

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



“OBTENCION, REFINACION Y CARACTERIZACION DEL ACEITE DE LA SEMILLA
DE *Passiflora edulis flavicarpa* (MARACUYA)”.

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

ROXANA LIZETH CRUZ

CLAUDIA LISSETTE MELENDEZ ZEPEDA

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

16 DE FEBRERO
DE 1841

FEBRERO DE 2004

SAN SALVADOR. EL SALVADOR. CENTRO AMERICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LICDA. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA

MSc. MIRIAM DEL CARMEN RAMOS DE AGUILAR

COORDINADORA GENERAL

LICDA. MARIA C. ODETTE RAUDA ACEVEDO

COORDINADORA DE AREA

BIOQUIMICA Y CONTAMINACION AMBIENTAL

MSc. SONIA MARICELA LEMUS

COORDINADORA DE AREA

GESTION AMBIENTAL, TOXICOLOGIA Y QUIMICA LEGAL

LICDA. MARIA LUISA ORTIZ DE LOPEZ

DOCENTE DIRECTOR

ING. SERGIO ARMANDO MARAVILLA MIRANDA

AGRADECIMIENTOS

- A Dios: por permitirme coronar mi carrera profesional.
- A mi madre: por brindarme su Amor y comprensión en cada segundo de mi vida.
- A mi familia: por su apoyo incondicional.
- A mi compañera Claudia Meléndez por su gran tolerancia.
- A la familia Meléndez Zepeda por haberse convertido en mi segundo hogar.
- A nuestro asesor Ing. Sergio Armando Maravilla por brindarnos sus conocimientos y dedicarnos su tiempo desinteresadamente.
- A nuestros amigos Lic. Marco Antonio Aquino y Lic. René Alexander Escalante por habernos motivado al desarrollo de este trabajo.
- Al Sr. Luis Alonso Abrego y Sr. Víctor Sánchez por su servicialidad en el desarrollo de la parte experimental.
- A Doris Henríquez por toda la ayuda brindada desinteresadamente en la realización de este trabajo.
- A nuestros asesores de área Lic. Odette Rauda Acevedo, MSc. Marisela Lemus y Lic. Maria Luisa de López, porque valiéndonos de su experiencia profesional hemos podido terminar con éxito el presente trabajo.
- A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

Roxana Lizeth Cruz

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por haberme permitido alcanzar esta meta, brindándome la sabiduría y fortaleza necesaria para lograrlo.

A mis padres: José Rafael Meléndez y Nelly Zepeda de Meléndez por haberme inculcado el deseo de superación, demostrándome su apoyo y amor incondicional en todo momento.

A mis hermanas: Coralia y Nelly Meléndez Zepeda, por su ejemplo de hermandad, cariño y solidaridad.

A nuestro asesor: Ing. Sergio Armando Maravilla por brindar sus conocimientos y dedicación en el desarrollo de este trabajo.

A mi compañera: Roxana Lizeth Cruz por su amistad sincera y su inmenso apoyo en la realización de este trabajo.

A Doris Henríquez: De manera muy especial por su amistad y apoyo brindado de manera desinteresada.

Claudia Lissette Meléndez Zepeda

DEDICATORIA

- A Dios: por haberme permitido culminar con satisfacción la meta más importante de mi vida y poner en mí camino a las personas necesarias para lograrlo.
- A mi madre: Miriam Concepción Cruz, por ser la inspiración más grande para llegar hasta el final y darme su apoyo incondicional en todo momento.
- A mi abuelita: María de Cruz, por ser el soporte espiritual que me sostiene a lo largo de mi vida.
- A mis tíos, tías y primas por motivarme a seguir siempre adelante.
- A mis amigas: Fátima, Pathy, Sara y Marcela por estar conmigo en todo momento.
- A mi compañera: Claudia Meléndez por demostrarme el verdadero valor de la amistad y haber compartido los momentos más importantes e inolvidables de mi vida.
- A mi hermanita: Ángela Ivania por su solidaridad en todos los momentos que más la he necesitado.

Roxana Lizeth Cruz

DEDICATORIA

A Dios: Por haberme permitido alcanzar esta meta y guiarme en toda mi vida.

A mis padres: José Rafael Meléndez y Nelly Zepeda de Meléndez con todo mi amor y gratitud, por los esfuerzos y sacrificios que hicieron para poder alcanzar este triunfo.

A mi Abuelo: Rafael Antonio Zepeda Orantes (Q.D.D.G) de manera muy especial, quien fue mi ejemplo de perseverancia y superación académica.

A mi familia: con mucho cariño por su apoyo y motivación en cada momento de mi vida.

Claudia Lissette Meléndez Zepeda

INDICE

	Pag
I. INTRODUCCIÓN	xii
II. OBJETIVOS	
III. MARCO TEÓRICO	15
3.1 Generalidades de <i>Passiflora edulis flavicarpa</i> (maracuyá)	15
3.1.1 Clasificación Taxonómica	15
3.1.2 Variedades	16
3.1.3 Composición Química	16
3.1.4 Cosecha	17
3.1.5 Exigencias del Cultivo	17
3.1.6 Usos	18
3.2 Generalidades de aceites vegetales	19
3.2.1 Composición Química de Aceites Vegetales	19
3.2.2 Extracción de Aceites Vegetales	20
3.2.2.1 Extracción del Aceite por Prensado	20
3.2.2.2 Extracción con Solvente	20
3.3 Refinación de Aceites Vegetales	21
3.4 Análisis Físicoquímico de Aceites	22
3.4.1 Pruebas Físicas	22
3.4.2 Pruebas Químicas	23
3.5 Determinación de Proteínas	23
IV DISEÑO METODOLÓGICO	26
4.1 Investigación Bibliográfica	26
4.2 Investigación de Campo	26

4.2.1 Localización y Recolección de Materia Prima	26
4.2.2 Tratamiento de Semillas	26
4.2.3 Trituración de Semillas	27
4.3 Parte Experimental	27
4.3.1 Extracción del Aceite	27
4.3.2 Refinación del Aceite	28
4.3.2.1 Refinación Química	28
4.3.2.2 Refinación Física	29
4.3.3 Almacenamiento	30
4.3.4 Análisis Fisicoquímico del Aceite	30
4.3.4.1 Pruebas Físicas	30
4.3.4.2 Pruebas Químicas	34
4.3.5 Cuantificación de Proteínas de la Semilla	38
V RESULTADOS	41
VI DISCUSION DE RESULTADOS	49
VII CONCLUSIONES	56
VIII RECOMENDACIONES	59

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE CUADROS DE RESULTADOS

Cuadro	Pág.
1. Rendimiento Porcentual del aceite	41
2. Refinación Química y Física	42
3. Determinación de pH	42
4. Determinación de Punto de Humo	42
5. Determinación de Viscosidad	43
6. Determinación de Densidad	43
7. Determinación de Cenizas	43
8. Determinación de Índice de Refracción	44
9. Determinación de Solubilidad	44
10. Determinación de Índice de Acidez	45
11. Determinación de Índice de Yodo	45
12. Determinación de Índice Peroxido	46
13. Determinación de índice de Saponificación	46
14. Cuantificación de Proteínas	47

INDICE DE ANEXOS

	Anexo
Figura N° 1: Maracuyá antes de ser plantada	1
N° 2: Plantación de Maracuyá	1
N° 3: Planta de Maracuyá	1
N° 4: Fruto de Maracuyá	1
N° 5: Semilla del Fruto	1
N° 6: Equipo de Extracción Soxhlet	1
Tabla N° 1: Solubilidad USP 24	2
N° 2: Pruebas Químicas de Aceites de Vegetales	2
N° 3: Pruebas Físicas de Aceites Vegetales	2
N° 4: Porcentaje de Proteínas en Aceites Vegetales	2
Resultados de Cuantificación de Proteínas	3
Proceso Industrial de Refinación en El Dorado	4
Material y Equipo	5
Cálculos de Pruebas Químicas y Físicas	6

1.0 INTRODUCCIÓN

Entre las especies vegetales de uso no tradicional se encuentra la *Passiflora edulis flavicarpa* cuyo nombre común es “Maracuyá”, siendo el fruto la parte mas utilizada de esta planta principalmente en la industria alimenticia específicamente en refrescos, sin darle ningún aprovechamiento a la semilla.

