UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

QUÍMICA INDUSTRIAL

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE CRUDO DE LA SEMILLA DE DURAZNO (PRUNUS PÉRSICA)

Proyecto de Grado para obtener el Título de Licenciatura

POR: FANNY RAQUEL MENA ALANOCA

TUTORA: LIC. PATRICIA DUCHEN URIARTE

LA PAZ BOLIVIA

Octubre, 2015

DEDICATORIA

Con el cariño más grande a mis queridos padres Mercedes y Roberto, por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi carrera así como en la culminación de este proyecto.

A mis queridos hermanos Eddy y Edwin por el empuje que me dieron para poder seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis sinceros y cariñosos agradecimientos a:

Lic. Patricia Duchen, Tutora del proyecto y cuya ayuda fue incondicional

Dr. José Vila, Cotutor del proyecto.

Lic. Edmundo Ovando, Jefe de laboratorio de la Carrera de Química Industrial de la Facultad de Tecnología

Dr. Lourdes Vino, Solicitante del reporte de análisis de cromatografía de gases.

Lic. MonicaZeballos, Investigadora de la Unidad Botánica del Herbario Nacional.

Lic. Eduardo Callisaya Mamani, Profesor de la unidad educativa German Busch de Macamaca

Y todas las personas que de alguna manera contribuyeron en la culminación del presente trabajo.

INDICE

TITULO **PAG**

INTRODUCCION **1**

1. PRESENTACION: **1**

2. ANTECEDENTES: **2**

3. OBJETIVOS **3**

BIBLIOGRAFIA **4**

CAPITULO I **5**

MARCO TEORICO **5**

1. ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA: **6**

1.1. Reseña Histórica 6

1.2. Clasificación Sistemática 7

1.3. Clasificación Botánica 7

1.4. Descripción Botánica 9

1.5. Descripción del fruto (Melocotonero – Durazno) 10

1.6. Evolución del durazno en Bolivia 11

1.7. Variedades del durazno boliviano 12

1.7.1. Grupo de variedades con flores color rosado: 13

1.7.1.1. Grupo de variedades de filiación ULINCATE 13

1.7.1.2. Grupo de variedades de filiación MOCITO 14

1.7.1.3. Grupo de variedades de filiación seca 15

1.7.2. Grupo de variedades con flores blancas 16

1.7.2.1. Grupo de variedades de filiación almendra ULINCATE. 16

1.7.2.2. Grupo de variedades de filiación almendra MOCITO 17

1.8. Exigencias de clima y suelo 17

1.9. Cultivo y reproducción 18

1.9.1. Plantaciones 18

1.9.1.1. Injertación 18

1.9.1.1.1. Injertacion de marzo – abril 18

1.9.1.1.2. Injertacion de septiembre - octubre 19

1.9.2. Fases de maduración 19

1.10. Recolección 19

1.10.1. Almacenamiento 20

1.11. Valor alimenticio 20

1.12. Producción nacional del durazno 21

1.13. Análisis químico 22

1.13.1. Composición del durazno 23
1.13.2. Principales ácidos grasos 25
1.14. ESTUDIO DEL PRODUCTO 26
1.14.1. Generalidades de los Aceites y Grasas 26
1.14.2. Aceite de Semilla de Durazno 28
1.14.3. Usos del Aceite de Semilla de Durazno 29
2. ACEITE DE DURAZNO 29
2.1. Descripción del aceite 29
2.2. Propiedades del aceite: 30
2.3. Características Físico – Químicas del Aceite 30
2.4. Principales Ácidos Grasos 31
2.5. Determinación del índice de Acidez 33
2.6. Determinación del índice de saponificación 34
2.7. Determinación del índice de yodo 35
2.8. Determinación del índice de refracción 36
2.9. Determinación del índice de peróxido 36
2.10. Determinación de la rancidez 37
2.11. Determinación de la densidad 38
2.12. Determinación del contenido de aceite o rendimiento 38
2.13. Cromatografía de gases 39
3. TIPOS DE EXTRACCIÓN 40
3.1. Extracción discontinua 40
3.2. Extracción continúa 40
3.3. Extracción selectiva 41
3.4. Extracción simple 41
3.5. Extracción múltiple 41
4. METODOS DE EXTRACCION DEL ACEITE: 41
4.1. Extracción del aceite por solventes 41
4.2. Extracción del aceite por presión 42
5. TIPO Y MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO: 43
BIBLIOGRAFIA 44
CAPITULO II 46
PARTE EXPERIMENTAL 46
1. TECNICAS PREVIAS A LA EXTRACCION DEL ACEITE: 47
1.1. Recepción, clasificación y almacenado: 47

2. OPERACIONES PREVIAS AL PROCESO DE OBTENCION DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO: 47
2.1. Tratamiento de la materia prima: 47
2.2. Secado de los huesos o carozos: 47
2.3. Obtención de la semilla de durazno: 48
2.4. Molienda: 48
3. EXTRACCION DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO: 48
4. RESULTADOS OBTENIDOS: 53
4.1. Estudio de la materia prima como semilla de durazno: 53
4.1.1. Identificación de la especie en estudio: 53
4.1.1.1. Características y proporción entre las partes del fruto – Durazno: 53
4.2. Determinación de las características físicas del aceite: 54
4.2.1. Índice de acidez: 54
4.2.2. Índice de saponificación: 55
4.2.3. Índice de yodo: 55
4.2.4. Índice de peróxido: 56
4.2.5. Rancidez – Ensayo de Kreiss: 56
4.2.6. Densidad: 57
4.2.7. Tratamiento de datos de las características físicas del aceite obtenido: 57
4.2.8. Espectroscopia infrarroja: 58
4.2.9. Interpretación de los espectros IR: 59
4.2.10. Cromatografía de Gases 61
5. APLICACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO 62
5.1. Jabones 62
CONCLUSIONES 65
RECOMENDACIONES 67
ANEXOS 68

INDICE DE FOTOS

Foto 1: PARTES DEL DURAZNO 10
Foto 2: SEMILLA DE DURAZNO MOLIDA 48
Foto 3: EQUIPO DE EXTRACCION SOXHLET 50
Foto 4: EQUIPO ROTA – VAPOR, SEPARACION DEL ACEITE 51
Foto 5: ACEITE Y SOLVENTE SEPARADOS 52
Foto 6: ENSAYO DE KREISS 57
Foto 7: JABONES DE ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO EN MOLDE 63
Foto 8: JABONES DE ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO SECOS 64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo de maduración según la variedad de durazno 19
Tabla 2: Composición nutritiva del durazno (en 100gramos) 21
Tabla 3: Superficie del cultivo de duraznero en Bolivia y distribución porcentual por departamentos (1999 - 2000) 22
Tabla 4: Características químicas de los frutos de durazno procedentes de la colonia Tovar en la época lluviosa (2000 - 2001) 23
Tabla 5: Composición del durazno 23
Tabla 6: Hidratos de carbono del durazno 23
Tabla 7: Minerales del durazno 24
Tabla 8: Vitaminas del durazno 24
Tabla 9: Antioxidantes carotenoides del durazno 25
Tabla 10: Ácidos grasos del durazno 25
Tabla 11: Componentes no glicéridos del durazno 26
Tabla 12: Características físico químicas del aceite de semilla de durazno 30
Tabla 13: Principales ácidos grasos del aceite de semilla de durazno 31
Tabla 14: Características y proporciones entre las partes del fruto 54
Tabla 15: Determinación del índice de acidez 54
Tabla 16: Determinación del índice de saponificación 55
Tabla 17: Determinación del índice de yodo 55
Tabla 18: Determinación del índice de peróxido 56
Tabla 19: Tabla de datos comparativos de aceite de semilla de durazno 58
Tabla 20: Tabla de comparación de datos de los ácidos grasos obtenidos con los datos teóricos 61

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Certificado de identificación de la especie en estudio..... 68
ANEXO 2: Tablas de espectroscopia infrarroja..... 68
ANEXO 3: Reporte de análisis de cromatografía de gases del Centro de Investigaciones Químicas S.R.L 68

RESUMEN

El presente trabajo se fundamenta en una investigación básica para la extracción del aceite a partir de la semilla del fruto de durazno (prunus pérsica), para después proseguir con su respectiva caracterización.

El método óptimo para la extracción del aceite es el soxhlet, utilizando como solvente hexano.

Se determinaron parámetros físico – químicos del aceite extraído, además de la identificación por Espectrofotometría infrarroja y cromatografía de gases, confirmando que el aceite extraído es un aceite de semilla de durazno puro.

Palabras claves: Espectroscopia infrarroja, índice de yodo, aceite de semilla, extracción.

SUMMARY

This work is based on basic research for the extraction of oil from the seed of the fruit of peach (Prunuspersica), then proceed with their respective characterization.

The optimal method for the extraction of oil is soxhlet using hexane as a solvent.

Parameters were determined physical - chemical oil extracted in addition to the identification by infrared spectrophotometry and gas chromatography, confirming that the extracted oil is seed oil, peach pure.

Keywords: *infrared spectroscopy, iodine, oil seed extraction.*

INTRODUCCION

1. PRESENTACION:

Una gran fuente de aceite vegetal es la semilla de durazno, que se obtiene a partir del hueso. No solo se ha incrementado el consumo del durazno como comestible, sino también la reutilización de sus derivados. El aceite obtenido de su semilla es un elemento fundamental en la preparación de diversos productos cosmetológicos, factor que explica la creciente demanda y ampliación del mercado de la semilla de durazno a nivel mundial.

El aprovechamiento de los desechos producidos por las empresas alimenticias representa un reto para aportar nuevas ideas en la elaboración de productos con un alto valor nutritivo, que pueden ser utilizados para consumo humano y de uso industrial. El hueso de durazno contienen en su interior semillas que son altamente oleaginosas, es decir, se puede obtener aceite vegetal a partir de un procedimiento de extracción adecuado [(1)].

En Bolivia están establecidas algunas empresas procesadoras de frutas, las cuales elaboran productos alimenticios tales como jugos, mermeladas, concentrados de frutas y en algunas ocasiones fruta congelada. En este sentido esta investigación permite a las empresas antes mencionadas conocer acerca del aprovechamiento de la semilla del durazno en la elaboración de diferentes productos aplicados a la alimentación humana o a la actividad industrial. Ingresar en nuevos mercados, incrementar su cartera de clientes e incentivar al desarrollo de la producción nacional de aceites vegetales.

El aceite crudo contiene impurezas que promueven su deterioro siendo el más usual la oxidación primaria y secundaria de los lípidos presentes. Al refinarlo químicamente se eliminan estos compuestos y el aceite así obtenido es apto para los procesos donde se van a utilizar y además, cumple con las respectivas normas de calidad e identidad. Por otra parte, el campo de la refinación del aceite de la semilla del durazno no ha sido

investigado ni estudiado con la suficiente profundidad como para crear una base que permita la utilización de dicho método de refinación a escala industrial [(2)].

En el siguiente trabajo se extrae el aceite de la semilla de durazno con el propósito de recomendar su utilización desde el punto de vista químico y tecnológico [(2)].

2. ANTECEDENTES:

En México el proyecto ¨Produce Sinaloa¨ investiga sobre la utilización del aceite extraído de la semilla del mango.

En Venezuela también se hace este tipo de investigación referente a la utilización de materias orgánicas desechadas en empresas procesadoras de frutas para dar una mayor utilidad siendo su principal objetivo la extracción de la semilla del mango mediante extracción con solventes [(3)].

Existen diferentes investigaciones en el mundo para realizar una producción más limpia de estas empresas procesadoras de frutas donde se han extraído aceites de la semilla del damasco, cereza, mango y durazno entre otros.

Estudios realizados por la Universidad de Carabobo - Venezuela determinan que el porcentaje de aceite en la semilla de durazno es de 43.56 %, así como otros estudios realizados por la Universidad de Guelph Canada, el porcentaje de aceite obtenido de la semilla de durazno fue 42.2%, siendo superior al de la soya (19 – 25%) y de otras semillas leguminosas como el girasol (32 – 41%). Además, este aceite presenta un alto contenido de ácidos grasos insaturados por lo que es considerado bajo en colesterol. Este contenido graso depende de la variedad, clima y lugar de cultivo. El solvente más usado para la extracción de aceite de semillas oleaginosas es el hexano [(4)].

En Bolivia actualmente no existe ningún dato sobre la extracción de este aceite, debido a las diferencias de clima y del fruto mismo, podría variar de alguna manera con referencia a los datos obtenidos en distintas partes del mundo.

3. OBJETIVOS

El presente trabajo de grado presenta los siguientes objetivos:

A) Objetivo General:

- Lograr la obtención del aceite crudo de la semilla del durazno (Prunus Pérsica) utilizando el método de extracción por solventes (Extracción Soxhlet), y su respectiva caracterización mediante técnicas analíticas instrumentales

B) Objetivos específicos:

- Realizar las respectivas pruebas de control de calidad antes del proceso de extracción y como producto final.
- Extraer el aceite crudo de la semilla de durazno con hexano mediante el método de extracción soxhlet.
- Caracterizar el aceite obtenido por medio de técnicas analíticas instrumentales tales como; cromatografía de gases, espectrofotometría infrarroja y técnicas de laboratorio.
- Aplicar el aceite obtenido en la elaboración de jabones.

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

1. MIERES-PITRE Alberto, SANATANGELO Gian Franco, GONZALES Carla **Revista de ciencias Refinación del aceite crudo de durazno (Prunus Pérsica) y su caracterización**. Valencia – Venezuela, Facultad de ingeniería.

2. LONDOÑO Peggy, MIERES-PITRE Alberto, E. HERNANDEZ Carlos **Trabajo de grado Extracción y caracterización del aceite crudo de durazno (Prunus Pérsica)**. Venezuela - Universidad de Carabobo, 2012.

3. ROJAS Ángel, MARÏN Luisana, OROPEZA Yolfre, **Trabajo de grado Extracción del aceite de la semilla de mango utilizando solventes orgánicos.** El tigre – Venezuela, Ministerio del poder popular para la educación, 2010.

4. MATOS CHAMORRO Alfredo, ACUÑA HUAMAN Janeth, **Revista de investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Influencia del Tiempo, Tamaño de Partícula y Proporción Sólido Líquido en la Extracción de Aceite Crudo de la Almendra de Durazno (Prunuspersica)**. ZIPMEC, 10 de enero del 2013.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1. ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA:

1.1. Reseña Histórica

Desde mediados del siglo XIX, los doctores THOMAS ANDRE WKNICH y CHARLES DARWIN (ingleses) tenían la teoría de que el durazno era el resultado de la evolución de la familia ARMENICA, (Su pensamiento está expuesto respectivamente en las obras "Transaction of horticultura societylondong" Vol. 3, nq 1 – 1820- y "variation of animals and sunderdomesication" -1868) [(1)].

Llegaron a la conclusión de que esta evolución era relativamente nueva. El Dr. E. ACARIERRE sostiene en su libro "Variete de pechers" -1867- que el durazno procede de la evolución de la familia Armenica y que necesariamente hay que aceptar la similitud con esta familia. La tierra de origen de ARMENICA es la parte oeste de Asia, especialmente Asia menor. Las plantas de durazno fueron importadas al mundo occidental en el siglo I a.C. aunque ya desde muchos años eran cultivadas en los países del sur de Europa. Por esto los científicos del siglo XIX, manifestaron que la planta original del durazno era la ARMENICA y no aceptaban la planta de durazno como original y sin ninguna evolución [(1)].

NOTA: Por planta original se entiende aquella en que se sabe de manera clara y cierta el lugar de su origen, sin que ninguna evolución intermediara. Es decir, la planta silvestre sin ningún mejoramiento [(1)].

En el mundo occidental creían que el lugar original de durazno era alguna región de PERSIA, pero en 1882 el botánico A. DECANDOLLE dio a conocer su opinión: el lugar de origen del durazno no era Persia sino China (Cfr."Origin ofcultiva plants" -1885-). Poco después, otro botánico estudioso, DOCANDOR, explicó que la planta silvestre del durazno no se encontraba de ninguna manera en las regiones de Persia. Allí solamente se habían desarrollado como plantas de cultivo algunas variedades importadas, que a través de los años se fueron convirtiendo en silvestres. No estaba, por tanto, tan claro que el lugar de origen fuera Persia, nisiquiera China [(1)].

Sin embargo, el botánico N. MAYER del Ministerio de agricultura de los EE.UU. después de su estancia en los lugares estratégicos de China, publicó su obra "Planta immigration nº 107 -1915- en la cual afirma, ya de un modo definitivo, que el lugar original de la planta de durazno se encuentra allí, en China, precisamente en zonas que se extienden desde los 2000 – 7000 pies de altura sobre el nivel del mar. Esa es pues la cuna del durazno: la altiplanicie del continente asiático, especialmente en las zonas de Este y Noreste que corresponde al curso superior del rio Amarillo (China) [(1)].

1.2. Clasificación Sistemática

Prunuspérsica, originalmente Amygdaluspersica L.,el melocotonero (del latín maluscotonus, «manzana algodonosa» en alusión a la piel del fruto)así llamado en España peninsular y las islas Baleares, Canarias y en parte de Hispanoamérica. También se le suele denominar duraznero (del Latín durusacinus, «que tiene la piel dura» - referido a la piel del fruto) y a su fruto durazno, en países como Chile, Argentina, Uruguay, México, Perú y Venezuela [(2)].

1.3. Clasificación Botánica

En la horticultura se clasifica al durazno dentro de las familias de los frutos con hueso (endocarpio duro) PRUPACEOUS FRUIT o STONE FRUIT. En la botánica se lo clasifica en la familia PRUPACEA (PRUNOIDAE) de PRUNUS LINN de la familia AMIGDALNS de la sección de durazno ENAMYGDALUS SPACH [(2)].

Dentro de la sección de ENAMYGLUS, existen PRUNUS PERSICA o SIEBET ZUCO y ARMENICA PRUNUS o COMMUNIS FRITSCH. Estas dos variedades tiene gran semejanza en la flor y fruto, pero ninguno parecido en cuanto a sus posibilidades de aplicación. Morfológicamente hablando, de la primera variedad se utiliza la parte del mesocarpio; de la segunda, solo el endocarpio, ya que el mesocarpio no tiene crecimiento. Lo que se utiliza, por tanto, es el contenido del endocarpio (el cotiledón) a modo de nuez o almendra, esta segunda variedad dentro de la horticultura, pertenece a la familia NUT (nuez)[(2)].

La clasificación de PUNUS PERSICA puede tener muchas diferencias según los científicos, pero el Dr. Kikuchi la establece del siguiente modo:

a. DURAZNO VULGAR CON PELUSA. "PRUNUS PERSICA VAR. VULGARIS MAXIN"

b. Durazno de ACEITE (NECTARIM) "P. PERSICA VAR. NUCIPERSICA SCHNEIDER"

c. PINGTAO. "PRUNUS PERSICA VAR. PLATYCARPA BAILEY"

La razón de ofrecerles esta clasificación y no las otras, es que ha sido precisamente la PRUNUS PERSICA la que ha dado origen al durazno, aunque por el carácter de pelusa de los frutos se lo consideran de naturaleza a priori. El durazno de aceite "NECTARIN" ha nacido precisamente de esta familia con pelusa. Desde el punto de vista genético, tiene carácter dominante el durazno con pelusa a los sin pelusa. De todos modos la observación morfológica puede notar fácilmente la diferencia [(2)].

Algunos investigadores lo diferencian por medio del endocarpio; o sea, "durazno de partir" (free Stone) que tiene facilidad para separar el endocarpio del mesocarpio, y "glutinoso" (cling Stone). La naturaleza priori del durazno es la de separación del endocarpio del mesocarpio (facilidad de partir), fenómeno que se puede observar en todas las variedades originales [(2)].

Desde el punto de vista genético, el **durazno de partir** "FREE STONE" tiene carácter dominante sobre el **durazno de carácter glutinoso** "CLING STONE" y dentro de las variedades mejoradas existen variedades **semi glutinosas** "SEMI CLING" y de **semi partir** "SEMI FREE"; pero es sumamente difícil poder confeccionar una clasificación completa ateniéndose a los datos de la glutinosidad o facilidad de separación mesocarpio – endocarpio [(2)].

1.4. Descripción Botánica

- Familia: Rosaceae.
- Género: Prunus.
- Especie: Prunus persica(L.) Batsch.
- Porte: Pequeño árbol caducifolio que puede alcanzar 6 m. de altura, aunque a veces no pasa de talla arbustiva, con la corteza lisa, que se desprende en láminas, ramillas lisas, de color verde en el lado expuesto al sol [(2)].
- Sistema radicular: es muy ramificado y superficial, que no se mezcla con el otro pie cuando las plantaciones son densas (el antagonismo que se establece entre los sistemas radiculares de las plantas próximas es tan acentuado que induce a las raíces de cada planta a no invadir el terreno de la planta adyacente). La zona explorada por las raíces ocupa una superficie mayor que la zona de proyección de la copa: se considera que esta superficie es por lo menos el doble y en cualquier caso tanto mayor cuanto menor sea el contenido hídrico en el terreno [(2)].

Hojas: Simples, lanceoladas, de 7.5-15 cm. de longitud y 2-3.5 cm. de anchura, largamente acuminadas, con el margen finamente aserrado. Haz verde brillante, lampiñas por ambas caras. Pecíolo de 1-1.5 cm de longitud, con 2-4 glándulas cerca del limbo [(2)].

Flores: Por lo general solitarias, a veces en parejas, casi sentadas, de color rosa a rojo y 2-3.5 cm. de diámetro [(2)].

El color de las hojas en otoño es un índice para la distinción de las variedades de pulpa amarilla de las de pulpa blanca: las hojas de las primeras se colorean de amarillo intenso o anaranjado claro, las de las segundas de amarillo claro [(2)].

Fruto: Drupa de gran tamaño con una epidermis delgada, un mesocarpio carnoso y un endocarpio de hueso que contiene la semilla. La aparición de huesos partidos es un carácter varietal. Existen dos grupos según el tipo de fruto:

-De carne blanda (de partir), con pulpa sin adherencia al endocarpio y destino en fresco.

-De carne dura (ulincate), con pulpa fuertemente adherida y destino en fresco e industria.

Órganos fructíferos: Ramas mixtas, chifonas y ramilletes de mayo. El de mayor importancia es la rama mixta [(2)].

Los duraznos se producen en la madera de un año de yemas florales formadas en el anterior periodo vegetativo. Típicamente se forma en cada nudo una yema foliar flanqueada por dos yemas florales [(2)].

Polinización: especie auto compatible, quizás auto gama, no alternante. La fecundación tiene lugar normalmente 24-48 horas después de la polinización [(2)].

1.5. Descripción del fruto (Melocotonero – Durazno)

Foto 1: PARTES DEL DURAZNO

Su fruto es el melocotón o durazno. También conocido como presco (en Aragón) o piesco, contiene una única semilla encerrada en una cáscara dura, el «hueso». Esta fruta, normalmente de piel aterciopelada, posee una carne amarilla o blanquecina de sabor dulce y aroma delicado. A la variedad que no tiene la piel aterciopelada se la llama nectarina, pavía (En Aragón, Navarra) o pelón [(2)].

Los melocotones, junto con las cerezas, ciruelas y albaricoques, son frutas de hueso botánicamente llamadas drupas. Se dividen en variedades cuya carne se separa fácilmente del hueso («prescos/piescos») y en otras que se adhieren firmemente a él, como la variedad llamada «pavía». Las variedades de carne blanca (Presquillas en Aragón, diminutivo de presco) son típicamente muy dulces, con escaso gusto ácido y las más populares de países como China, Japón y sus vecinos asiáticos; mientras que las de carne amarilla, predilectas de los países europeos y norteamericanos, poseen un fondo ácido, que se paladea junto al dulzor. La piel de ambas variedades tiene tonos rojizos[(2)].

En España, las variedades cuyos frutos tienen forma achatada se suelen denominar paraguayos, paraguayas o chatos (son vellosas, recientemente han entrado en el mercado variedades sin pelo denominadas platerinas). Son una variedad de melocotonero de nombre científico Prunus persica var. platycarpa, considerada hoy día como un mero sinónimo del taxón específico[(2)].

El mejoramiento genético de las especies del género Prunus incluye el logro de un fruto de alta calidad con una larga vida de almacenamiento [(2)].

1.6. Evolución del durazno en Bolivia

En el siglo I de nuestra era, procedente del continente asiático y vía Persia Asia menor, Kiriguistan, llegó al mundo occidental el durazno original constituyendo rápidamente diversidad de variedades según el clima de los distintos ambientes [(3)].

A nuestro continente americano llegaron los primeros colonos españoles a fines del siglo XVI. De los escritos históricos de aquellos tiempos conservamos una preciosa nota en la que se dice explícitamente que alrededor de 1570 fueron cultivadas en el actual territorio de México tres distintas variedades de durazno. Fueron ellos, los españoles que vinieron a asentarse poco después de la conquista, los que trajeron consigo la planta del durazno. Podemos decir, consecuentemente, que las variedades americanas del durazno pertenecen a las variedades de la península Ibérica [(3)].

También el durazno boliviano es descendiente de las plantas que trajeron los españoles buscadores de oro y plata a fines del siglo XVI [(3)].

Las zonas de cultivo del durazno en Bolivia están en los "valles" o entre montañas, a 1000 – 2800 metros de altura sobre el nivel del mar; o sea, las regiones de menor precipitación durante el verano: Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Tarija, etc. y algunas zonas de Comarapa que climatológicamente son parecidas a las de Europa del Sur [(3)].

La historia del cultivo del durazno en Bolivia tiene ya 300 años y no es difícil comprobar que las variedades actuales se diferencian enormemente de las primeras. Porque debemos tener en cuenta que desde fines del siglo XVIII y comienzos del XIX, se han ido introduciendo otras variedades de EE.UU. Europa del Sur y Argentina, y que la misma naturaleza se ha encargado de hacer algunos cruces con las variedades existentes. De esta forma se han entregado las variedades que poseemos actualmente con características muy diferentes a las primitivas. Este fenómeno se puede observar muy especialmente en el departamento de Cochabamba y con dificultad en los otros departamentos anteriormente citados [(3)].

Podemos decir que las variedades existentes en Bolivia se han ido transformando y adaptando al ambiente climatológico a lo largo de los años por repetición de plantaciones de semilla y modernamente por la introducción de nuevas variedades y su cruce natural con las ya existentes [(3)].

1.7. Variedades del durazno boliviano

Las variedades del durazno boliviano que poseemos actualmente fueron importadas por los españoles; por lo tanto son variedades de las filiaciones que se cultivan en EE.UU. y algunos otros países de América Latina. Aunque originalmente pertenecen a las de filiación europea, nuestras variedades poseen actualmente muchas diferencias morfológicas con aquellas [(3)].

Así por ejemplo, dentro de una misma filiación, las variedades del durazno boliviano son distintas de las variedades estadounidenses, argentinas o chilenas [(3)].

Como norma general, las variedades del durazno de filiación europea requieren un ambiente seco y alta temperatura durante el verano; mientras que en la época del letargo prefieren temperaturas de 2ºC – 10ºC, bajo cero. Esto significa que el duraznero, sin un buen tiempo de letargo, no adquirirá la suficiente fuerza para la germinación y fructificación [3].

Las variedades de durazno que poseemos en Bolivia, ya están aclimatadas y mejoradas por obra de la misma naturaleza a lo largo de los años. Generalmente, las zonas productivas del durazno en Bolivia son tropicales, pero como están situadas a bastante altura (1500m – 2800m) durante el invierno se llega a una temperatura relativamente baja, aunque rara vez por debajo de los 0ºC [3].

Para clasificar el durazno boliviano, es necesario dividirlo según el color de las flores y según la calidad de los frutos (mesocarpio y endocarpio) [3].

Según sea el color de la flor, podemos agrupar dos tipos: color rosado, con algo de pigmentación rojiza, y color blanco [3].

La clasificación según el fruto (constitución del mesocarpio) es: de fruto jugoso (MELTING) y de fruto no jugoso (NON MELTING).

La clasificación por el endocarpio es: El glutinoso (CLINGSTONE) y de partir (FREE STONE).

1.7.1. Grupo de variedades con flores color rosado:

1.7.1.1. Grupo de variedades de filiación ULINCATE

Este grupo de variedad pertenece a la familia europea en su estado original.

- **Características del árbol:** Tiene gran desarrollo y su copa es elevada, aunque algunas veces está abierta hacia abajo en la rama frutal media y larga, tiene buena formación de brote duplicado. En cuanto a la floración existen variedades

que la tienen del tipo universal, otras la androceo (muy pequeños los pétalos y sobresalientes los estambres) [3].

En la variedad de floración universal están la mayoría y mejores variedades. Todas ellas tienen abundante polen, pétalo de color rosado fuerte, aunque a veces rosado claro. El fruto de estas variedades tiene una pigmentación rojiza al acercarse al hueso (endocarpio) y abundante acidez. En Bolivia estas variedades se denominan "originales" o "criollas" [3].

- **El fruto:** Es de tamaño mediano (120g– 150g), pero hay muchas variedades, desde unos bastante pequeños hasta otros que sobrepasan los 150g. Su forma es redonda o cónica. La punta generalmente convexa, aunque también las encontramos planas. Su color, el del mesocarpio, es crema claro y anaranjado; su constitución fina pero con elasticidad; no es jugoso, si aromático y tiene mucha glucosidad a la vez acidez [3].

  El color del pericarpio es claro con mucha pigmentación rojiza, aunque varía mucho según las variedades. El endocarpio es glutinoso.

1.7.1.2. Grupo de variedades de filiación MOCITO

Las variedades de este grupo solo las podemos encontrar en los alrededores de Cochabamba y en la provincia Punata [3].

- **Características del árbol:** Los árboles, en la mayoría de las variedades, son de gran desarrollo. En aquellas variedades cuyo fruto es amarillo, el árbol es grande y la forma de su copa abierta. Su brote, tiene muy buena formación; igualmente de brote duplicado [3].

  La mayoría de estas variedades tiene floración universal y muy poca floración "androceo". Su flor es grande con abundante polen; mayormente rosadas obscuras y algunas más claras. [3]

- **El fruto:** El tamaño de los frutos oscila bastante; los más grandes alcanzan los 200g; y los más pequeños alrededor de 50g. (a estas variedades se las denomina "Uvulia" = fruto de la uva) [3].

  La forma del fruto es redonda; sólo algunas variedades tiene forma cónica; algunas terminan en punta, otras son planas [3].

  El fruto es de color crema y amarillo claro. La característica sobresaliente del mesocarpio es su constitución fina y jugosa. Pero no es tan jugoso como los del grupo de variedades de filiación China. La mayoría de las variedades de esta filiación tiene como principal defecto la harinosidad de sus frutos antes de tiempo, especialmente alrededor del endocarpio [3].

  Existen muy pocas variedades que tengan pigmentación rojiza alrededor del endocarpio; hay algunas que acentúan el color del mesocarpio al acercarse al endocarpio, a estas variedades se les denomina RANRACO (doble cara). Se caracterizan por su aromaticidad y abundancia de jugo. La mayoría tiene un solo brote floral [3].

  El color de la flor es más oscuro que en las otras variedades. En las plantas tiernas, la fructificación es muy mala; a lo largo de los años se va mejorando, aunque siempre tiene abundante caída prematura de frutos [3].

  Los árboles de las variedades de esta filiación suelen tener crecimiento vertical, distinguiéndose así de las otras variedades. En el grupo de variedades de filiación MOCITO, el endocarpio es de partir (fácil separación del mesocarpio y endocarpio), o semipartir [3].

1.7.1.3. Grupo de variedades de filiación seca

Este grupo de variedades se puede decir que es uno de los pertenecientes a la filiación ULINCATE. Su diferencia funcional consiste en que el endocarpio no es glutinoso. Su diferencia con las variedades del MOCITO es que el fruto no se pone harinoso alrededor del endocarpio [3].

- **Características del árbol:** No es de gran desarrollo, su copa tiene forma achatada y abierta. Estas variedades tienen buena formación de brote doble ordinariamente. La floración en general es el androceo, aunque también se da la universal. El color de la flor es rosado oscuro [3].
- **El fruto:** Tiene forma redonda y punta convexa. El tamaño es relativamente pequeño; la mayoría oscila entre 80g – 100g. La zona del pericarpio que esta bañada por el sol, se pigmenta de color rojo oscuro, pero sin llegar hasta el mesocarpio [3].

  El color de este último es crema en algunas variedades; pero en la mayoría es amarillo claro. El fruto es de constitución fina, tiene poca fibra y no es jugoso. El endocarpio es de partir y existen algunas variedades que tiene una pigmentación rojiza a su alrededor. La mayoría de las variedades son de maduración media.[3]

1.7.2. Grupo de variedades con flores blancas

1.7.2.1. Grupo de variedades de filiación almendra ULINCATE.

- **Características del árbol:** La mayoría de las plantas tiene gran crecimiento, forma abierta y muy buena formación del brote floral. En las ramas pequeñas y medianas se observa predominante el mono-brote floral. Las ramas frutales son bastante delgadas de longitud mediana. [3]

  El tipo de floración es universal y de tamaño mediano, con abundante polen. La floración se adelanta casi un mes a las demás variedades, pero no con la uniformidad típica de otras variedades [3]
- **El fruto:** Tiene forma ovalada con punta convexa; no se observa ninguna variedad que tenga punta plana. Casi todas las variedades de este grupo tiene frutos más grandes que otros. Su color es verde claro, que no se pigmenta por la acción del sol. El color del mesocarpio es blanco, su constitución fina, pero no es jugosa. El mesocarpio tiene bastante elasticidad; esto le hace apto para ser transportada extensas distancias y le da una larga duración. Los frutos de esta variedad son glucosas, aromáticas y poco ácidas. La constitución del endocarpio es glutinosa [3].

1.7.2.2. Grupo de variedades de filiación almendra MOCITO

- **Características del árbol:** En su mayoría tienen muy buen crecimiento, pero hay unas variedades que crecen muy poco. Su forma es semi abierta y abierta [(3)].

  Tiene poca formación de brotes florales y en su mayoría son de formación doble. Excepto algunas de floración universal, la generalidad de las variedades tiene floración androceo [(3)].

- **El fruto:** De forma redonda y punta algo convexa. Su tamaño en casi todas las variedades es pequeño y mediano. El color del pericarpio es verde claro y su constitución fina; es jugoso y harinoso, no posee fibra y es glucosa con poca acidez, muy aromático y de buen sabor.

  El endocarpio en general es de partir. La mayoría son de maduración precoz, algunas de maduración media [(3)].

1.8. Exigencias de clima y suelo

El duraznero se adapta bien a suelos profundos, de texturas medias, de alta fertilidad natural y fundamentalmente, libre de problemas de drenaje superficial e interno. La humedad excesiva del suelo es una severa limitación al cultivo de la especie, aunque esta condición se mantenga por un tiempo relativamente corto [(3)].

Las malezas perennes deben eliminarse desde la temporada previa. Los árboles recién plantados limitan la posibilidad de controlar malezas de un huerto ya establecido, por lo que debe optarse por labores más costosas como si se tratara de un suelo libre de cultivos [(3)].

Debido a que el riego es fundamental para el desarrollo de una plantación de esta especie, se debe nivelar adecuadamente para lograr una buena distribución del agua, de lo contrario, el huerto está expuesto a permanentes deficiencias en el abastecimiento hídrico, problemas de erosión y eficiencia baja en el uso del agua [(3)].

Generalmente los suelos presentan problemas de compactación por el excesivo laboreo. El subsolado mejora las deficiencias de oxigenación e infiltración del agua a la zona de raíces. Esta labor debe realizarse en el verano, anterior a la plantación, con el suelo lo más seco posible, de modo que se quebraje más allá de la zona por donde pasa el implemento. Si la operación se realiza en suelo húmedo, alivia sólo parcialmente el problema del sellado [(3)].

La fertilización del suelo, debe realizarse aproximadamente 30 días antes de la plantación, con el uso racional de fertilizantes químicos (Urea 46% N) y materia orgánica. Sin embargo, no es recomendable el uso de estiércol proveniente de granjas avícolas (gallinaza), porque tiene un efecto negativo en las plantas, debido posiblemente a la alta concentración de amoníaco [(3)].

1.9. Cultivo y reproducción

El duraznero se propaga vegetativamente por injertos; las prácticas difieren de una región a otra. La reproducción se puede hacer por medio de la semilla (propagación sexual), o por medio del injerto (propagación asexual), como acontece con la mayoría de las plantas [(3)].

1.9.1. Plantaciones

1.9.1.1. Injertación

Habitualmente se considera que el momento oportuno para injertar es cuando el tronco adquiere el diámetro de un lápiz a los 20 centímetros del suelo, dependiendo del desarrollo de la planta, se tienen dos momentos característicos de injertación:

1.9.1.1.1. Injertacion de marzo – abril

Llamada también de “ojo dormido”, la injertación se realiza en una época cuando hay suficiente actividad como para que se desprenda fácilmente la corteza del xilema, pero no hay condiciones climáticas para una brotación espontánea de la yema del injerto. De este modo, la decapitación y consecuente brotación ocurrirá en la primavera siguiente [(3)].

La planta así propagada se puede comercializar tanto de “ojo dormido” como en un año más, en su calidad de “planta terminada”, es decir, con un porta injerto de dos años y el brote del injerto de un año de desarrollo[3].

1.9.1.1.2. Injertacion de septiembre - octubre

También conocida como injertación de “ojo vivo”. La yema del cultivar o variedad a propagar, se injerta de escudete “T”, sobre el porta injerto. Una vez que se ha producido la unión y conexión vascular de los tejidos, lo que puede demorar alrededor de 15 días, se procede a decapitar (descachetear) el patrón, para estimular el crecimiento del brote del injerto. En este caso, la planta terminal con alrededor de 1 metro de altura se comercializa en el invierno siguiente, de modo que toma sólo un año en su producción. Esta alternativa, en nuestro medio generalmente se utiliza para realizar los retallos de la injertación de abril – mayo [3].

1.9.2. Fases de maduración

De acuerdo con el tiempo de maduración, se clasifican en: (Véase tabla 1):

Tabla 1: Tiempo de maduración según la variedad de durazno

Grupo de maduración	Tiempo de maduración (época)
Maduración precoz	Desde principios de febrero hasta la primera semana del mes de marzo
Maduración media	Mediados de marzo
Maduración tardía	Entre fines de marzo y comienzos de abril

Fuente: Técnicas para el Mejoramiento del cultivo de Durazno en Bolivia. HEIZO SEINO, 1971.

1.10. Recolección

La cosecha de los frutos es la fase final del ciclo productivo y las condiciones en las que se realiza son determinantes de las características cualitativas, comerciales y de las

posibilidades de conservación que tengan los distintos frutos. La cosecha del duraznero es 100% manual y consiste en recoger los frutos desde el árbol, con la ayuda de escaleras o pisos para los frutos que estén a mayor altura. Hoy en día se realizan solo 2 pasadas en la cosecha, a diferencia de antes, en donde se realizaban 3–4 pasadas. Desde la bolsa cosechera, los frutos son puestos generalmente en bins rellenos con esponjas, los cuales son transportados por carros hacia la zona de embalaje, o hasta la zona de almacenamiento que debe estar a la sombra [(3)].

1.10.1. Almacenamiento

La cosecha debe ser muy cuidadosa debido a que el durazno es muy sensible a la fricción, que produce un daño visible como mancha de color pardo, a la compresión y al golpe (machucones) para una mejor condición de la fruta se debe forrar interiormente los cajones con plástico (con burbujas de aire) y es conveniente inmovilizar la fruta mediante una cubierta de madera que se pone encima, por dentro del cajón [(3)]

1.11. Valor alimenticio

El durazno es rico principalmente en vitamina A, aminoácidos y minerales. En la Tabla 2, se muestra la composición del durazno en 100 gramos de porción comestible, aporte que es muy importante para la nutrición humana [(4)]

Tabla 2: Composición nutritiva del durazno (en 100gramos)

Descripción	Cantidad	Unidad
Agua	89.10	%
Calorías	38.00	Kcal
Proteínas	0.60	g
Grasas	0.10	g
Hidratos de Carbono	9.70	g
Vitamina A	330.00	U.I.
Tiamina	0.02	mg
Riboflavina	0.05	mg
Niacina	1.00	mg
Ácido ascórbico	7.00	mg
Calcio	9.00	mg
Fósforo	10.00	mg
Hierro	0.50	mg
Sodio	1.00	mg
Potasio	202.00	mg

Fuente: Weswood, N.H. 1982.

1.12. Producción nacional del durazno

La región de los Valles Alto, Centro y Bajo de Cochabamba y otros valles del país, tienen condiciones favorables para el cultivo de ésta especie, cuyos frutos tanto del tipo pavia (ulincates) como los del tipo prisco (de partir o mocito), tienen la preferencia del productor y consumidor. [(4)].

Las zonas que por sus condiciones agro ecológicas son consideradas aptas para la producción de durazno, están ubicadas en los valles interandinos de los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, La Paz, Chuquisaca y Potosí (véase Tabla 3). [(3)]

Tabla 3: Superficie del cultivo de duraznero en Bolivia y distribución porcentual por departamentos (1999 - 2000)

Departamento	Superficie cultivada		Rendimiento kg/ha.	Producción T.M.
	Has.	**%**		
Cochabamba	2542	39.0	6209	15782
Chuquisaca	1457	22.0	5680	8274
La Paz	824	13.0	5395	4444
Tarija	904	14.0	6760	6112
Potosí	502	8.0	5630	2828
Santa Cruz	271	4.0	5750	1560
Totales	**6.500**	**100%**	**35424**	**39000**

Fuente: Unidad de Estadística Rurales y Agropecuarias - MAGDER 2001

1.13. Análisis químico

Con relación a las características químicas (Véase tabla 4) se encontró un alto contenido de sólidos solubles y acidez, indicativo de un fruto ácido-dulce, lo cual representa su principal característica por la amplia aceptación del fruto para el mercado de consumo fresco. El índice de madurez de 41,36 es considerado como adecuado para definir el momento de la cosecha, por coincidir con el aroma, sabor y color típico del cultivar [(4)].

Tabla 4: Características químicas de los frutos de durazno procedentes de la colonia Tovar en la época lluviosa (2000 - 2001)

Características químicas	Media	Rango
Sólidos solubles (ºBrix)	18.2	15.0–23.2
Acidez (% ácido cítrico)	0.44	0.40–0.46
Índice de madurez	41.36	37.50–50.43
pH	4.0	3.8–4.2

Fuente: Unidad de Estadística Rurales y Agropecuarias - MAGDER 2001

1.13.1. Composición del durazno (véase tabla 5 al 10)

Tabla 5: Composición del durazno

NUTRIENTE	POR CADA 100g
Agua	88.87g
Proteínas	0.92g
Lípidos	0.25g
Ceniza	0.43g
Hidratos de carbono	9.54g

Fuente: dieta y nutrición.net

Tabla 6: Hidratos de carbono del durazno

NUTRIENTE	POR CADA 100g
Fibra	1.5g
Azucares	8.39g

Fuente: dieta y nutrición.net

Tabla 7: Minerales del durazno

NUTRIENTE	POR CADA 100g
Calcio	6mg
Hierro	0.25mg
Magnesio	9mg
Fosforo	20mg
Potasio	190mg
Sodio	0mg
Zinc	0.17mg
Cobre	0.068mg
Manganeso	0.061mg
Selenio	0.0001mg

Fuente: dieta y nutrición.net

Tabla 8: Vitaminas del durazno

VITAMINA	POR CADA 100g
Vitamina C	0.6mg
Vitamina B1	0.024mg
Vitamina B2	0.031mg
Vitamina B3	0.806mg
Vitamina B5	0.153mg
Vitamina B6	0.025mg
Vitamina B12	0mg
Vitamina B9	0.004mg
Vitamina B7	6.1mg
Vitamina E	0.73mg
Vitamina D	0mg
Vitamina K	0.0026mg

Fuente: dieta y nutrición.net

Tabla 9: Antioxidantes carotenoides del durazno

NUTRIENTE	POR CADA 100g
Alfa caroteno	**0**µg
Beta caroteno	**162**µg
Beta criptoxantina	**67**µg
Licopeno	**0**µg
Luteina y Zeaxantina	**91**µg

Fuente: dieta y nutrición.net

Tabla 10: Ácidos grasos del durazno

NUTRIENTE	POR CADA 100g
Ácidos grasos saturados	**0.019**µg
Ácidos grasos monoinsaturados	**0.067**µg
Ácidos grasos poliinsaturados	**0.086**µg

Fuente: dieta y nutrición.net

1.13.2. Principales ácidos grasos [5]

a) **Ácidos grasos saturados:** muchos de estos ácidos son de origen natural; es decir que esterificados con alcoholes inferiores se encuentran en los aceites esenciales de las plantas, como glicéridos en las grasas y aceites. Dentro del aceite de semilla de durazno se encuentra[5]:

Acido Palmítico	6.64%
Ácido Esteárico	1.47%

b) **Ácidos grasos insaturados:** se encuentra en la naturaleza con mucha frecuencia. El glicérido de estos ácidos está contenido en la mayoría de las grasas animales y vegetales, con bajo punto de solidificación (aceites). Dentro de los componentes del aceite de semilla de durazno están[5]:

Ácido Oleico	66.2%
Ácido Linoléico	23.1%

c) **Componentes no glicéridos:** son el resto de unidades que se pueden encontrar en casi la mayoría de los aceites de origen vegetal o animal (Véase Tabla 11)[5]:

Tabla 11: Componentes no glicéridos del durazno

ANALISIS	%
Humedad	4.73
Cenizas	2.94
Grasa cruda	54.48
Proteínas	33.28
Carbohidratos	4.57

1.14. ESTUDIO DEL PRODUCTO

1.14.1. Generalidades de los Aceites y Grasas

Los aceites y las grasas son sustancias de origen vegetal o animal que consisten predominantemente en mezclas de ésteres de la glicerina con los ácidos grasos, es decir son triglicéridos [6].

En general, el término "grasa" se usa para definir a los materiales sólidos en temperatura ordinaria; mientras que el término "aceite" se refiere a los que son líquidos en las mismas condiciones [6].

a) **Composición del aceite en los vegetales:** Los hidratos de carbono que son integrados por la planta a partir del ácido carbónico y el agua, son aparentemente convertidos en grasa mediante el siguiente orden[6]:

$$\text{Glucosa} \rightarrow \text{Aldehido Glicérido} \rightarrow \text{Aldehido Láctico} \rightarrow \text{Aldehido Acético} \rightarrow \text{Acido Sórbico} \rightarrow \text{Acido Caprónico} \rightarrow \text{Acido Oléico y Acido Esteárico} \rightarrow \text{Glicerol} \rightarrow \text{Triglicérido}$$

Desde el punto de vista estructural un triglicérido puede considerarse formado por la condensación de una molécula de glicerol con tres moléculas de ácidos grasos, para dar tres moléculas de agua y una de triglicérido [6].

$$\text{GLICERINA} + \text{ACIDO GRASO} = \text{AGUA} + \text{TRIGLICERIDO}$$

b) Componentes no Glicéridos de Grasas y Aceites: Entre los componentes no glicéridos de grasas y aceites se encuentran: fosfatidos, refinosas, pentosanos, hidratos de carbono, esteroles, alcoholes superiores, pigmentos carotenoides, clorofilas, tocoferoles, hidrocarburos no saturados, vitaminas liposolubles A, D y E, cobre, hierro, zinc y trazas de fósforo [7].

c) Propiedades Físicas de las Grasas y Aceites[7]:

- **Untuosidad:** Capacidad para formas películas lubricantes.
- **Viscosidad:** De alta viscosidad debido a la estructura de sus glicéridos en largas cadenas.
- **Tensión superficial e interfacial:** Fuerza que impide la separación de moléculas de aceite. Disminuye el aumento de temperatura.
- **Densidad:** Relación entre la masa y su volumen. Disminuye con el aumento de temperatura.
- **Punto de fusión:** Aumenta con la longitud de la cadena de sus glicéridos. Disminuye con el aumento de insaturados.

d) Reacciones de las Grasas y Ácidos Grasos[6] [7]:

- **Hidrolisis:** Es el desdoblamiento de las grasas [6] [7].

$$C_3H_5 - (OOCR)_3 + 3HOH \rightarrow C_3H_5(OH)_3 + 3HOOCR$$

- **Esterificación:** Es la reacción de los ácidos grasos con glicerol, obteniéndose agua y un triglicérido [6] [7].

$$C_3H_5(OH)_3 + 3HOOCR \rightarrow 3HOH + C_3H_5(OOCR)_3$$

- **Saponificación con álcalis:** Es la reacción de un triglicérido, para obtener glicerina, una sal o jabón del metal alcalino con el ácido graso[6] [7].

$$C_3H_5(OOCR)_3 + 3NaOH \rightarrow C_3H_5(OH) + 3NaOOCR$$

- **Hidrogenación:** En presencia de catalizadores adecuados, el Hidrogeno se añade fácilmente a los enlaces dobles de los ácidos no saturados para tener los iones presentes como ácidos saturados o al menos reducir al grado la insaturación. [6] [7].

$$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOR \rightarrow CH_3(CH_2)_{16}COOR$$

1.14.2. Aceite de Semilla de Durazno

Este aceite es un líquido más ligero que el agua, dotado de gran fluidez.

a) Es líquido por su bajo contenido de ácidos grasos saturados; de color amarillo pálido y de olor agradable y fragante que recuerda al fruto [8].
b) Tiene una alta concentración en vitaminas A y E, con propiedades ricos en ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico) y en minerales [8].
c) El aceite de semilla de durazno está muy bien dotado de antioxidantes que combaten en los procesos de oxidación natural que dañan a algunos tejidos del cuerpo y causan envejecimiento [8].
d) Es un aceite natural y orgánico que se absorbe lentamente por la piel [8].
e) De gran resistencia al enranciamiento, debido a su contenido en ácido linoléico, que es más estable a la oxidación que otros aceites [8].
f) El aceite de semilla de durazno es altamente compatible con los aceites humectantes encontrados en la piel de los humanos [8].

1.14.3. Usos del Aceite de Semilla de Durazno

a) El aceite de semilla de durazno se puede utilizar principalmente para la cosmetología ya que es rico en vitaminas y minerales (especialmente para la piel) los cuales ayudan a reparar los tejidos del cuerpo y mantener una salud y belleza natural de la piel mediante la estimulación del colágeno de la misma (proteína fibrosa que renueva la piel y restablece la elasticidad) por consiguiente retarda el proceso del envejecimiento de la piel [(8)].

b) Es un aceite óptimo para la utilización en la manufactura de jabones, porque contiene ácidos palmítico, esteárico u oleico, principales elementos básicos del jabón, para que tenga una actividad superficial. Además el aceite de semilla de durazno tiene un bajo contenido de yodo, lo que le otorga al jabón la dureza necesaria [(8)].

c) Se absorbe más lentamente por la piel, por lo cual es adecuado para masajes prolongados en todo tipo de piel. Ayuda a que los dedos se deslicen sin estirar la piel, da suavidad y lisura de terciopelo [(8)].

d) Aunque las fracciones de petróleo han desplazado a los aceites en la elaboración de cosméticos, el aceite de semilla de durazno se considera un elemento valioso para la industria cosmética, en la preparación de cremas frías, perfumería y el comercio.[(8)]

2. ACEITE DE DURAZNO

2.1. Descripción del aceite

El aceite de semilla de durazno es ligero similar al aceite de damasco y de almendra con menor resistencia al enranciamiento. Tiene una alta concentración en vitaminas A y E, con propiedades altamente antioxidantes. El contenido en aceite de la semilla es de 40% -50%. Es ligero y poco untuoso.

El aceite de semilla de durazno a la temperatura ordinaria se presenta como un cuerpo líquido, más ligero que el agua y dotado de gran fluidez.

Su color es amarillo pálido, tiene olor agradable y dulce similar al de su aceite esencial; su sabor es amargo debido a su contenido de cianuro

2.2. Propiedades del aceite:

Presenta las siguientes propiedades:

a) Sufre la transformación en masas resinosas sólidas por influencia del oxígeno del aire.
b) Debido a su contenido de cianuros es considerado un aceite amargo y venenoso para consumo alimenticio.
c) Aplicado sobre la piel es de poca absorción por lo cual se usa para masajes prolongados.

2.3. Características Físico – Químicas del Aceite [9].

El aceite de semilla de durazno presenta las siguientes características (Véase Tabla 12):

Tabla 12: Características físico químicas del aceite de semilla de durazno

Índice de acidez	0.9714 mg NaOH/g de grasa
Índice de Saponificación	201mgNaOH/g de grasa
Índice de Yodo	97 g yodo/100g de grasa
Índice de Refracción	1.4622
Acidez Total (%)	0.9
Densidad	0.90 g/mL
Índice de peróxido	-

Materia Saponificable %	1.60
Rendimiento del aceite %	20

Fuente: Tesis doctoral: estudio de la composición química de la semilla y de los aceites de semilla de frutos de especies "prunus" de producción nacional", Funes Jorge Armando, 1987

Porcentaje de ácidos grasos [9]:

Tabla 13: Principales ácidos grasos del aceite de semilla de durazno

Oleico	69%
Linoleico	22%
Palmico	6.3%
Palmitoleino	0.5%
Estearico	1.0%

Fuente: Tesis doctoral: estudio de la composición química de la semilla y de los aceites de semilla de frutos de especies "prunus" de producción nacional", Funes Jorge Armando, 1987

2.4. Principales Ácidos Grasos [10] [11]:

El aceite de semilla de durazno presenta las siguientes ácidos grasos:

a) **Ácido Oleico (ácidocis 9 octadecenoico) [10] [11]:** El glicérido de este acido está contenido en la mayoría de las grasas animales y vegetales de bajo punto de solidificación. Las características del ácido son:

Nº de átomos de carbono:	18
Nombre sistemático:	9 octadecenoico
Punto de fusión:	16.3 °C
Punto de ebullición:	153 °C
Fuentes comunes:	Casi todas las grasas y aceites

$$CH_3— (CH_2)_7 —CH = CH— (CH_2)_7 —COOH$$

b) **Ácido linoleico (ácidocis, cis9, 12octadecadienoico)** [10] [11]**:** Este acido ha sido encontrado como glicérido en distintos aceites. Tiene la propiedad de llamarse "ácido graso secante". Las características de este acido son:

Nº átomos de carbono:	18
Nombre sistemático:	9,12 - octadecadienoico
Punto de fusión	- 5°C
Punto de ebullición	202 °C
Fuentes comunes	Muchos aceites vegetales

$$CH_3 — (CH_2)_4 — CH = CH — CH_2 — CH = CH — (CH_2)_7 — COOH$$

c) **Ácido Palmítico** [10] [11]**:** La fuente y el estado en la naturaleza es como glicérido en muchas grasas animales y vegetales, pero como éster en las ceras. Las características del ácido son:

N° de átomos de carbono:	16
Nombre sistemático:	Hexadecanoico
Punto de fusión:	62.9 °C
Punto de ebullición:	167 °C
Fuentes comunes:	Aceite de semilla de durazno

$$CH_3 — (CH_2)_{14} — COOH$$

d) **Ácido esteárico** [10] [11]**:** Se encuentra en la naturaleza como glicérido en muchas grasas vegetales y animales; por reducción del ácido oleico se puede llegar al ácido esteárico. Las características de este ácido son:

N° de átomos de carbono:	18
Nombre sistemático:	Octadecanoico
Punto de fusión:	69.2ªC
Punto de ebullición:	184 °C
Fuentes comunes:	Aceite de semilla de durazno

$$CH_3 — (CH_2)_{16} — COOH$$

2.5. Determinación del índice de Acidez [12]:

Finalidad: Se realiza para determinarla cantidad de ácidos grasos libres existentes en una muestra de aceite.

Procedimiento: En un matraz Erlenmeyer se pesa de 1g a 3g, de aceite y se añaden 50mL a 60mL de alcohol etílico; se calienta en baño maría, agitando hasta hervir, se agregan de 6 a 8 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína y se valora con una solución de hidróxido de potasio 0.1N con agitación vigorosa hasta la aparición del color rosado que persista durante más de un minuto.

Determinación: Es el número de miligramos de KOH requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en 1 gramo de masa. Para expresar en miligramos de KOH/1g de grasa, se utiliza la siguiente formula:

$$Z = \frac{V \times 5.61}{p}$$

Dónde: Z = Índice de acidez

V = mL gastados de KOH

P = Peso de aceite (muestra a tratar)

Para determinar el porcentaje de acidez total como ácido oleico se debe utilizar la siguiente formula, en función a los datos anteriores:

$$x = \frac{n * C * 282.5}{1000 * P} * 100$$

Dónde: X = Acidez total como ácido oleico por cien de aceite

N = mL gastados de KOH

C = concentración real de KOH

P = Peso de aceite (muestra a tratar)

2.6. Determinación del índice de saponificación [12]:

Finalidad: Se realiza para conocer el número de saponificación del aceite de semilla de durazno. Es decir que su fin es desdoblar las grasas en sus componentes.

Procedimiento: En un matraz Erlenmeyer se pesa de 1g a 2g de muestra, se añade 25mL de solución alcohólica potásica (resulta de disolver 40g de KOH en un litro de alcohol etílico); luego se calienta agitando hasta que el líquido quede homogéneo y límpido, esto durante 30 a 60 minutos. Pasado el tiempo se coloca 7 a 8 gotas de fenolftaleína y se procede a valorar el exceso de KOH con HCL 0.5N hasta la desaparición del color rosado.

Se debe realizar simultáneamente una determinación en blanco tratando de que las condiciones sean idénticas a las de la determinación con la muestra.

Determinación: Es el número de miligramos de KOH necesario para saponificar 1g de grasa.

$$\text{Indice de saponificación} = \frac{2\,(N - n)x\,28.06}{P}$$

Dónde: N = mL de HCL 0.5N gastados en el blanco

n = mL de HCL 0.5N gastados en la muestra

28.06 = factor de conversión del KOH

P = Peso de la muestra

2.7. Determinación del índice de yodo [12]:

Finalidad: Servirá para reconocer el grado de insaturación del aceite de semilla de durazno expresado en gramos de yodo absorbidos.

Procedimiento: Se pesa la muestra 0.1g a 0.2 g, en un matraz Erlenmeyer al cual se añaden 15mL de cloroformo para disolver la grasa, luego se añaden 25mL de mezcla de volúmenes iguales de yodo y cloruro mercúrico (la solución de yodo se prepara disolviendo 25g de yodo en 500mL de alcohol etílico y la solución de cloruro mercúrico se prepara disolviendo 30g de la misma en 500mL del mismo alcohol; los dos líquidos se conservan separados y se mezclan luego en volúmenes iguales unas 48 horas antes de usar. Agitar con cuidado y luego guardar el matraz en lugar oscuro durante 30 minutos a temperaturas que no varíen de 15°C a 18°C. Pasado ese tiempo se debe añadir 15mL a 20mL de yoduro de potasio, se lavan las paredes con agua destilada hasta unos 200mL de volumen total.

Se titula el exceso de yodo con una solución de tiosulfato de sodio 0.1N, añadiendo este muy gradualmente mientras que se agita vigorosamente. Se continua con la titulación hasta que el color amarillo haya casi desaparecido. Se añaden 2mL a 5mL de indicador de solución de almidón y se continúa con la titulación hasta que el color azul desaparezca.

Determinación: Es el número de gramos de yodo absorbidos bajo la condición determinada por 100g de grasa.

$$\text{Indice de yodo} = \frac{(N - n)x\ 0.0127}{P}\ x\ 100$$

Dónde: N = mL de tiosulfado de sodio0.1N usados en la titulación del blanco

N = mL de tiosulfato de sodio 0.1N usados en la titulación de la muestra.

0.0127 = cantidad de yodo equivalente a 1mL de tiosulfato de sodio 0.1N

P = peso de la muestra

2.8. Determinación del índice de refracción [12]:

Finalidad: El índice de refracción es una característica propia de cada aceite entre ciertos límites y está relacionado con el grado de saturación, pero es también afectado por otros factores como ácidos grasos libres, tratamiento térmico y oxidación de dobles enlaces.

Procedimiento: Se requiere de un refractómetro equipado de una escala especial o estándar. