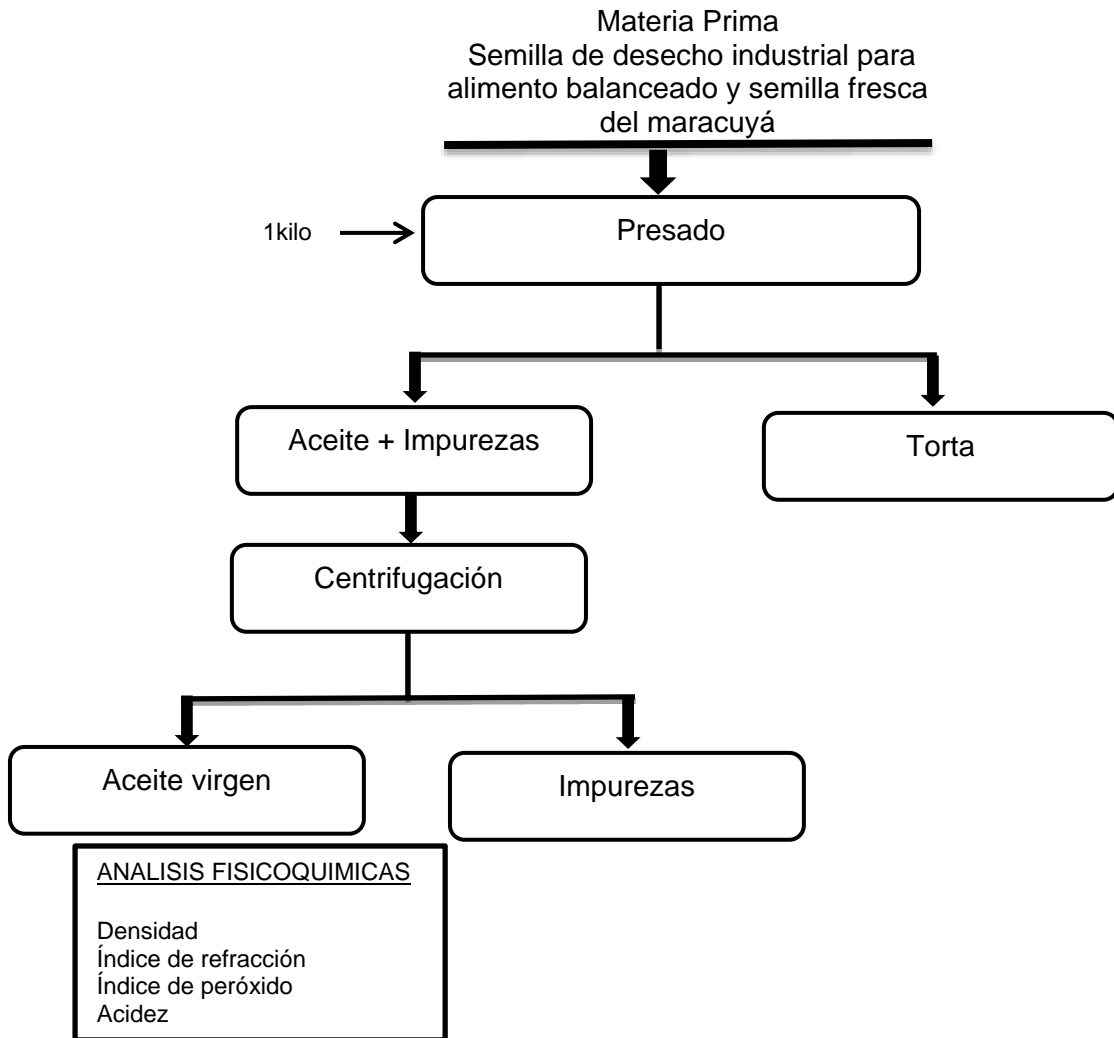


Figura 6. Diagrama de flujo extracción de aceite de la semilla de desecho industrial para alimento balanceado y semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis* S), por prensado en frío.

Fuente: Elaboración propia.

e. Análisis fisicoquímicos de la semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis* S.) y semilla de desecho industrial para la extracción por prensado en frío y solvente orgánico

1. Índice de peróxido

Para la marcha de este análisis se aplicó la norma AOAC (Asociación de los Químicos Analíticos Oficiales) N°981.05 (1980) la misma que está representada en la figura 3.5

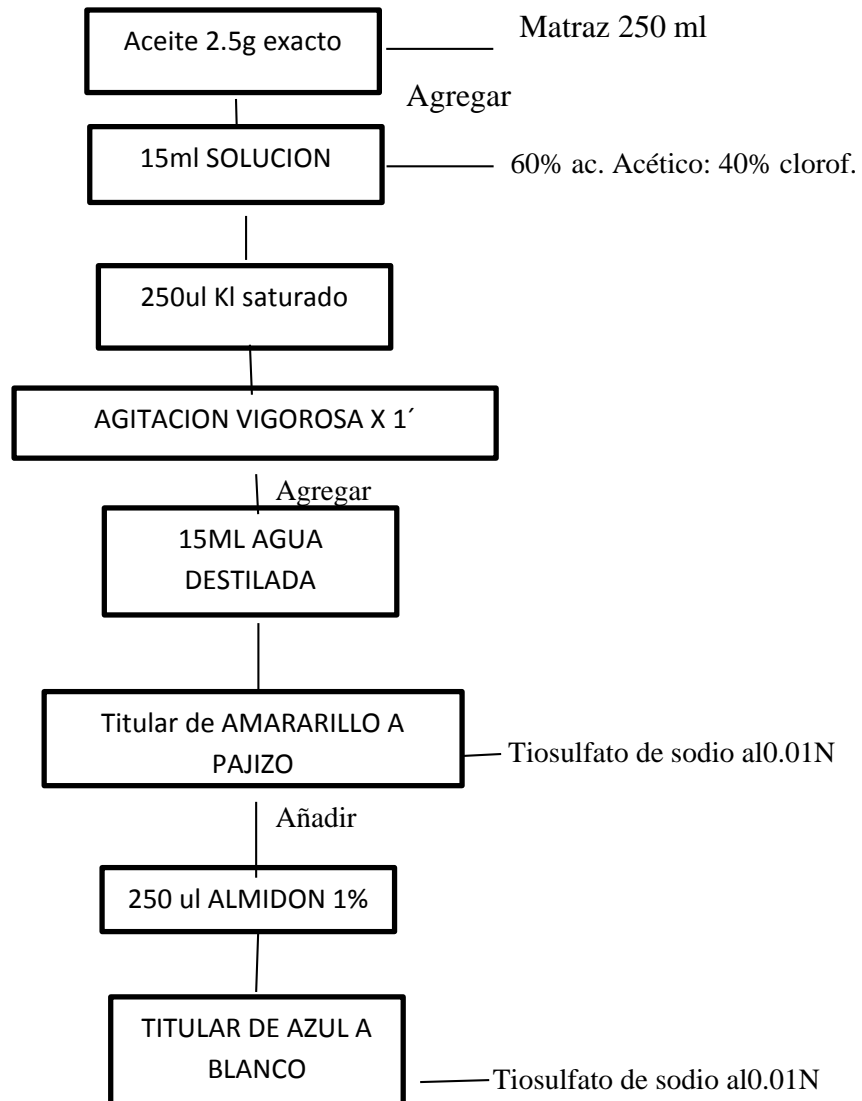


Figura 7. Diagrama de flujo para el Índice de peróxido

Fuente: Elaboración propia

$$IP = \frac{Vt \times N \times 1000}{W_{aceite}}$$

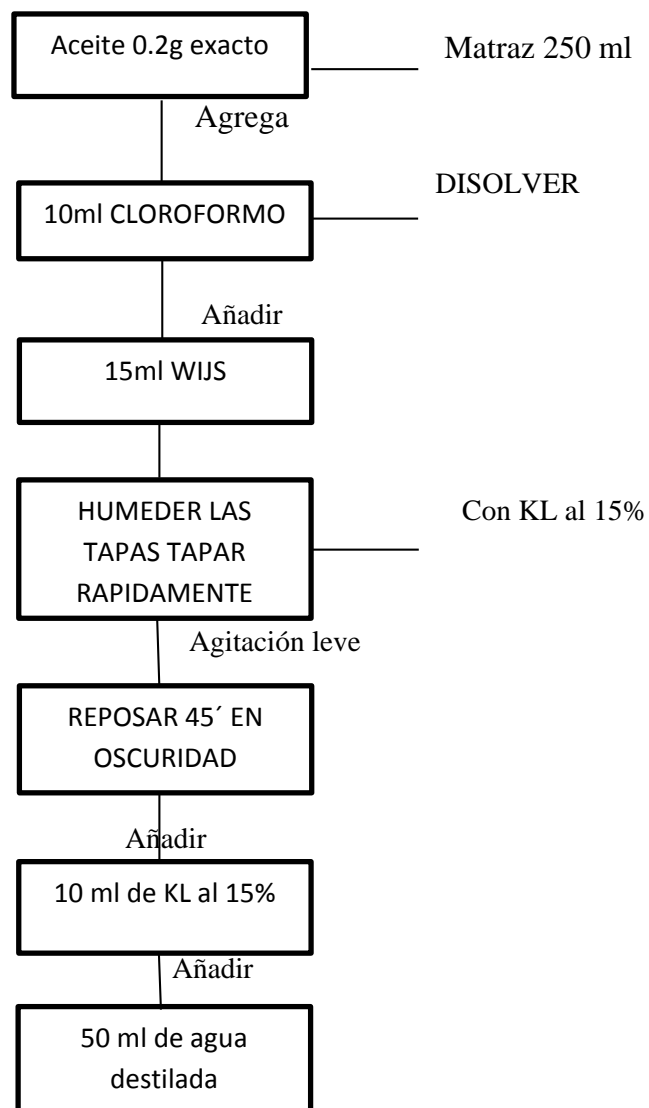
VT= Volumen de gasto de tiosulfato de sodio 0.01 N

N= Normalidad del tiosulfato de sodio

W= Peso de aceite (g)

2. Índice de yodo

Para la marcha de este análisis se aplicó la norma AOAC (Asociación de los Químicos Analíticos Oficiales) N°981.05 (1980) la misma que está representada en la figura 3.6



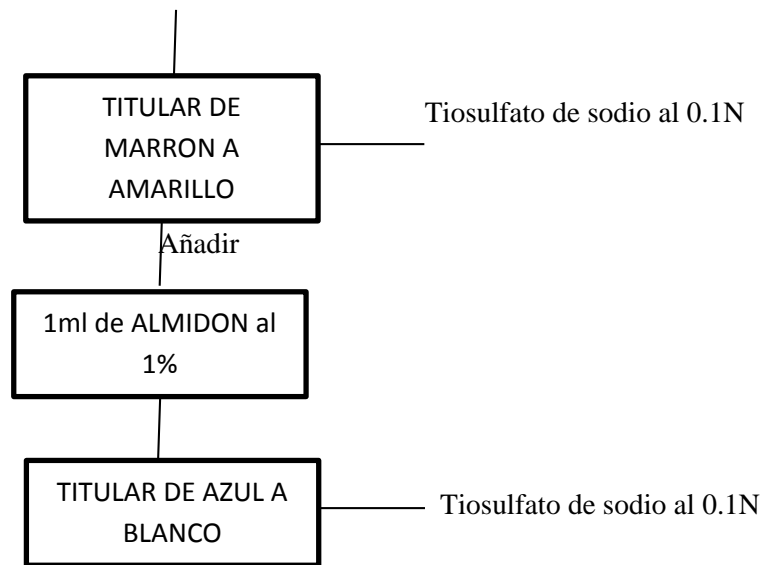


Figura 8. *Diagrama de flujo de índice de yodo*

Fuente: Elaboración propia

$$A = \frac{(B - M)ml \times N \times 12.65}{W_{ACEITE}}$$

B= Gasto de tiosulfato de sodio en blanco

M= Gasto de tiosulfato de sodio en muestra

W= Peso de aceite

N= Normalidad de tiosulfato de sodio

3. Índice de acidez

Para la marcha de este análisis se aplicó la norma AOAC (Asociación de los Químicos Analíticos Oficiales) N°981.05 (1980) la misma que está representada en la figura 3.7

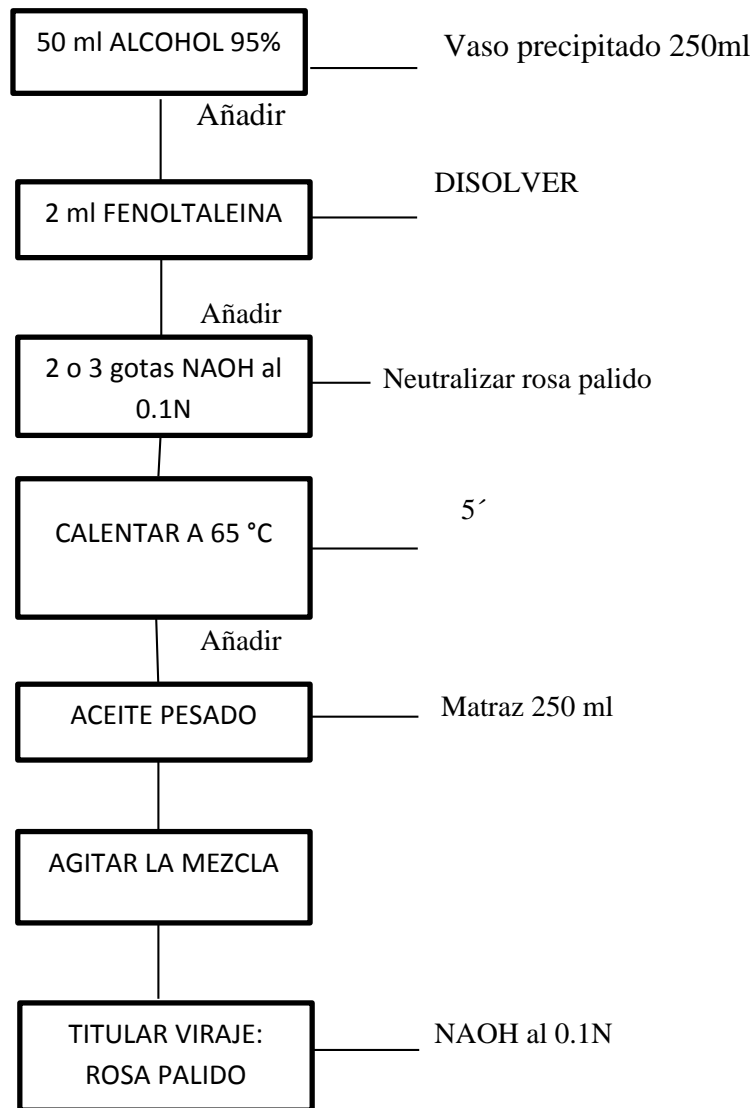


Figura 9. *Diagrama de flujo de índice de acidez*

Fuente: Elaboración propia

$$AL = \frac{G \times N \times 28.2}{W_{ACEITE}}$$

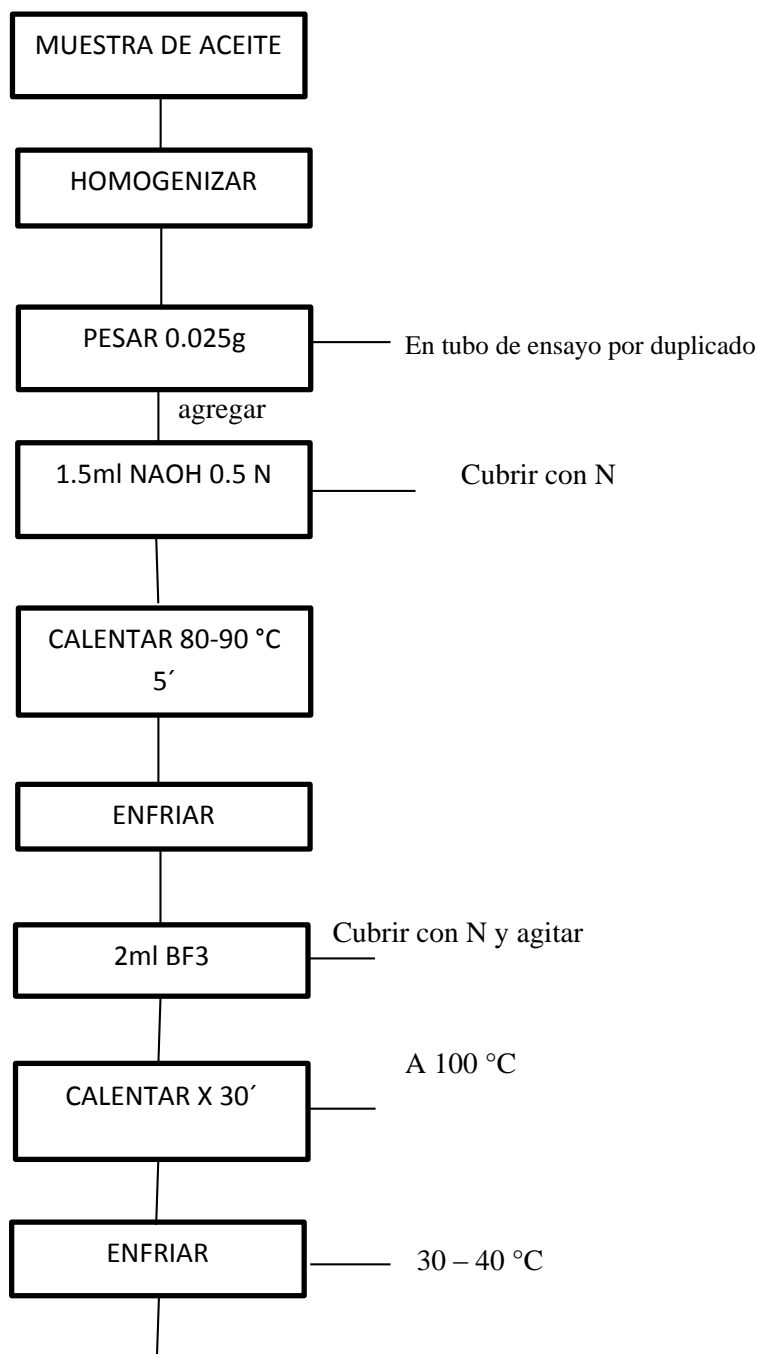
N= Normalidad del hidróxido de sodio

G= Gasto del hidróxido de sodio

AL%= % Acidez libre, expresado en ácido cítrico

4. Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases – determinación de esteres de ácidos grasos en aceite de maracuyá

Para la marcha de este análisis se aplicó la norma AOAC (Asociación de los Químicos Analíticos Oficiales) N°981.05 (1980) la misma que está representada en la figura 3.8



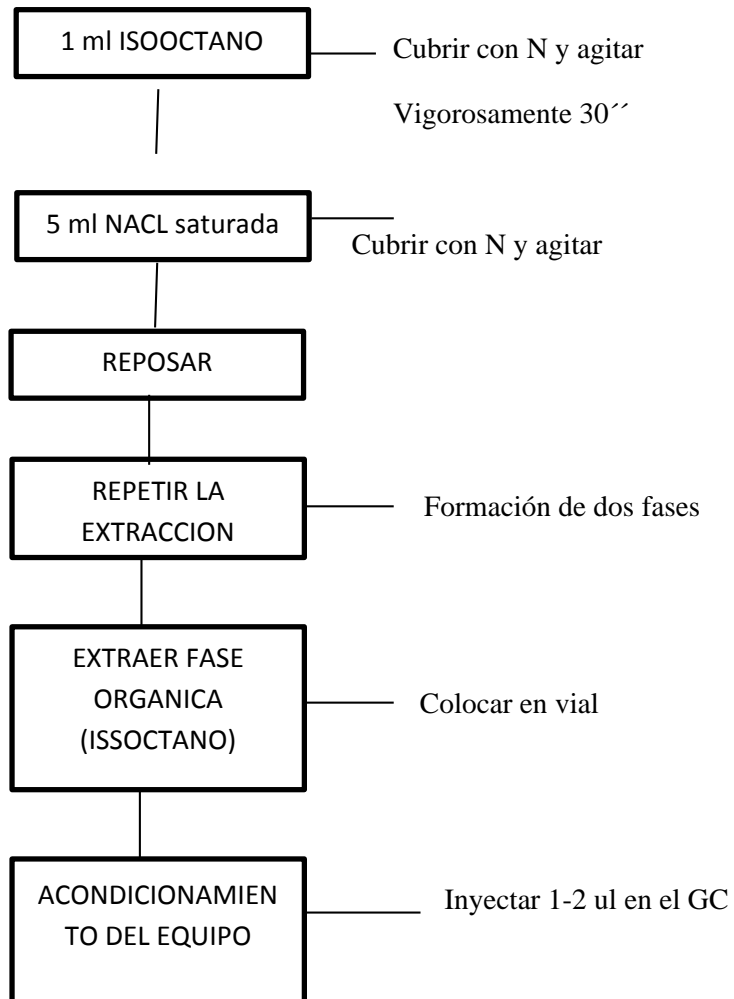


Figura 10. *Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases – determinación de esteres de ácidos grasos en aceite de maracuyá*

Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Descripción de los instrumentos utilizados:

2.2.3.1. Soxhlet

El extractor Soxhlet o simplemente Soxhlet (en honor a su inventor Franz von Soxhlet) es un tipo de material de vidrio utilizado para la extracción de compuestos, generalmente de naturaleza lipídica, contenidos en un sólido, a través de un disolvente afín, el condensador está provisto de una chaqueta de 100 mm de longitud, con espigas para la entrada y salida del agua de enfriamiento. El extractor tiene una capacidad, hasta la parte superior del sifón, de 10 mL; el diámetro interior del extractor es de 20 mm y su longitud de 90 mm. El matraz es de 500 mL de capacidad. Está conformado por un cilindro de vidrio vertical de aproximadamente un pie de alto y una pulgada y media de diámetro. La columna está dividida en una cámara superior y otra inferior. La superior o cámara de muestra sostiene un sólido o polvo del cual se extraerán compuestos. La cámara de disolvente, exactamente abajo, contiene una reserva de disolvente orgánico, éter o alcohol empleando como solvente orgánico éter de petróleo, siguiendo la norma IUPAC 1.122 (*IUPAC, 1992*)

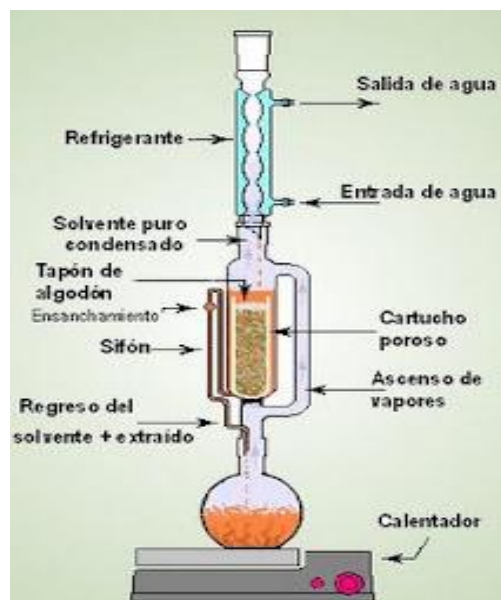


Figura 11. Esquema equipo soxhlet utilizada para la extracción del aceite de Semilla del Maracuyá.

2.2.3.2.Descripción del equipo empleado por Prensado en frío

Forma de extracción, utilizada generalmente en el prensado mecánico, donde no se aplica un calor adicional al producto crudo, ya que ayuda al aceite a mantener su estado original en cuanto a constituyentes e intensidad. En especial, preserva los ácidos grasos esenciales de cadena larga del calor excesivo¹. Cuando en una materia oleaginosa, el contenido graso no excede de un 10 a 12%, no se puede efectuar la extracción del mismo por medio de prensas ni de otros elementos mecánicos, porque la exigua cantidad que se obtendría, si no es una grasa de mucho valor, no compensa el costo de la extracción; y cuando en una materia oleaginosa aquella proporción es solamente un 6 a 7%, su extracción por dichos medios es nula, sea cualquiera la intensidad de presión que se ejerza sobre dicha materia (Colom, 1955)

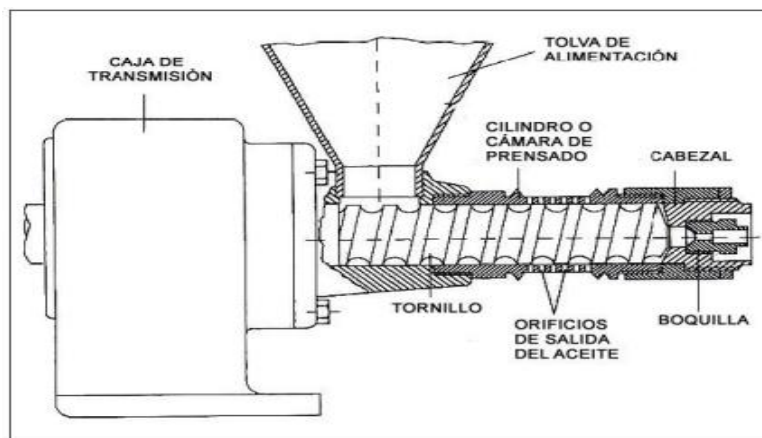


Figura 12. Esquema de la prensa de tornillo helicoidal utilizada para la extracción del aceite.

Fuente: Colom, 1955

2.2.3.3.Centrífuga

La centrífuga es un equipo de laboratorio que genera movimientos de rotación, tiene el objetivo de separar los componentes que constituyen una sustancia. Hoy en día hay existe una diversidad de centrífugas que tiene diferentes objetivos, independientemente del tipo de investigación o industria. Por lo general, la centrífuga es utilizada en los laboratorios como proceso de la separación de la sedimentación de los componentes líquidos y sólidos.

Hay diferentes tipos de centrifuga, como centrifugas de baja velocidad, centrifugas para micro hematocritos, y ultracentrífugas, este último tipo generalmente se utiliza para la separación de las proteínas. Pero cada uno de ellos tiene diferentes velocidades

Esta técnica también es utilizada en la elaboración del aceite de oliva. En este caso las aceitunas trituradas y molidas son introducidas en la centrifuga donde se separará el aceite, que es menos pesado que los otros componentes de la aceituna como la pulpa y el carozo.

2.3.Criterios éticos

Se respetará el principio de autonomía de autores, tanto del informe final como del proyecto, ya que no existirá adulteración a la información que pueda dañar la integridad de este.

No se hará ninguna alteración en los datos obtenidos en la parte experimental.

No se darán datos falsos, que puedan atentar con la salud del consumidor, en un posterior uso de los aceites obtenidos.

2.4.Criterios de rigor científico

La información utilizada para la redacción en el proyecto de investigación vienen de fuentes confiables y de fuentes reproducibles, así como también de revistas científicas validadas que respaldan la información utilizada para el proyecto, además de tesis que se han encontrado en universidades con gran reputación como la Universidad Mayor de San Marcos, Universidad Nacional Agraria de La Molina.

Además, se tendrán en cuenta los procedimientos que permitan obtener datos reproducibles, la cual ayudará a tener una mayor certeza de los procedimientos que se realizara en la parte experimental como es el examen cromatográfico, que es confiable para así tener la opción de reproducirlas sin ninguna alteración en el resultado final.

III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1.Extracción de aceite semilla fresca del maracuyá (*Passiflora edulis* S.) Y semilla de desecho industrial

3.1.1. Rendimiento de aceite extraído por prensado en frio y por solvente orgánico.

En la tabla 7 se presenta los resultados obtenido para la variable dependiente rendimiento de aceite según el método de extracción y el tipo de materia prima según diseño factorial 2^k con 2 réplicas.

Tabla 7. Matriz de resultados para la variable rendimiento de aceite

			Factor 1	Factor 2	Response 1
Std	Run	Block	A:Tipo de materia prima	B:Método de extracción	Rendimiento %
5	1	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	25.43
12	2	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27.4
4	3	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	24.3
8	4	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frio	28.92
7	5	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frio	29.45
9	6	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frio	29.98
3	7	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	22.12
1	8	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	21.5

2	9	Block 1	Semilla fresca de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	20.45
11	10	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27.45
10	11	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27.14
6	12	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	24.45

Fuente: elaboración propia

En la tabla 8 se presenta el análisis de varianza del rendimiento según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

Tabla 8. Análisis de Varianza para la variable rendimiento de aceite

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	109.590958	3	36.5303194	104.531628	< 0.0001
A-Tipo de materia prima	1.171875	1	1.171875	3.35332411	0.1044
B-Método de extracción	85.8140083	1	85.8140083	245.557063	< 0.0001
AB	22.605075	1	22.605075	64.6844954	< 0.0001
Pure Error	2.79573333	8	0.34946667		
Cor Total	112.386692	11			
R2	0.9751				

Fuente: elaboración propia

En la figura 13 se puede observar que para el tipo de semilla fresca de maracuyá se obtiene mayor rendimiento por el método de prensado en frio (29.45 ± 1.11), para el caso del desecho industrial de maracuyá disminuye su rendimiento (27.33 ± 1.11). Para el método de extracción usando

éter de petróleo como solvente se puede observar que mayor rendimiento se obtiene para desecho industrial de maracuyá (24.72 ± 1.11), siendo menor para la semilla de fresca de maracuyá (21.5 ± 1.11).

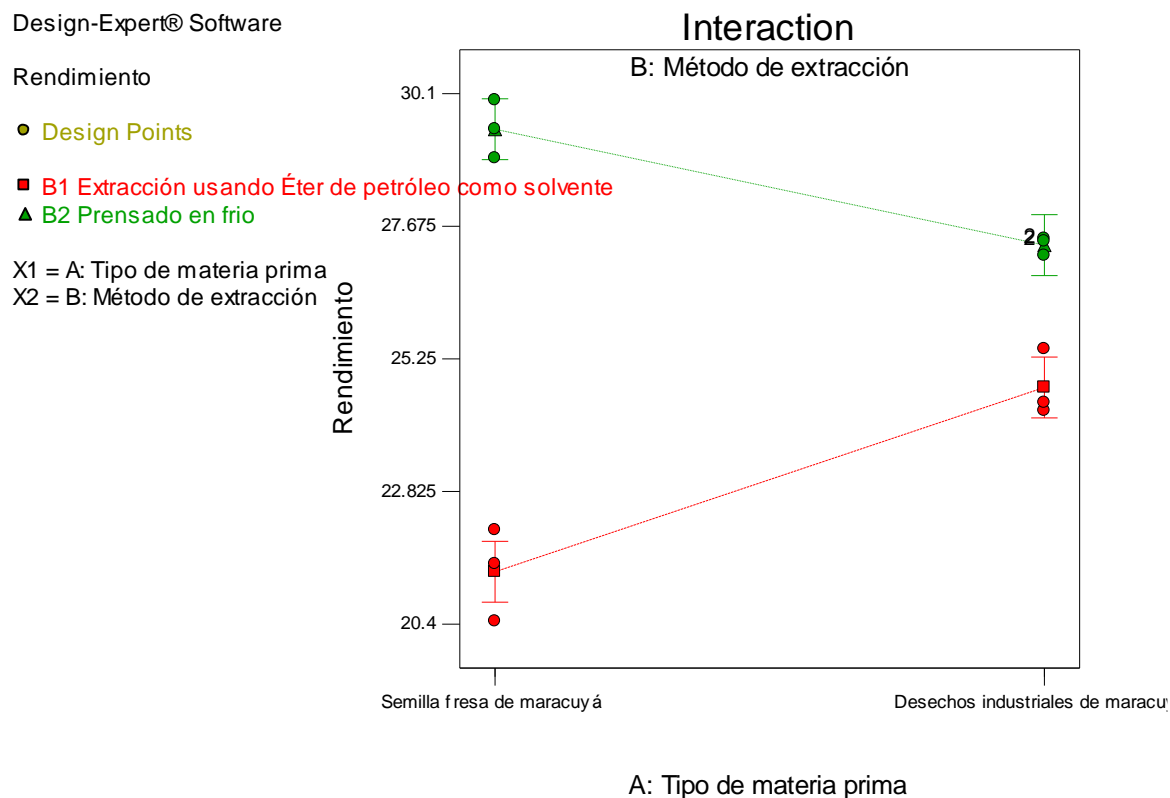


Figura 13. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el rendimiento de aceite.

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2. Calidad de aceite (ácido oleico y ácido linoleico) extraído por prensado en frío y por solvente orgánico.

En la tabla 9 se presenta los resultados obtenidos para la variable dependiente calidad de aceite (Ácido oleico y Ácido linoleico) según el método de extracción y el tipo de materia prima según diseño factorial 2^k con 2 réplicas.

Tabla 9. Matriz de resultados para la variable calidad de aceite (Ácido oleico y Ácido linoleico)

Factor 1			Factor 2		Response 2	Response 3
Std	Run	Block	A: Tipo de materia prima	B: Método de extracción	Ácido Oleico %	Ácido Linoléico %
5	1	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	16.86	68.39
12	2	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frío	16.86	68.39
4	3	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	16.86	68.39
8	4	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frío	13.9	65.18
7	5	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frío	13.9	65.18
9	6	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frío	13.9	65.18
3	7	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	11.9	68.95
1	8	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	11.9	68.95
2	9	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	11.9	68.95

11	10	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27.95	58.98
10	11	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	27.95	58.98
6	12	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Extracción usando Éter de petróleo como solvente	27.95	58.98

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10 se presenta el análisis de varianza para el contenido de Ácido Oleico según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

Tabla 10. Análisis de Varianza para el contenido de ácido oleico

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	461.517225	3	153.839075	63660000	< 0.0001
A-Tipo de materia prima	128.511075	1	128.511075	63660000	< 0.0001
B-Método de extracción	61.971075	1	61.971075	63660000	< 0.0001
AB	271.035075	1	271.035075	63660000	< 0.0001
Pure Error	0	8	0		
Cor Total	461.517225	11			
R2	0.9998				

Fuente: elaboración propia

En la figura 14 se puede observar que para la semilla fresca de maracuyá se obtiene mayor rendimiento de ácido oleico por el método de extracción usando éter de petróleo como solvente (16.86%) en comparación con el método de prensado en frío (11.9%). Caso contrario sucede para los desechos industriales de maracuyá donde el mayor rendimiento se obtiene por prensado en frío (27.95%) en comparación por el método de extracción usando éter de petróleo cuyo rendimiento disminuye (13.9%).

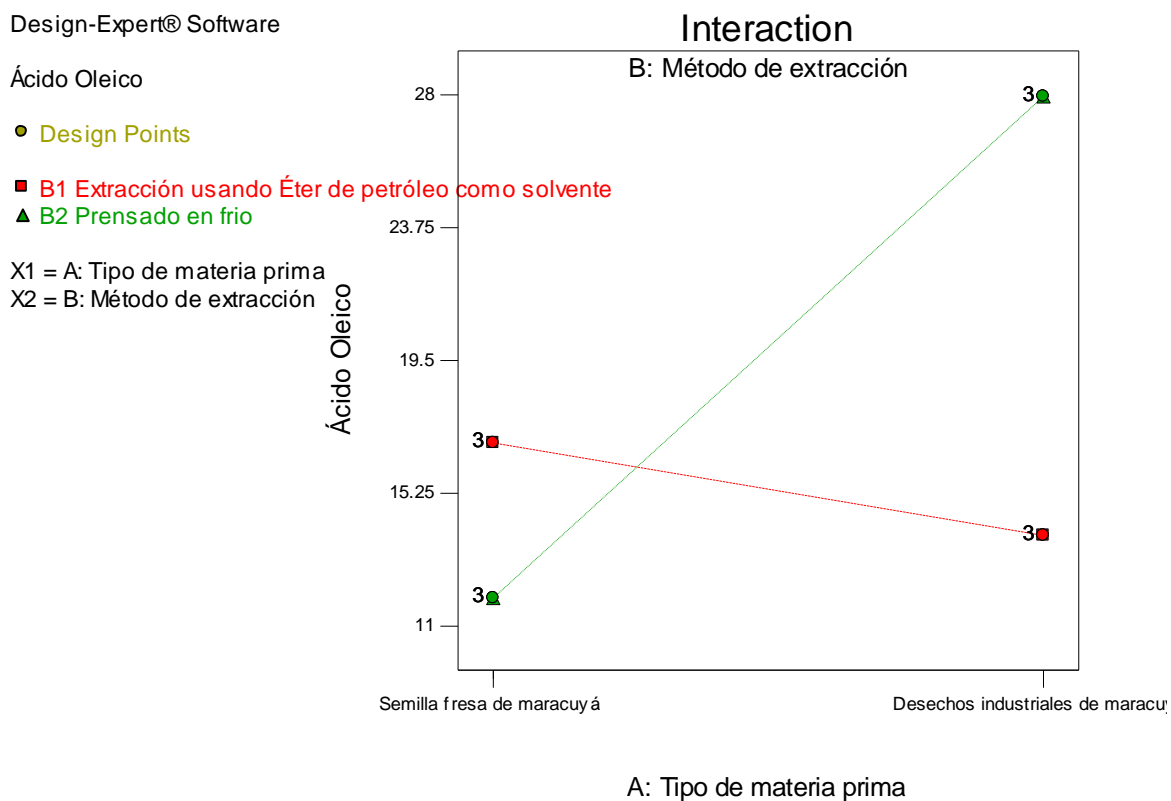


Figura 14. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el contenido de ácido oleico.

En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza para el contenido de Ácido Oleico según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

Tabla 11. Análisis de Varianza para el contenido de ácido linoleico

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	188.4147	3	62.8049	63660000	< 0.0001
A-Tipo de materia prima	130.2843	1	130.2843	63660000	< 0.0001
B-Método de extracción	23.8572	1	23.8572	63660000	< 0.0001
AB	34.2732	1	34.2732	63660000	< 0.0001
Pure Error	0	8	0		
Cor Total	188.4147	11			
R2	0.9998				

Fuente: elaboración propia

En la figura 15 se puede observar que para la semilla fresca de maracuyá se obtiene rendimiento similares para ambos métodos de extracción (68.95%). Caso contrario sucede para los desechos industriales de maracuyá donde el mayor rendimiento se obtiene por el método de extracción usando éter de petróleo (65.18%) en comparación prensado en frio por el cuyo rendimiento disminuye (58.98%).

Design-Expert® Software

Ácido Linoléico

● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frío

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción

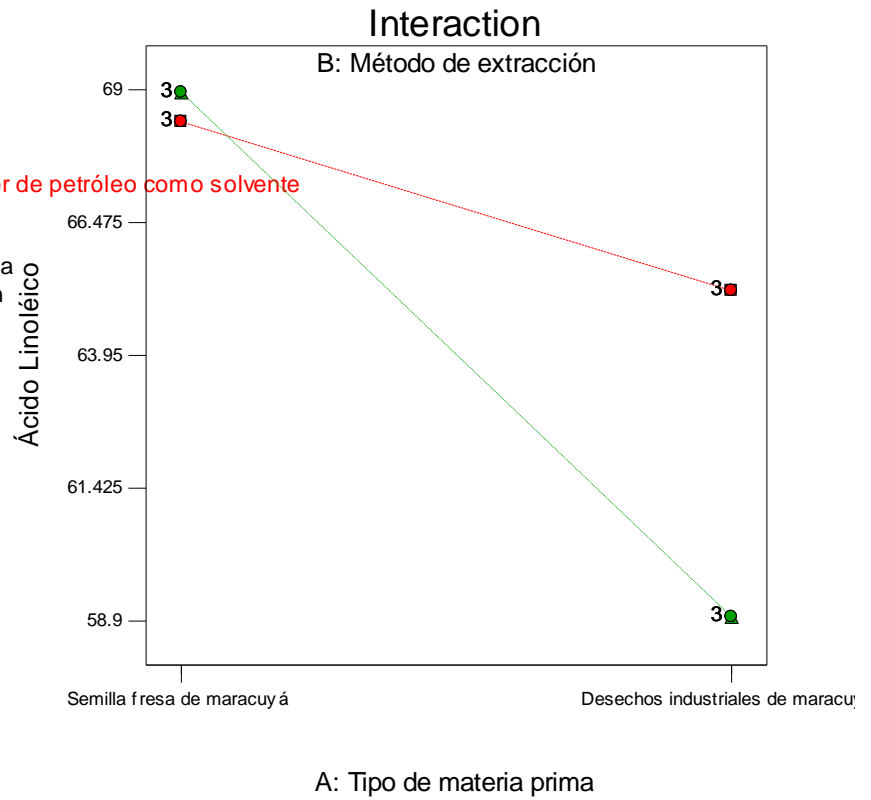


Figura 15. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el contenido de ácido linoleico.

Fuente: elaboración propia

3.1.3. Efecto en las propiedades fisicoquímica del aceite extraído por prensado en frio y por solvente orgánico.

En la tabla 12 se presenta los resultados obtenido para la variable dependiente las propiedades fisicoquímicas del aceite según el método de extracción y el tipo de materia prima según diseño factorial 2^k con 2 réplicas.

Tabla 12. Matriz de resultados para las propiedades fisicoquímicas del aceite extraído por prensado en frio y por solvente orgánico.

			Factor 1	Factor 2	Response 4	Response 5	Response 6
Std	Run	Block	A:Tipo de materia prima	B:Método de extracción	Indice de peroxido meq.O2/kg	Indice de Yodo g Yodo absorbidos /100 g de muestra	Indice de Acidez % acido oleico
				Extracción			
5	1	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	usando Éter de petróleo como solvente	2	140.415	3.7326
12	2	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	2	144.21	4.0437
				Extracción			
4	3	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	usando Éter de petróleo como solvente	2.4	142.3125	4.1741
8	4	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frio	4	142.3125	5.2678
7	5	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frio	3.2	141.0475	5.1876

9	6	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	Prensado en frio	4	146.1075	5.308
				Extracción			
3	7	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	usando Éter de petróleo como solvente	1.6	161.2875	4.1801
				Extracción			
1	8	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	usando Éter de petróleo como solvente	1.8	162.5525	4.1427
				Extracción			
2	9	Block 1	Semilla fresa de maracuyá	usando Éter de petróleo como solvente	1.6	158.7575	4.1043
11	10	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	2	158.7575	4.1642
10	11	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	Prensado en frio	1.6	157.4925	4.2533
				Extracción			
6	12	Block 1	Desechos industriales de maracuyá	usando Éter de petróleo como solvente	2.2	154.9625	4.1245

Fuente: elaboración propia

En la tabla 13 se presenta el análisis de varianza para el índice de peróxido según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

Tabla 13. Análisis de Varianza para el índice de peróxido

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	7.8	3	2.6	27.8571429	0.0001
A-Tipo de materia prima					
prima	2.61333333	1	2.61333333	28	0.0007
B-Método de extracción					
AB	3.85333333	1	3.85333333	41.2857143	0.0002
AB	1.33333333	1	1.33333333	14.2857143	0.0054
Pure Error	0.74666667	8	0.09333333		
Cor Total	8.54666667	11			
R2	0.91263651				

Fuente: elaboración propia

En la figura 16 se puede observar que el índice de peróxidos se mantiene casi constante para el aceite obtenido de ambas tipos de materia prima por prensado en frío, incrementándose en mayor proporción cuando el aceite es extraído por solvente orgánico para los desechos de maracuyá en comparación para el aceite de semilla fresca de maracuyá.

Design-Expert® Software

Índice de peróxido

● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frío

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción

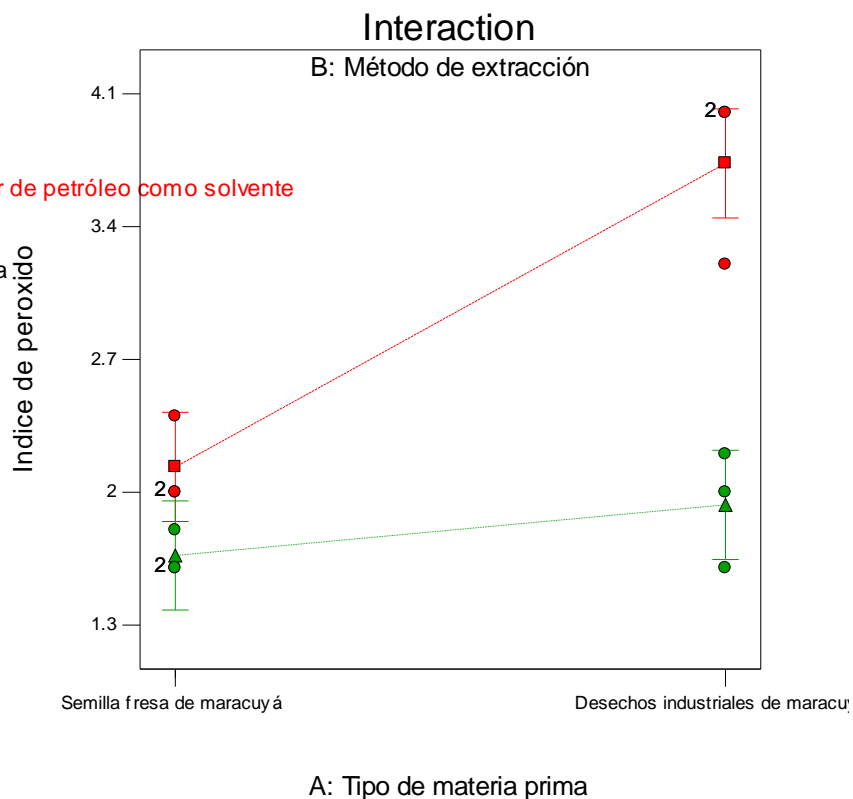


Figura 16. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de peróxido del aceite.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se presenta el análisis de varianza para el índice de yodo según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el método de extracción es estadísticamente significativa al 95% de confiabilidad (p-valores menores al 0.05), siendo el tipo de materia prima y la interacción AB no significativas.

Tabla 14. Análisis de Varianza para el índice de yodo

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	813.314356	3	271.104785	60.237037	< 0.0001
A-Tipo de materia prima	6.53425208	1	6.53425208	1.45185185	0.2627
B-Método de extracción	790.644502	1	790.644502	175.674074	< 0.0001
AB	16.1356021	1	16.1356021	3.58518519	0.0949
Pure Error	36.0050625	8	4.50063281		
Cor Total	849.319419	11			
R2	0.95760716				

Fuente: elaboración propia

En la figura 17 se puede observar que el índice de yodo se incrementa cuando es extraído por prensado en frío siendo este menor por extracción por solvente para ambos tipos de materia prima.

Design-Expert® Software

Índice de Yodo

● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frío

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción

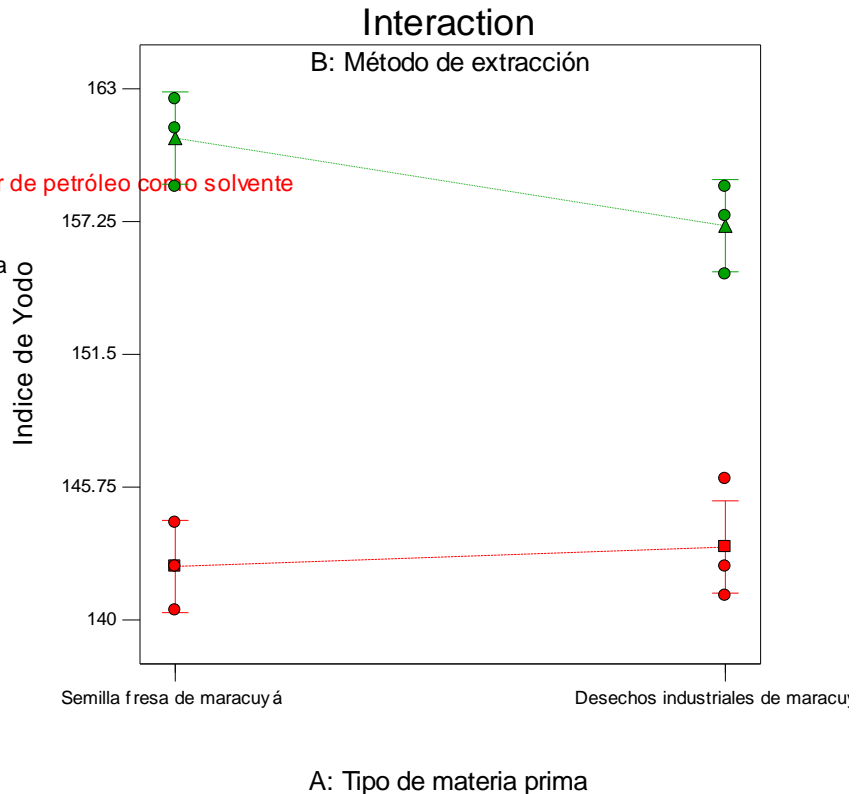


Figura 17. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de yodo del aceite.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 15 se presenta el análisis de varianza para el índice de yodo según el tipo de materia prima (A) y método de extracción (B), del cual se puede observar que el tipo de materia prima, método de extracción y la interacción AB son estadísticamente significativas al 95% de confiabilidad. (P-valores menores al 0.05)

Tabla 15. Análisis de Varianza para el índice de acidez

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	3.05314334	3	1.01771445	66.7395384	< 0.0001
A-Tipo de materia prima	1.28569987	1	1.28569987	84.3134496	< 0.0001
B-Método de extracción	0.62778151	1	0.62778151	41.1685696	0.0002
AB	1.13966197	1	1.13966197	74.7365962	< 0.0001
Pure Error	0.12199239	8	0.01524905		
Cor Total	3.17513573	11			
R2	0.96157884				

Fuente: elaboración propia

En la figura 18 se puede observar que para la semilla fresca de maracuyá es casi indiferente la variación de índice de acidez para ambos métodos de extracción. Para el caso de desechos industriales de maracuyá se puede observar que el método de extracción usando éter de petróleo como solvente incrementa el índice de yodo en comparación con la semilla fresca de maracuyá.

Design-Expert® Software

Indice de Acidez

● Design Points

■ B1 Extracción usando Éter de petróleo como solvente

▲ B2 Prensado en frío

X1 = A: Tipo de materia prima

X2 = B: Método de extracción

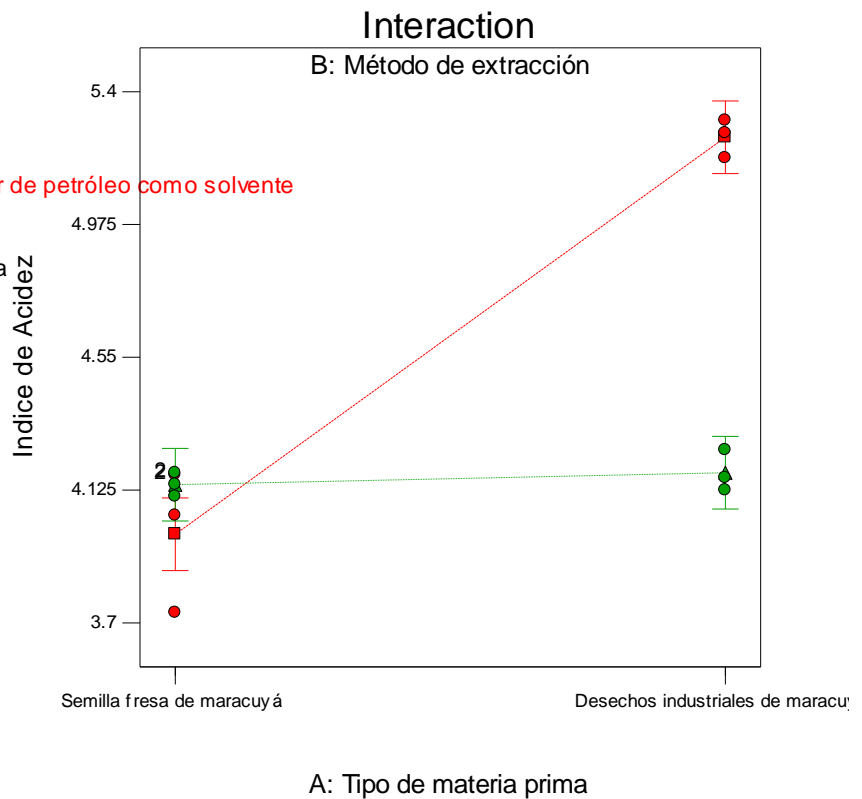


Figura 18. Efecto del tipo de Materia Prima y método de extracción en el índice de acidez del aceite.

3.2. Discusión de resultados

El rendimiento del aceite extraído por solvente (éter de petróleo) se encontró un rango de variación 7% y 14% para la semilla de maracuyá fresca y la semilla de desecho industrial respectivamente, valores que resultaron, menores que los publicados por Ixtaina V. (2010) quien uso éter como solvente. Por ejemplo Gokturk N. y Col. (2007) determinaron que la concentración de aceites de la semilla de uva oscilaba entre 12.35% y 16% lo cual oscila entre el rango obtenido en la extracción de aceite de maracuyá por solvente (éter de petróleo) a que nuestros resultados arrojan un porcentaje que está dentro de rango de otras extracciones realizadas con solvente orgánico. Según Bockisch, 1998, la extracción con solventes, principalmente Éter, es uno de los procesos más tradicionales empleados en la obtención de aceites de semillas.

La comparación entre ambos sistemas de extracción estudiados mostros diferentes significativos ($p \leq 0.05$) en el rendimiento en aceite. El máximo rendimiento se obtuvo para la extracción por prensado, el cual resulto en promedio aproximadamente un 25 y 27% para semilla fresca y semilla de desecho industrial respectivamente mayor que el alcanzado mediante solvente, este hecho puede ser atribuido a la mayor capacidad de los solventes orgánicos para extraer la mayoría de los componentes lipídicos presentes en la semilla de maracuyá.

La extracción de aceite vegetal mediante la técnica de extracción por solvente y prensado en frio resulto ser efectiva, las primeras gotas de aceites comenzaron a salir entre 3 y 4 horas por la extracción por solvente y en 5 min por prensado en frio, he inmediatamente se dio la separación de fases. El tiempo de extracción se determinó entre los primeros experimentos observando que inicialmente se obtenía el mayor volumen de aceite y del prensado, a comparación de la de la extracción por solvente. Por lo que Dourling (2006), quien sugiere que el tiempo de extracción para los aceites vegetales no sea mayor de 8 horas para el soxhlet y de 30 min para el prensado.

En las pruebas realizadas por extracción en prensado hemos tenido en cuenta que lo importante de esta etapa es el control de la temperatura y la presión de la prensa para el logro de una buena eficiencia de extracción de aceite y al mismo tiempo, disminuir los procesos oxidativos del aceite, por lo que concordamos con lo aportado por la autora Estefanía N. Giotto (2014), que indica que el proceso de extracción por prensado es afectado por varios parámetros, tales como el contenido de la humedad de la semilla, la capacidad de la prensa y la potencia aplicada.

El principal ácido graso presente en los aceites estudiados fueron: á-linoleico con un rango de 58.98 - 68.95% estos resultados concuerdan con los estudios realizados previamente (Ayerza, 1995 AOCS, 1998); que el principal ácido graso fue el á-linoleico con un rango de 64.50 - 69.30%.

La comparación entre ambos sistemas de extracción estudiados mostro diferencias significativas ($p \leq 0.05$) que el porcentaje de ácido oléico y linoléico. El mayor porcentaje se obtuvo por el método de prensado en ambas variedades, resultado que coinciden con los informados por otros autores en aceites de girasol (Brevedan y col.2000).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El mejor método de extracción para los tipos de semilla de maracuyá es el prensado en frío, que se obtuvo de la semilla de maracuyá fresca el 27% y el de la semilla de desecho industrial un 25% y la del solvente para la semilla fresca de maracuyá 14% y la semilla de desecho industrial un 7%; por lo tanto, el rendimiento del prensado fue mayor que el del solvente orgánico.
- Se caracterizó, los principales ácidos grasos detectados en los aceites de semilla de maracuyá obtenidos por ambos procesos fueron los siguientes según el orden de abundancia: ácido linoléico (ALN), ácido oleico (o), ácido esteárico (E), ácido palmítico (P), fue similar para ambos procesos de extracción.
- El examen cromatográfico de la semilla de maracuyá según su rendimiento obtuvimos un alto porcentaje de ácido linoleico de 68.95%.

4.2. Recomendaciones

- Fijar parámetros para el tamaño de la semilla de maracuyá (*passiflora edulis* S.) por que es necesario realizar una trituración previa de la materia prima para facilitar el proceso de extracción por Soxhlet, esto ayudara a tener datos más precisos en los resultados y ver el rendimiento de acuerdo al tamaño.
- Realizar pruebas piloto, para determinar el tiempo de extracción, ya que posee un tiempo máximo en el cual se extraen los compuestos presentes en el aceite.
- Evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento en el aceite para evitar la oxidación o proliferación de mohos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMPEX.2006.** Perfil del mercado de la maracuyá fresca. Asociación macro regional de productores para la exportación.
- Colom, R.** 1955. Aceites y grasas. Su extracción industrial por disolventes. Ed. Tip Cat. Casals. Barcelona, España.
- Schmidt-Hebbel, H.** 1966. Química y tecnología de los alimentos. Ed. Salesiana. Santiago, Chile.
- F. Anwar, Z. Zreen, B. Sultana, A. Jamil. 2013.** Prensado en frío de semillas de lino (*Linum usitatissimum* L.) con enzimas asistida: Mejora en el rendimiento, la calidad y los compuestos fenólicos del aceite. Revista Científica: Grasas y Aceites International Journal of Fast and Oils. 465-471p.
- S. Raziq, F. Anwar, Z. Mahmood, S. A. Shahid, R. Nadeem.** Caracterización de aceites de semillas de diferentes variedades de sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] procedentes del Pakistán. Revista Científica: Grasas y Aceites International Journal of Fast and Oils. 365-372 p.
- Roxana Lizeth Cruz Claudia, Lissette Meléndez Zepeda. 2010.** Obtención, refinación y caracterización del aceite de la semilla de *passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá). (Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/5545/1/10128150.pdf>)
- Marcela Lilian Martínez. 2010.** Extracción y Caracterización de Aceite de Nuez (*Juglans regia* L.): influencia del cultivar y de factores tecnológicos sobre su composición y estabilidad oxidativa. (Disponible en: www.efn.unc.edu.ar).
- Simopoulos, A. P. (2002).** The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56(8), 365-379.
- Simopoulos, A. P. (2008).** The Importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine* 233, 674 - 688.

- kang, J. X. (2005).** Balance of omega-6/omega-3 essential fatty acids is important for health. The evidence from gene transfer studies. *World Review of Nutrition and Dietetics*(95), 93 - 102.
- Autino H (2009).** Capítulo 2. Preparación de semillas oleaginosas. En *Temas Selectos en aceites y grasas*. Eds. JM Block y D Barrera Arellano, Editorial Blücher, San Pablo (Brasil) pp. 31-95
- Bockisch M (1998).** Extraction of vegetable oils. En *Fats and oils handbook*. AOCS Press, Champaign (USA)
- González L (2011).** Protocolo de calidad para el aceite de girasol. Alimentos argentinos. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Página web: www.alimentosargentinos.gov.ar/Protocolo_Aceite_Girasol.pdf (acceso 05/2013).
- kang, J. X. (2005).** Balance of omega-6/omega-3 essential fatty acids is important for health. The evidence from gene transfer studies. *World Review of Nutrition and Dietetics* (95), 93 - 102.
- Demarco A (2009).** Extracción por solvente. En: *Temas Selectos en Aceites y Grasas - Volumen 1/ Procesamiento* (Eds) Jane Mara Block, Daniel BarreraArellano. AOCS Press, São Paulo, (Brasil)
- Tironi V A (2005).** Rancidez oxidativa en salmón de mar (*Pseudoperca semifasciata*). Interacción lípidos oxidados – proteínas. Tesis Doctoral. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (FCE-UNLP)

ANEXOS

Análisis fisicoquímicos

Determinación de peróxido de semilla fresca y desecho industrial

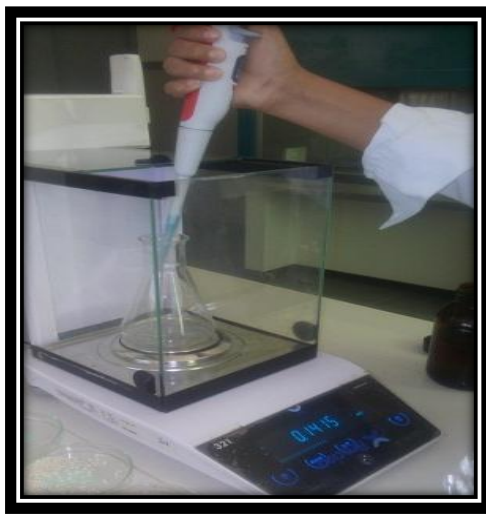


Figura 19. Pesado el aceite

Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Se agrega 15 ml se solución ácido acético/cloroformo

Fuente: Elaboración propia.

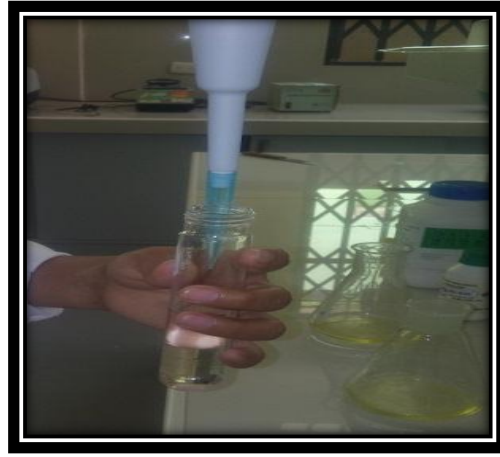


Figura 21. Se agrega 250 uL de KI Saturado
Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Se titula de amarillo a pajizo
Fuente: Elaboración propia.

Determinación de índice de yodo de semilla fresca y desecho industrial



Figura 23. Pesado de aceite

Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. Se agregó 10 ml de cloroformo

Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Humedeciendo las tapas

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Titular de marrón a amarillo

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de acidez de semilla fresca y desecho industrial



Figura 27. Agregar 50 ml de alcohol a un matraz de 250 ml
Fuente: Elaboración propia.

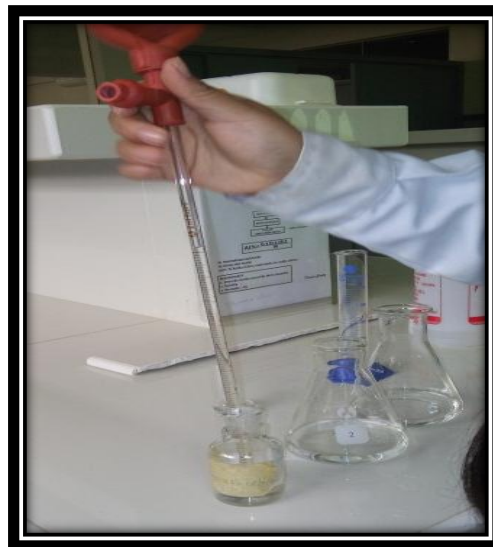


Figura 28. Agregar 2ml de fenolftaleína
Fuente: Elaboración propia.



Figura 29. Calentar a 65°C por 5 min
Fuente: Elaboración propia.

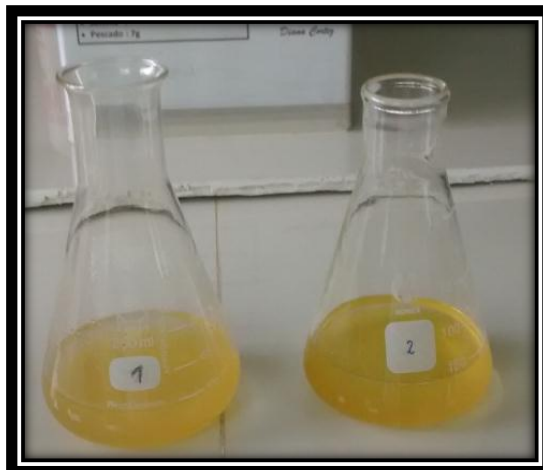


Figura 30. Titular de amarillo a rosa
Fuente: Elaboración propia.