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 *Passiflora 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.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Obtener, refinar y caracterizar el aceite de la semilla de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá).

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Extraer el aceite de la semilla de Maracuyá utilizando hexano.

2.2.2 Cuantificar el rendimiento porcentual del aceite extraído.

2.2.3 Realizar refinación física y química del aceite obtenido mediante los tratamientos generales de purificación: desgomado, neutralización, deodorización y winterización.

2.2.4 Realizar análisis fisicoquímico y controles de calidad al aceite obtenido como producto terminado.

2.2.5 Cuantificar el contenido de proteínas del residuo de la semilla de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá).

CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 GENERALIDADES DE *Passiflora edulis flavicarpa* (MARACUYA).

El Maracuyá, es originario del Trapecio Amazónico, actualmente se cultiva en Brasil, que es el mayor exportador mundial de jugos.

El Maracuyá posee un sabor particular intenso y su alta acidez, constituyéndose en una base fuerte para bebidas industrializadas. Así mismo, esta especie es buena fuente de vitamina A y niacina.¹⁵

3.1.1 Clasificación taxonómica de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá).⁵

Reino: Vegetal

Tronco: Cormófitas

División: Antofitas

Sub-división: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Dialipétalas

Orden: Violales

Familia: Passifloraceae

Genero: Passiflora

Especie: edulis

3.1.2 Variedades

Existen dos variedades o formas de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá):

Maracuyá Amarillo

(*Passiflora edulis variedad flavicarpa*) que presenta frutos vistosos de color amarillo con diversas formas. Esta variedad crece y se desarrolla muy bien en zonas bajas. Es una planta más rústica y vigorosa que el Maracuyá púrpura.

Maracuyá rojo o morado

(*Passiflora edulis variedad púrpura Sims*) que presenta frutos pequeños de color rojo. Esta variedad crece y se desarrolla en zonas templadas.¹⁵

3.1.3 Composición Química

La composición típica de la fruta de Maracuyá es la siguiente: cáscara 50-60%, el jugo 30-40%, semillas 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia. (Ver anexo 2)

Una fruta de Maracuyá tiene en promedio un valor energético de 78 calorías, 2.4 g de hidratos de carbono, 5mg de calcio, 17 mg de fósforo, 0.3 mg de hierro, 684 mg de vitamina A, 0.1 mg de vitamina B₂ (Riboflavina), 2.24 mg de Niacina y 20 mg de vitamina C.¹⁶

En cuanto a la semilla se puede decir que estas son de color negro, forma de corazón, superficie rugosa, cubiertas con un arilo carnoso y muy aromático.

3.1.4 Cosecha

El Maracuyá es una planta fructífera que comienza a producir en el primer año de sembrado, además tiene un período de vida relativamente corta. El mayor rendimiento se obtiene en el segundo o tercer año y disminuye en los años siguientes.¹⁵

El punto de madurez fisiológica está dado por el desprendimiento de la fruta de la planta, cayendo al suelo y allí es donde se hace la recolección. Se recomienda recoger los frutos durante el período lluvioso para evitar quemazón de la corteza por efecto de los rayos solares, causando golpe de sol en los frutos haciendo quebradiza la cáscara, provocando daños innecesarios al momento de su procesamiento. Además, los frutos una vez desprendidos de la planta pierden peso rápidamente.¹⁶

Época de plantación: Marzo a Mayo.

Época de cosecha: Cosecha no interrumpida durante todo el año.

3.1.5 Exigencias del cultivo¹⁶

a) Agroecológicas.

Clima: Cálido Sub-cálido

T°: 21-24°C

Humedad: 80-90%

Pluviosidad: 1000-1800mm al año

Altitud: 0-1,600msnm

b) Requerimientos edáficos.

Tipo de suelo: Franco arcillo-arenoso, aireados de fácil drenaje, altos en materia orgánica.

Acidez: pH 4.5-5.5

3.1.6 Usos

El fruto se consume como fruta fresca o en jugo. Se utiliza para preparar refrescos, néctares, yogures, mermeladas, licores, helados, enlatados.

Se recomienda para bajar la presión arterial, como tranquilizante y como fuente de vitamina C.

La semilla de maracuyá se suministra entera a las gallinas y a los cerdos se les dá molida como fuente de grasa y proteína.¹⁷

El aceite de la semilla de maracuyá se utiliza en la preparación de ciertos productos cosméticos, debido a que este presenta una rica composición de ácidos grasos, ayudando a la restauración de la capa lipídica de la piel y volviéndola emoliente a través de la formación de una película, dejando la piel sedosa.

Se utiliza la manteca de la semilla en quemaduras, para aplacar dolores y también como hidratante, debido a su alta capacidad de absorción de agua, lo que posibilita la recuperación de la humedad natural de la piel. Actúa sobre el tejido cutáneo formando una película protectora que impide la evaporación de agua en la piel.¹⁸

3.2 GENERALIDADES DE ACEITES VEGETALES.

Los aceites y las grasas, cualquiera que sea su origen (vegetal o animal), son sustancias líquidas o sólidas, más o menos coloreada, untuosas, inflamables, fusibles, más livianas e insolubles en agua y en alcohol, constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Este último elemento no se encuentra en los aceites y grasas minerales.

Los aceites y las grasas vegetales se encuentran en mayores proporciones en las semillas y en los frutos. Algunos se extraen de las raíces, aunque esto se hace en casos muy especiales.⁸

3.2.1. Composición química de aceites vegetales

Los aceites vegetales están constituidos por glicéridos terciarios, en los que la glicerina se combina con diversos ácidos grasos de peso molecular elevado. Las características de cada aceite vegetal dependen de las proporciones en que cada glicérido entra en su composición.

Los glicéridos que más abundan en los aceites vegetales son la estearina, la palmitina y la oleina. Los dos primeros son sólidos, mientras que el tercero es líquido a la temperatura ordinaria. En las grasas vegetales (aceites sólidos), predominan la estearina y la palmitina. En los aceites, el glicérido predominante es la oleina.⁸

Los procesos productivos para la obtención de aceites vegetales en la actualidad constan de dos grandes etapas las cuales se conocen como Extracción y Refinación.

3.2.2 Extracción de aceites vegetales

El aceite contenido en las semillas oleaginosas no se separa de estas mientras se encuentran frescas. Generalmente las semillas se estacionan en lugares apropiados durante cierto período de tiempo que depende de su grado de humedad. Se debe tener presente que la humedad deprecia notablemente una semilla, y que el aceite obtenido de ella, también resulta de una calidad inferior. La semilla seca se debe conservar sin que se alteren sus propiedades, por el contrario en una semilla húmeda, si no se seca convenientemente se pueden desarrollar mohos y sabores desagradables que, al pasar al aceite lo harían muchas veces de difícil refinación.⁸

El aceite contenido en las semillas oleaginosas se puede extraer por dos procedimientos bien diferenciados: a) por prensado, y b) con disolventes.

3.2.2.1. Extracción de aceites por prensado

Para separar el aceite de las semillas pueden emplearse prensas mecánicas o hidráulicas, que a su vez pueden ser continuas o discontinuas. No cabe duda que las prensas hidráulicas discontinuas son las más prácticas y eficientes.⁸

3.2.2.2 Extracción con solventes

El proceso de extracción de aceites con solventes permite el agotamiento casi total de la semilla. Este proceso consiste en tratar las semillas con un solvente volátil que generalmente es el n-hexano, el cual es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en este.¹⁹ Posteriormente a través de un proceso de destilación se retira todo el solvente utilizado, condensándolo para su reutilización.

3.3 REFINACION DE ACEITES VEGETALES

Los aceites obtenidos por los métodos antes mencionados deben someterse, pues, a ciertos tratamientos de purificación y refinación, con los cuales se eliminan todas aquellas características que afectan su calidad.

Los tratamientos generales de refinación que se aplican comúnmente a los aceites vegetales son ¹⁰

Desgomado: este proceso consiste en retirar del aceite principalmente los fosfátidos (gomas) y como consecuencia se lograra disminuir los sedimentos, color y acidez en el aceite procesado en esta etapa.

Neutralización: el objetivo principal es la reducción de ácidos grasos y el color. Un objetivo más moderno es la reducción del contenido de fosfátidos o fósforo (p) hasta llegar lo más cerca posible a cero.

Lavado con agua: El objetivo del lavado con agua es eliminar cualquier vestigio de jabones y fosfátidos residuales que permanecen en el aceite después del centrifugado primario.

Deodorización: este proceso se lleva a cabo utilizando altas temperaturas en el cual se reducirán las cantidades de ácidos libres, se retiraran los compuestos causantes del sabor y olor; tales como aldehídos, alcoholes, pigmentos colorantes y se tendrá la destrucción de los peróxidos. Se realizara utilizando laminas de metal que serán sometidas a alta temperatura con el objetivo de provocar la eliminación de sustancias volátiles.

Winterización: Se aplicaran bajas temperaturas al aceite para separar los glicéridos saturados que precipiten con el cambio de temperatura.

3.4 ANALISIS FISICOQUIMICO DE ACEITES

3.4.1 Pruebas Físicas

Solubilidad ⁽²⁾: 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 ⁽²⁾ : se define 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 ⁽²⁾: la densidad se define como la masa de una sustancia por unidad de volumen.

Índice de refracción ⁽²⁾: el índice de refracción de una sustancia está basado en la relación que existe entre la velocidad de la luz en el aire y su velocidad en la sustancia que se analiza.

Punto de humo ⁽²⁾: se define como la temperatura en la cuál una muestra da continuamente un humo azulado.

Viscosidad ⁽²⁾: la viscosidad es la propiedad de líquidos que está relacionada con la resistencia de fluido. Está definida en términos de la fuerza requerida para mover continuamente una sustancia a lo largo de una superficie lisa bajo condiciones específicas, en la cual la superficie es cubierta por el líquido en cuestión.

Cenizas ⁽²⁾: éste procedimiento está dado con el fin de determinar el porcentaje del material en prueba que es volatilizado y sometido bajo las condiciones especificadas.

El procedimiento especificado es no destructivo para la sustancia bajo prueba.

3.4.2 Pruebas Químicas

Índice de acidez (I.A)²: es la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio, necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de muestra.

Índice de yodo (I.I)²: el valor de yodo de una sustancia es el peso de yodo absorbido por 100 gramos de la sustancia.

Índice de peróxido (I.P)²: es el número que expresa en meq. De oxígeno activo, la cantidad de peróxido contenido en 1000 gramos de muestra.

Índice de saponificación (I.S)²: es la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio requerida, para llevar a cabo la hidrólisis alcalina de los ácidos contenidos en un gramo de grasa o aceite.

3.5 DETERMINACION DE PROTEINAS

El método de valoración de nitrógeno proteico de mayor aplicación es el de Kjeldahl. En este método se mide la cantidad de nitrógeno que contiene una muestra y se convierte el nitrógeno en proteína multiplicándolo por un factor de acuerdo a la naturaleza de la proteína, ya sea de origen animal o vegetal.

En la determinación química de las proteínas, los datos son expresados como nitrógeno proteico total.³

FUNDAMENTO DEL METODO DE MICRO – KJELDAHL.

1. Destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente. Este actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos como catalizadores; el amoníaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio.
2. Liberación del amoníaco liberado, recogéndolo en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio.
3. El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico empleando como indicador una mezcla de azul de metileno y rojo de metilo.



CAPITULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

La metodología se divide en tres partes:

4.1 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

En esta etapa comprende se realizó la investigación teórica de la especie en estudio, generalidades de extracción y refinación de aceites, composición química, usos, pruebas fisicoquímicas.

4.2 INVESTIGACION DE CAMPO

Tipo de estudio: experimental – prospectivo.

Muestreo: aleatorio simple al azar.

Universo: plantación de maracuyá de la hacienda tecolocoy.

Muestra: 1500 frutos.

4.2.1 Localización y recolección de materia prima

Se trabajó con los frutos cosechados en la hacienda Tecolocoy, cantón El Junquillo; municipio de Ahuachapán, ciudad de Ahuachapán. El procedimiento consiste, primero en la limpieza de la fruta que posteriormente es cortada en forma manual.

Las semillas que ahora son descartadas constituyen la materia prima que utilizaremos para el trabajo propuesto.

4.2.2 Tratamiento de Semillas

La semilla de Maracuyá se somete a un proceso de secado para evitar el efecto de humedad que podría interferir en la calidad del aceite.

El secado se llevo a cabo por exposición a los rayos solares de dos a tres días manteniendo la temperatura entre 60 y 70° C, evitando así el deterioro por acción de calor del aceite contenido en la semilla.⁸

4.2.3 Trituración de la Semilla

Una vez efectuado el desecado de la semillas, se realizó su trituración con lo cual aumentará la superficie de contacto y facilitará la penetración del solvente en ellas.⁸

4.3 PARTE EXPERIMENTAL

4.3.1 Extracción del Aceite

Procedimiento:

- 1- Secar las semillas en la estufa a 60-70° C
- 2- Triturar las semillas en un mortero
- 3- Pesar la cantidad de semilla a utilizar
- 4- Armar el equipo de extracción (ver anexo 1 - figura 6)
- 5- Colocar las semillas en una bolsa de manta
- 6- Cerrar la bolsa y colocarla dentro del tubo de extracción
- 7- Agregar poco a poco el solvente n- Hexano hasta que cubra totalmente la muestra
- 8- Realizar el proceso de extracción por 10 horas

4.3.2 Refinación del Aceite

Se hará por medio de dos sistemas:

Refinación química

Refinación física

4.3.2.1 Refinación química

Desgomado

Procedimiento: ⁽¹⁰⁾

1. Precalentar el aceite a $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
2. Adicionar ácido fosfórico al 85%, a un 0.2% con respecto al aceite a temperatura ambiente. Mezclar totalmente.
3. Calentar la mezcla a 95°C .
4. Lavar con agua caliente a 95°C .
5. Dejar en reposo la mezcla por 15 minutos.
6. Centrifugar.

Neutralización

Procedimiento: ⁽¹⁰⁾

1. Calentar el aceite a 85°C .
2. Preparar una solución de soda cáustica a 20° Baumé (14.64% de NaOH).
3. Determinar la cantidad de ácidos grasos mediante el índice de acidez y a partir de éste, se conoce la cantidad de hidróxido de sodio necesario; se agrega un 10% de exceso de soda cáustica al aceite.

4. Dejar reposar la mezcla y centrifugar.
5. Calentar la mezcla a 95° C y lavar con un 10% de agua a 95° C en base al peso del aceite.
6. Reposar la mezcla y centrifugar.
7. Lavar con el 5% de agua caliente a 95° C en base al peso del aceite.
8. Dejar reposar la mezcla y centrifugar.
9. Si es necesario repetir un tercer lavado hasta evitar producción de jabón.

Lavado con agua

Procedimiento: ⁽¹⁰⁾

1. Lavar el aceite con una proporción del 15% de agua desmineralizada caliente a 93°C en base al peso del aceite.
2. Mezclar y centrifugar.

4.3.2.2 Refinación física

Deodorización

Procedimiento: ⁽¹⁰⁾

1. Colocar dos láminas (como mínimo) en forma de cascada.
2. Colocar dos mecheros de Fisher en la parte inferior de cada lámina.
3. Verter el aceite en la lámina superior para que éste escurra por las otras láminas.
4. Recibir el aceite en un beaker limpio y seco.

Winterización

Procedimiento: ⁽¹⁰⁾

1. Calentar aceite a 130°C en un beaker.
2. Llevar la muestra a 25°C, en un baño de agua.
3. Colocar el beaker en un baño de hielo.
4. Dejar reposar 5 horas con 30 min.
5. Examinar si hay formación de cristales de grasa o nebulosidad.
6. Filtrar.

4.3.3 Almacenamiento

El aceite obtenido se almacenará en frascos de vidrio color ámbar.

4.3.4 ANALISIS FISICOQUIMICO DEL ACEITE

4.3.4.1 Pruebas Físicas

Color

Procedimiento ⁽²⁾

1. Agregar un mL. De muestra en un tubo de hemólisis y observar a tras luz.
2. Anotar el color de la muestra así como cualquier cambio de color que pueda ocurrir durante todo el proceso.

Olor

Procedimiento ⁽²⁾

1. Agregar un mL. De muestra en un tubo de hemólisis.
2. Determinar cuidadosamente el olor de la muestra.

Solubilidad ⁽⁴⁾

Se determinará en cada uno de los siguientes solventes de acuerdo a la tabla de solubilidades de la farmacopea 24: (ver anexo 2 – tabla 1)

- Benceno
- Alcohol
- Agua
- Agua caliente
- Hexano

pH

Procedimiento ⁽²⁾

1. Tomar el pH utilizando un pHmetro previamente estandarizado con solución buffer pH 9.0 y 4.0.
2. Colocar 3 mL. De muestra en un beaker e Introducir el electrodo a la muestra y tomar el pH.
3. Enjuagar los electrodos del pHmetro previo a cada lectura y también tomar en cuenta que tanto la solución buffer como la muestra deben tener una temperatura de 25°C al tomar la lectura.

Densidad

Procedimiento ⁽²⁾

1. Pesar el picnómetro vacío y seco.
2. Llenar el picnómetro de aceite y enfriar a 25 °C.
3. Colocar el tapón y verificar que no hayan burbujas.

4. Secar el exterior y la boca del capilar.
5. Pesar el picnómetro.
6. Calcular la densidad por medio de la siguiente formula:(Ver cálculos en anexo 6)

$$\rho = m / V$$

Donde:

ρ = Densidad

m = Peso de la muestra

V = Volumen en mL

Indice de Refracción (η)

Procedimiento ⁽²⁾

1. Tomar la temperatura de trabajo (Temperatura Ambiente)
2. Colocar una gota de muestra en el prisma de medición evitando la formación de burbujas
3. Determinar la lectura en el equipo.
4. Corregir la lectura mediante la siguiente formula: (Ver cálculos en anexo 6)

$$\eta \text{ corregido} = \eta \text{ observado} + [(T^\circ \text{ ambiente} - T^\circ \text{ teórica}) \times 4 \times 10^{-4}]$$

Punto de Humo

Procedimiento ⁽²⁾

1. Colocar 5mL. De muestra en un balón de destilación
2. Colocar un termómetro en la parte superior del balón de destilación.
3. Colocar el balón en un baño de arena.

4. Colocar un mechero fisher directamente en el baño, hasta observar la aparición de un humo blanco-azulado.
5. Determinar la temperatura.

Viscosidad

Se determinara utilizando un viscosímetro rotacional.

Procedimiento ⁽²⁾

1. Colocar en el portamuestra la cantidad de aceite necesario.
2. Introducir el pin en el portamuestra hasta cubrirlo.
3. Encender el equipo y determinar la lectura.

Cenizas

Procedimiento ⁽²⁾

1. Pesar un gramo de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado ($800^{\circ}\text{C} \pm 25/$ hora) en mufla.
2. Quemar la muestra con mechero hasta completa ceniza.
3. Enfriar y observar que el contenido este seco.
4. Agregar ácido sulfúrico concentrado poco a poco, flamear el crisol hasta la desaparición de vapores blancos.
5. Incinerar el residuo en la mufla a una temperatura de ($800^{\circ}\text{C} \pm 25/$ hora).
6. Enfriar en desecador por 45 min. Y pesar.

7. Calcular por diferencia de peso la cantidad de cenizas totales mediante la siguiente formula: (Ver cálculos en anexo 6).

$$\% C = \frac{Y}{X} \times 100$$

Donde:

% C = Porcentaje de cenizas.

Y = Peso de muestra después de incineración

X = Peso de muestra antes de incineración

Y = [peso crisol + muestra (después de incineración)] - peso crisol vacío

X = [peso crisol + muestra (antes de incineración)] - peso crisol vacío

4.3.4.2 Pruebas Químicas

Índice de Acidez (I.A)

Procedimiento ⁽²⁾

1. En un matraz de tapón esmerilado disolver 5.0g de muestra en una mezcla de volúmenes iguales de Etanol-Éter previamente neutralizada.
2. Agregar la solución indicadora de Fenolftaleína
3. Valorar con solución 0.1 N de Hidróxido de Potasio hasta que la solución permanezca ligeramente rosa durante 30 segundos después de la adición.
4. Determinar el índice de acidez mediante la siguiente formula: (Ver cálculos en anexo 6)

$$\mathbf{I.A} = 5.61 \text{ (V / m)}$$

Donde:

I.A = índice de acidez de la muestra

V = mL. De solución de KOH 0.1 N usados en la valoración.

5.61 = meq. De la solución 0.1 N de la solución de KOH.

m = peso en gramos de la muestra tomada.

Indice de Yodo (I.I)

Procedimiento ⁽²⁾

1. Colocar 0.15g de muestra en un matraz con tapón esmerilado
2. Agregar 15mL. De cloroformo y disolver.
3. Agregar lentamente desde una bureta 25mL. De solución de yodo bromuro.
4. Reposar en un lugar oscuro durante 30 minutos, con agitación ocasional.
5. Agregar 10mL. De solución reactivo de yoduro de potasio y 100mL. De agua.
6. Titular con solución 0.1 M de tiosulfato de sodio, agregando casi al final de la titulación 1mL. De solución de almidón. Simultáneamente realizar un blanco.
7. Determinar por medio de la siguiente formula: (ver cálculos en anexo 6)

$$I.I = (b-a) 0.01269 \times 100 / m$$

Donde:

I.I = Índice de yodo de la muestra

a = mL. Consumido de tiosulfato de sodio en la muestra.

b = mL. Consumidos por el blanco.

m = peso de la muestra en gramos.

0.01269= meq. De la solución 0.1 M de tiosulfato de sodio.

Indice de Peroxido (I.P)

Procedimiento ⁽²⁾

1. Pesar con exactitud 5.0 g de muestra, transferir a un matraz.
2. Adicionar una mezcla de 30mL. Con tres volúmenes de ácido acético glacial y dos volúmenes de cloroformo.
3. Agitar hasta disolución y adicionar 0.5mL. De solución saturada de yoduro de potasio.
4. Reposar la mezcla por un minuto y adicionar 30mL. De agua.
5. Titular gradualmente con solución 0.01 M de tiosulfato de sodio con agitación vigorosa y continuar hasta que casi desaparezca el color amarillo.
6. Adicionar 0.5mL.de solución de almidón y continuar la titulación, agitando vigorosamente hasta que desaparezca el color azul. Correr un blanco.
7. Determinar mediante la siguiente formula: (ver cálculos en anexo 6)

$$I.P = 1000 M [(a - b) / m]$$

Donde:

I.P= índice de peróxido

a= mL. De tiosulfato de sodio gastados en titulación.

b= mL. De solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco.

M= molaridad de la solución.

1000= referencia a 1000 gramos de muestra.

m= peso en gramos de la muestra.

Índice de Saponificación (I.S)

Procedimiento⁽²⁾

1. Colocar en un matraz con tapón esmerilado 2.0g de muestra
2. Agregar 25mL. De solución alcohólica de hidróxido de potasio 0.5 N.
3. Reflujar durante 30 minutos agitando constantemente por rotación el contenido del matraz.
4. Enfriar la solución.
5. Valorar con solución 0.5 N de ácido clorhídrico, usando fenolftaleína como indicador. Realizar simultáneamente un blanco.
6. Determinar mediante la siguiente formula: (ver cálculos en anexo 6)

$$I.S = 28.05 [(b - V) / m]$$

Donde:

I.S = índice de saponificación de la muestra.

b = mL. De solución 0.5 N de HCL gastados en la valoración del blanco.

v = mL. De la solución 0.5 N de HCL gastados en la valoración de la muestra.

28.05 = meq. De la solución 0.5 N de la solución de hidróxido de potasio.

m= peso en gramos de muestra.

4.3.5 CUANTIFICACION DE PROTEINAS EN LA SEMILLA DE *Passiflora edulis* *flavicarpa* (MARACUYA).

METODO DE MICRO- KJELDAHL

Procedimiento: ³

A. DIGESTION:

1. Pesar en papel filtro mas o menos 0.1 g de muestra y colocarla en un balón para micro - Kjeldahl de 100 mL.
2. Agregar al balón, pesado y medido exactamente 0.2 g de ácido salicílico, 1.5 g de sulfato de sodio o potasio, 1.5 g de tiosulfato de sodio, 0.1 g de oxido de mercurio, 6.0 mL. de ácido sulfúrico.
3. Agitar durante 5 minutos ésta mezcla y colocar los balones en el aparato, los seis al mismo tiempo y conectar el sistema de extracción de vapores. Mover los balones constantemente por medio de rotación y esperar hasta que la solución este clara.

B. DESTILACION:

1. Enfriar los balones, agregar agua destilada más o menos hasta la mitad del bulbo, esperar que se enfríen nuevamente.
2. Agregar 3.5 mL. de solución de tiosulfato de sodio al 8%, 6 perlas de vidrio y 25 mL. de solución de hidróxido de sodio al 50%.
3. Recibir el destilado en un erlenmeyer de 50 mL. el que debe contener 15 mL. de solución de ácido bórico al 4%, más dos gotas de indicador y colocarlos en el aparato destilador aproximadamente 30 minutos, dejar enfriar y titular con solución de ácido clorhídrico 0.1 ó 0.025 N.

CAPITULO V
RESULTADOS

5.0 RESULTADOS

Cuadro1: RENDIMIENTO PORCENTUAL ANTES DE LA REFINACION
(Ver cálculos en anexo 6)

Numero de extracción	Gramos de semilla utilizada	Gramos de aceite obtenido	%
1	187.8	71.2	37.9
2	187.9	71.7	38.2
3	189.0	72.3	38.3
4	188.3	68.7	36.5
5	188.9	71.4	37.8
6	187.1	67.5	36.08
7	187.8	67.8	36.1
8	186.6	65.8	35.3
9	186.4	66.6	35.7
10	186.7	66.8	35.8
11	187.8	67.5	35.9
12	188.5	70.9	37.6
13	187.9	69.5	36.9
14	188.3	69.7	37.0
15	188.9	70.3	37.2
TOTAL	$\Sigma = 2817.9 \text{ g}$	$\Sigma = 1037.7 \text{ g}$	$\bar{X} = 36.8 \%$

% Antes de la refinación	% después de la refinación	% de perdida
36.8	20.1	16.7

Cuadro 2: REFINACION QUIMICA Y FISICA

REFINACION QUIMICA		REFINACION FISICA	
PROCESO	RESULTADO	PROCESO	RESULTADO
Desgomado	Aparición de partículas negras y formación de precipitado café.	Deodorización	Obtención de un aceite inodoro.
Neutralización	Formación de jabón.	Winterización	Aceite viscoso, brillante y transparente

PRUEBAS FISICAS (Ver cálculos en anexo 6)

Cuadro 3: DETERMINACION DE pH

Número	Temperatura	pH
1	24.2 °C	4.03
2	24.8 °C	4.04
		– $\bar{X} = 4.035$

Cuadro 4: DETERMINACION DE PUNTO DE HUMO

Número	Temperatura observada
1	280 °C
2	290 °C
	– $\bar{X} = 285 °C$

Cuadro 5: DETERMINACION DE VISCOSIDAD

Número	Temperatura	Viscosidad Observada (Centipoises = cp)
1	25 °C	43.5 cp
2	25 °C	43.9 cp
		– X = 43.7 cp

Cuadro 6: DETERMINACION DE DENSIDAD

Numero	Temperatura	Densidad g/mL.
1	25°C	0.91255
2	25°C	0.91830
		– X = 0.9154

Cuadro 7: DETERMINACION DE CENIZAS

Número	Peso de muestra antes de la incineración	Peso muestra después de la incineración	% cenizas
1	1.0010 g	0.0100 g	0.999
2	1.0010 g	0.0099 g	0.9890
			– X = 0.994

Cuadro 8: DETERMINACION DE INDICE DE REFRACCION

Numero	temperatura	Índice de refracción
1	24.8 °C	1.44800
2	26.3 °C	1.47052
		– $\bar{X} = 1.45926$

Cuadro 9: DETERMINACION DE SOLUBILIDAD

De acuerdo a la tabla de solubilidades de la USP 24 (Anexo 2)

SOLVENTE	RESULTADOS
Benceno	Muy soluble
Alcohol	Libremente soluble
Hexano	Muy soluble
Agua	Insoluble
Agua caliente	Ligeramente soluble

PRUEBAS QUIMICAS (Ver cálculos en anexo 6)

Cuadro 10: DETERMINACION DE INDICE DE ACIDEZ

	mL. gastados de Hidróxido de Potasio 0.1 N	I.A
V ₁	0.4	0.4488
V ₂	0.4	0.4488
V ₃	0.3	0.3366
V ₄	0.4	0.4488
		— X = 0.4208

Cuadro 11: DETERMINACION DE INDICE DE YODO

	mL. gastados de Tiosulfato de Sodio 0.1 M	I.I
Blanco	47.0	—
V ₁	25.5	181.86
V ₂	25.7	180.17
V ₃	25.6	181.04
V ₄	25.6	181.04
		— X = 181.03

Cuadro 12: DETERMINACION DE INDICE DE PEROXIDO

	mL. gastados de Tiosulfato de Sodio 0.01 M	I.P
Blanco	0.3	–
V ₁	7.5	14.4
V ₂	7.5	14.4
V ₃	7.6	14.6
V ₄	7.5	14.4
		– X = 14.5

Cuadro 13: DETERMINACION DE INDICE DE SAPONIFICACION

	mL. gastados de HCL 0.5 N	I.S
Blanco	27.6	–
V ₁	15.9	218.79
V ₂	16.0	216.92
V ₃	15.9	218.79
V ₄	16.1	215.05
		– X = 217.39

Cuadro 14: CUANTIFICACION DE PROTEINAS

N° de laboratorio	Identificación de la muestra	% de proteína	% de humedad total
131	Semilla de maracuyá	13.92	9.25

Esta prueba se realizo en el Laboratorio Químico de La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (ver anexo 3).

CAPITULO VI
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.0 DISCUSION DE RESULTADOS

Rendimiento porcentual del aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá).

De 1500 frutos de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá) se obtuvo 2817.9 g de semillas, extrayendo 1037.7 g de aceite que equivale a 36.8 %, lo que demuestra que el porcentaje obtenido es relativamente bajo con respecto a la cantidad de fruto utilizado.

Después de la refinación el rendimiento disminuye en un 16.7%; esto se debe a que en éste complejo proceso fueron eliminadas sustancias volátiles e impurezas presentes en el aceite crudo. (Ver cuadro de resultados No 1).

Refinación Química y Física

Mediante los procesos generales de purificación aplicados a los aceites vegetales se eliminan todas aquellas características que afectan su calidad, por lo tanto al realizarle dichos procesos se obtiene:

En el **Desgomado**, la adición de un agente quelante que en este caso es el ácido fosfórico en combinación con el agua, permite la eliminación de gomas y fósforo presente en el aceite ya que esta hidratación hace que los fosfolípidos y gomas del aceite crudo se hagan insolubles en el.

En la **Neutralización** se da la formación de un jabón que resulta de la adición de una solución alcalina en combinación con los ácidos grasos libres presentes en el aceite.

En la **Deodorización** la aplicación de altas temperaturas da como resultado un aceite inodoro, este proceso permite la remoción sustancias volátiles que aportan colores y sabores en su mayoría aldehídos y cetonas.

En la **Winterización** la obtención de un aceite brillante y transparente se debe a la separación de los glicéridos saturados los cuales precipitan en el aceite debido a la aplicación de bajas temperaturas.

Determinación de pH

La determinación de pH en un aceite vegetal es importante debido a su relación con la cantidad de ácidos grasos determinados en el índice de acidez, además puede tomarse como una prueba física que determine la descomposición de un aceite.

El aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá) presenta un pH ácido de 4.035 (Ver cuadro de resultados No 3) indicando el gran contenido de ácidos grasos en su composición.

Determinación de Punto de Humo

Este es un criterio de importancia para aceites y grasas, y depende de la composición de los ácidos grasos de la muestra. Los aceites que contienen ácidos grasos de bajo peso molecular tienen un punto de humo menor.

El aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) presenta un punto de humo mayor que los otros aceites vegetales (anexo 3 - tabla 2), lo que indica que éste posee ácidos grasos de alto peso molecular permitiéndole tener mayor resistencia a altas temperaturas. (Ver cuadro de resultados N° 4).

Determinación de Viscosidad

El aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) a temperatura ambiente presenta una viscosidad baja de 43.7 cp. (Ver cuadro de resultados No 5) Por lo que se considera como un aceite con gran capacidad de fluidez y de esto dependerá la aplicación que tendrá.

Determinación de Densidad

La densidad que presenta el aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) a 25°C es de 0.9154 g / mL (Ver cuadro de resultados No 6); por lo cual se puede observar que éste valor está dentro del rango que presentan los aceites vegetales con los que se ha comparado que oscilan entre 0.909 –0.9230.(Anexo 2 – tabla 3).

Determinación de Cenizas

La determinación de cenizas es importante para indicar la cantidad de material sólido que presenta un aceite después de su quema, Los aceites puros y grasas generalmente contienen poca cantidad o nada de cenizas. Tomando en cuenta que las grasas, aceites y mantequillas varían de 0,00 a 4,09%; Podemos decir que el valor presentado por el aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá): 0.994 % (Ver cuadro de resultados No 7) esta dentro del rango establecido, determinándose que el porcentaje de material volatilizado es bajo.

Determinación de Índice de Refracción

La determinación del índice de refracción es usada como una medida de pureza y medio de identificación. Al comparar el valor obtenido en el aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá): 1.45926 con los otros aceites vegetales que presentan valores entre 1.4557 – 1.4770 (anexo 2 – tabla 3) se puede observar que es similar al de éstos, por lo cual puede determinarse que está dentro de un rango de pureza aceptable. (Ver cuadro de resultados No 8).

Determinación de Solubilidad

La solubilidad del aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) se realizó con diferentes solventes en base a la tabla de solubilidades especificada en la USP 24 (anexo 2 – tabla 1), presentando mayor solubilidad en Benceno y Hexano; siendo

ésta mayor en Hexano, debido a que es capaz de disolver grandes cantidades de grasa sin arrastrar otros componentes presentes en el aceite, presentando también menor toxicidad que el Benceno. (Ver cuadro de resultados No 9).

Determinación del Índice de Acidez

Químicamente los aceites están compuestos por ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y saturados, considerando como un aceite monoinsaturado aquel que presenta en mayor proporción el ácido oleico y poliinsaturado el que tiene mayor proporción de ácido linoleico y en ciertos aceites linolénico¹⁴.

Comparando con los demás aceites vegetales (anexo 2 - tabla 2) se puede observar que el aceite de *passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) presenta menor cantidad de ácido oleico (23.73%) por lo que se puede considerar como un aceite poliinsaturado. (Ver cuadro de resultados No10).

Determinación de Índice de Yodo

El valor de índice de yodo que presenta el aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) es de 181.03, superior a los aceites con los que se ha comparado cuyo rango es de 79 -138 (Anexo 2 – tabla 2), por lo cual este aceite es más sensible a las reacciones de oxidación debido a la gran cantidad de insaturaciones que posee. (Ver cuadro de resultados No 11).

Determinación de Índice de Peróxido

El valor de peróxido mide el grado de oxidación de lípidos en grasas y aceites, pero no su estabilidad. Existe relación entre el índice de peróxido y la rancidez de las sustancias grasas; ya que al obtenerse un índice de yodo alto también se obtiene un índice de peróxido alto (anexo 2 - tabla 2), por lo cual el aceite de *Passiflora edulis*

flavicarpa (maracuyá) tiende rápidamente a enranciarse por su alto índice de peróxido 14.4 meq. (Ver cuadro de resultados No 12). alterándose por consiguiente sus características organolépticas.

Determinación de Índice de Saponificación

El aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) posee un alto índice de saponificación: 217.39 (Ver cuadro de resultados No 13) con respecto a los aceites vegetales con los cuales se ha comparado cuyo rango oscila entre 187 - 198 (Anexo 2 - tabla 2), lo cual puede tomarse como parámetro para la elaboración de jabones, comprobando que el producto obtenido es un jabón suave y muy humectante.

Determinación de Proteínas

La mayoría de semillas oleaginosas se cultivan principalmente como fuente de aceites. El residuo que se extrae de la elaboración de aceites es la torta que se muele para producir harina de calidad uniforme y emplearla como suplemento proteínico para los animales.

El porcentaje de proteínas contenido en la semilla de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) es de 13.92%, mayor que el presentado por la semilla de maíz: 9.4% (anexo 3 – tabla 3) que es una de las mas utilizadas en la alimentación animal por lo cual puede ser empleada como concentrado o complemento proteico en combinación con otras harinas, ya que la semilla de maracuyá se suministra entera a las gallinas y a los cerdos se les da molida como fuente de grasa y proteína.

CAPITULO VII
CONCLUSIONES

7.0 CONCLUSIONES

1. Con el proceso de refinación del aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá), se obtiene como resultado la refinación del aceite y un jabón como subproducto de éste, siendo ambos utilizados en la industria cosmética.
2. Debido al alto índice de yodo y Peróxido que presenta el aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) se puede concluir que éste es un aceite de fácil oxidación y con alto grado de rancidez, por lo cual debe preservarse con antioxidantes artificiales para conservar sus propiedades organolépticas.
3. El aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) reporta un valor alto de índice de saponificación, por lo que se concluye que es una materia prima utilizable para la elaboración de jabones.
4. De acuerdo al porcentaje de proteínas contenido en la semilla de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) podemos determinar el uso de ésta como una alternativa de fuente de proteínas en la alimentación animal, realizando previamente un estudio toxicológico.

5. La caracterización del aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) es importante ya que a través de las pruebas fisicoquímicas realizadas se puede conocer las propiedades que presenta, estableciendo con ello una base teórica para estudios posteriores.

6. Por los resultados obtenidos en la determinación del punto de humo se concluye que el aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) presenta resistencia a altas temperaturas.

CAPITULO VIII
RECOMENDACIONES

8.0 RECOMENDACIONES

1. Es recomendable incentivar el cultivo de la especie para poder contar con una cantidad de materia prima suficiente y poder llevar a cabo un proceso industrial a bajo costo.
2. Se recomienda controlar rigurosamente las condiciones de trabajo, variables de control y tipos de operación (ver anexo 6) durante cada paso del proceso de refinación química y física, los cuales son de gran importancia para obtener un producto de calidad aceptable.
3. Se recomienda el uso del aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (maracuyá) como materia prima para la elaboración de jabones en la industria cosmética, debido al alto índice de saponificación que presenta.
4. Realizar un estudio toxicológico al residuo de la semilla de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá) para su aplicación en la preparación de concentrado utilizado en la alimentación animal, ya que presenta un alto porcentaje de proteínas.
5. Se recomienda realizar otros estudios al aceite de *Passiflora edulis flavicarpa* (Maracuyá) para determinar su uso como aceite lubricante, debido a que este presenta resistencia a altas temperaturas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

1. Arriola Gomez,G. "Comprobación de pureza de aceites comestibles de diferentes marcas comerciales en el área metropolitana. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador.2003.
2. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 7° edición, tomo I y II, México, 2000.
3. Mata Castaneda, C.A. "Cuantificación del contenido de proteína total en el bagazo de la naranja valencia (Citrus sínensis) al ser enriquecida con el Aspergillus Níger. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador.2003.
4. Pharmacopeia convention,United States Pharmacopeia USP 24 edition. United States- Inc. 1996.
5. Pool, A. "Flora de Nicaragua. Angiospermas". Tomo II volumen 85, editorial Missouri Botanical Garden, Nicaragua 2001.
6. Reyna de Aguilar, M.L. "Las Pasifloras". Boletín Informativo del Jardín Botánico La Laguna, 1991.
7. Rodríguez, B.M. "Análisis de Alimentos", tomo I, universidad central de Venezuela, organización de bienestar estudiantil, Venezuela 1980.
8. Winton, C.J." Aceites Vegetales", tomo veinte y dos, editorial Panamericana, Buenos Aires, Argentina.1947.
9. www.ag.uiuc.edu/~asala/espanol/profiles/NOTDec98.htm
Consultado el 7 de agosto 2003.

10. www.albamex.com/FORRAMEL/procesosoy.htm
Consultado el 7 de Agosto 2003.
11. www.eseq.urv.es/assignatures/pge/apuntes/2b_no_re.pdf.
Consultado el 6 de Noviembre 2003.
12. www.maayp.gba.gov.ar/alimentacion/capvii.htm
Consultado el 9 de Agosto 2003
13. www.salud.gob.mx/unidades/dircgsbs/legislacion/rO.htm
Consultado el 9 de Agosto 2003.
14. www.revista.consumer.es/web/es/20001/01/alimentación/30069.jsp
Consultado el 4 de Diciembre 2003.
15. www.hiutoto.udea.edu.co/frutastropicales/maracuya.html
Consultado el 6 de Junio 2003.
16. www.sniaecuador.org
Consultado el 6 de Junio 2003
17. www.pronata.gov.co/proyectos/tablas/htm
Consultado el 6 de Junio 2003
18. www.depilsam.com.br/maracuja_espanhol.htm
Consultado el 6 de Junio 2003
19. www.sofofa.cl/ambiente/documentos
Consultado el 6 de Junio 2003
20. www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt0901/texto/degradacion.htm
Consultado 15 de Diciembre 2003.

ANEXOS

ANEXO 1



Figura N° 1
Maracuyá antes de ser plantada



Figura N° 2
Plantación de Maracuyá



Figura N° 3
Planta de Maracuyá



Figura N° 4
Fruto



Figura N° 5
Semilla del fruto



Figura N° 6
Equipo de extracción Soxhlet

ANEXO 2

TABLA N° 1: SOLUBILIDAD (USP 24)

OBSERVACIONES	PARTES DE SOLVENTE POR UNA PARTE DE SOLUTO
Muy soluble	Menos de 1
Libremente soluble	De 1 - 10
Soluble	De 10 - 30
Poco soluble	De 30 - 100
Ligeramente soluble	De 100 - 1000
Muy ligeramente soluble	De 1000 - 10000
Insoluble	Más de 10000

Tabla 2: PRUEBAS QUIMICAS DE ACEITES VEGETALES⁷

ACEITE VEGETAL	INDICE DE YODO	INDICE DE PEROXIDO	INDICE DE SAPONIFICACION	INDICE DE ACIDEZ (% de ácido oleico)
ALGODON	102 a 118	Max. 10 meq.	192 a 198	24.7 %
GIRASOL	119 a 138	Max. 10 meq.	187 a 192	34.0 %
MAIZ	111 a 121	Max. 10 meq.	188 a 195	46.0 %
SOYA	125 a 137	Max. 10 meq.	188 a 195	28.0 %
OLIVA	79 a 89	Max. 20 meq.	187 a 195	82.8 %
SESAMO	104 a 120	Max. 10 meq.	187 a 195	49.3 %
MARACUYA	181.03	14.5 meq.	217.39	23.73 %

Tabla 3: PRUEBAS FISICAS DE ACEITES VEGETALES⁷

ACEITE VEGETAL	INDICE DE REFRACCION	PUNTO DE HUMO	DENSIDAD RELATIVA (25°C)
ALGODON	1.4730 – 1.4752	220°C	0.9120 – 0.9210
GIRASOL	1.4659 – 1.4721	–	0.9170 – 0.9210
MAIZ	1.4730 – 1.4770	227 °C	0.9090 – 0.9170
SOYA	1.4723 – 1.4756	256°C	0.9180 – 0.9225
OLIVA	1.4557 – 1.4667	199°C	0.9090 – 0.9130
SESAMO	1.4740- 1.4770	–	0.9180 – 0.9230
MARACUYA	1.45926	285°C	0.9154

Tabla 4: PORCENTAJE DE PROTEINAS EN ACEITES VEGETALES²⁰

ACEITES VEGETALES	PORCENTAJE DE PROTEINAS
ALGODÓN	28.9 %
GIRASOL	55.7 %
MAIZ	9.4%
SOYA	52.7 %
SESAMO	42.4 %
MARACUYA	13.92 %

ANEXO 3

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
ACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA
Apdo. Postal Nos. 747 y 773
Teléfonos: 225-2572 Fax: (503) 225-1506

Ciudad Universitaria, 8 de Septiembre de 2003

Bachilleres

Claudia Lisseth Meléndez

Presentes

Por este medio y de la manera más atenta, le estoy reportando los resultados de Análisis de Semilla de Maracuyá, con número de entrada 131 y fecha 29 de Agosto del 2003.

Nº de Lab.	Identificación de la Muestra	Proteína %	Humedad Total %
131	Semilla de Maracuyá	13.92	9.25

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para saludarle.

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Dra. Francisca Cañas de Moreno
Jefe del Departamento de Química Agrícola



ANEXO 4

PROCESO INDUSTRIAL DE REFINACION QUIMICA Y FISICA REALIZADO EN "EL DORADO"

REFINACION QUIMICA

	DESGOMADO	NEUTRALIZACION
Condiciones de operación	<ul style="list-style-type: none">• Grado de agitación.• Temperatura del aceite durante la adición de ácido fosfórico (65°C).• Temperatura del agua de lavado (95° C).• Temperatura de mezcla para lavado (95° C).• Cantidad y concentración de ácido fosfórico..	<ul style="list-style-type: none">• Grado de agitación durante calentamiento.• Temperatura del aceite durante la adición de soda (85 -90°C).• Grado de agitación durante la adición de soda.• Temperatura de agua de lavado (95°C).• Temperatura de mezcla para lavado (95 °C)• Cantidad y concentración de la soda.
	<ul style="list-style-type: none">• Agitación.• Temperatura de operación.	<ul style="list-style-type: none">• Agitación• Temperatura de operación (no mayor de 90° C).

<p>Variables de control</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de agua agregada. • Cantidad y concentración de ácido fosfórico agregado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de agua caliente de lavado agregada. • Cantidad y concentración de la soda agregada. • Grado de agitación de proceso.
<p>Tipos de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilar temperatura de aceite antes de la adición de ácido. • Vigilar calentamiento de la mezcla aceite/ácido. • Adición lenta de ácido fosfórico. • Regular agitación de operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilar temperatura de aceite antes de la adición de soda. • Vigilar calentamiento de la mezcla aceite/soda. • Vigilar temperatura de lavado del aceite. • Adición lento de la soda. • Regular agitación de operaciones.
<p>Pruebas de control al producto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Color • Acidez • Jabones • P y Fe es necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Color • Acidez • Jabones

REFINACION FISICA

	DEODORIZACION	WINTERIZACION
Condiciones y variables de control	<ul style="list-style-type: none">• Presión absoluta del proceso.• Temperatura de desodorización.• Cantidad de vapor de arrastre.• Presión de vapor de arrastre inyectado.• Tiempo de residencia para desodorización	<ul style="list-style-type: none">• Tiempo de calentamiento.• Agitación.• Temperatura de enfriamiento.• Tiempo de enfriamiento.• Procedimiento de filtrado.

ANEXO 5

MATERIAL

Agitadores de vidrio

Tubos de ensayo

Beakers 30, 100,250 y 1000 mL

Embudo

Erlenmeyer 50, 125, 250 mL.

Probeta 10, 25, 80, 100 mL.

Picnómetro

Balones volumétricos de 25,100, 500,1000 mL.

Balón de destilación.

Mortero y pistilo

Buretas 50 mL.

Vidrio de reloj.

EQUIPO

Hot plate

Pinzas para bureta

Pinzas de sostén

Pinzas de extensión

Pinzas versátiles

Estufa modelo 25 EG, serie N° 9603-004.

Soxhlet modelo 3840 XL, serie 09-556D

Refractómetro digital ATAGO, modelo DTM-1, serie N° 997745.

Peachímetro METTLER, modelo TOLEDO GMBH 355 LON ANALIZER

Viscosímetro, viscotester Typ: VT 01, serie 301558.

Espectrofotómetro infrarrojo.

Refrigeradora

Centrifugadora

Balanza granataria

Balanza analítica METTLER, type HS cap. 160 g, N°106255.

Baño maría.

ANEXO 6
CALCULOS

EXTRACCION Y CUANTIFICACION DEL ACEITE

Porcentaje de aceite obtenido antes de la refinación:

Extracción # 1:

Cantidad de semillas: 187.8 gramos

Cantidad de aceite obtenido antes de la refinación: 71.2 gramos

$$\% = \frac{\text{Gramos de Aceite Obtenido antes de la refinación}}{\text{Gramos de semilla utilizados}} \times 100$$

$$\% = \frac{71.2g}{187.8g} \times 100$$

$$\% = 37.9 \%$$

Porcentaje de aceite obtenido después de la refinación:

Cantidad de semillas: 2817.9 gramos

Cantidad de aceite obtenido después de la refinación: 566.4g

$$\% = \frac{\text{Gramos de Aceite Obtenido después de la refinación}}{\text{Gramos de semilla utilizados}} \times 100$$

$$\% = \frac{566.4g}{2817.9g} \times 100$$

$$\% = 20.1 \%$$

PRUEBAS FISICAS

- **DENSIDAD**

$$\rho = m / V$$

Donde:

ρ = Densidad

m = Peso de la muestra

V = Volumen en mL.

Peso del picnómetro vacío = 34.6885g

Peso del picnómetro mas muestra = 43.8140g

Peso de la muestra= 9.1255g

Capacidad del picnómetro = 10.0 mL.

$$\rho = m / V$$

$$\rho = \frac{9.1255 \text{ g}}{10.0000 \text{ mL}}$$

$$\rho = 0.91255 \text{ g/mL}$$

- **INDICE DE REFRACCION**

$$\begin{aligned} \eta \text{ corregido} &= \eta \text{ observado} + [(T^\circ \text{ ambiente} - T^\circ \text{ teórica}) \times 4 \times 10^{-4}] \\ &= 1.448 + [(24.8 - 25) \times 4 \times 10^{-4}] \\ &= 1.448 \end{aligned}$$

CENIZAS

$$\% C = \frac{Y}{X} \times 100$$

Donde:

% C = Porcentaje de cenizas

Y = Peso de muestra después de incineración

X = Peso de muestra antes de incineración

Peso crisol vacío = 29.5500g

Peso de muestra = 1.0g

Peso crisol + muestra = 30.5500g

Peso crisol + muestra real (antes de incineración) = 30.5510g

Peso crisol + muestra (después de incineración) = 29.5600g

X = [peso crisol + muestra (antes de incineración)] - peso crisol vacío

X = 30.5510g - 29.5500g

X = 1.0010g

Y = [peso crisol + muestra (después de incineración)] - peso crisol vacío

Y = 29.5600g - 29.5500g

Y = 0.01g

PRUEBAS QUIMICAS

- **INDICE DE ACIDEZ (I.A)**

$$I.A = 5.61 (v / m)$$

Donde:

I.A = índice de acidez de la muestra

V = mL. de solución de KOH 0.1 N usados en la valoración.

5.61 = meq. De la solución 0.1 N de la solución de KOH.

m = peso en gramos de la muestra tomada.

Resultados:

Valoración # 1:

$$V_1 = 0.4\text{mL.}$$

$$m = 5.0\text{g}$$

$$I.A = 5.61 (v / m)$$

$$I.A = 5.61 (0.4\text{mL.} / 5.0\text{g})$$

$$I.A = 0.4488$$

- **INDICE DE YODO (I.I)**

$$I.I = (b-a) 0.01269 \times 100 / m$$

Donde:

I.I = Índice de yodo de la muestra

a = mL. consumido de tiosulfato de sodio en la muestra.

b = mL. consumidos por el blanco.

m = peso de la muestra en gramos.

Resultados:

Valoración # 1:

a = 25.5 mL.

b = 47.0 mL.

m = 0.15g

I.I = (b-a) 0.01269 x 100/ m

I.I = (47.0 - 25.5 mL.) 0.01269 x 100 / 0.15g

I.I = 181.86

• **INDICE DE PEROXIDO (I.P)**

I.P = 1000 M [(a-b) /m]

Donde:

I.P = índice de peróxido

a = mL. de tiosulfato de sodio gastados en titulación

b = mL. de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco.

M = molaridad de la solución.

1000 = referencia a 1000 gramos de muestra.

m = peso en gramos de la muestra.

Resultados:

Valoración # 1:

a = 7.5mL.

b = 0.3mL.

m = 5.0 g

M = 0.01

$$I.P = 1000 M [(a-b) / m]$$

$$I.P = 1000 (0.01) [(7.5\text{mL.} - 0.3\text{mL.}) / 5.0 \text{ g}]$$

$$I.P = 14.4$$

• **INDICE DE SAPONIFICACION (I.S)**

$$I.S = 28.05 [(b-v)/m]$$

Donde:

I.S = índice de saponificación de la muestra.

b = mL. de solución 0.5 N de HCL gastados en la valoración del blanco.

v = mL. de la solución 0.5 N de HCL gastados en la valoración de la muestra.

28.05 = meq. De la solución 0.5 N de la solución de hidróxido de potasio.

m = peso en gramos de muestra.

Resultados:

Valoración # 1:

$$v = 15.9\text{mL.}$$

$$b = 27.6\text{mL.}$$

$$m = 1.5 \text{ g}$$

$$I.S = 28.05 [(b-v) / m]$$

$$I.S = 28.05 [(27.6\text{mL.} - 15.9\text{mL.}) / 1.5 \text{ g}]$$

$$I.S = 218.79$$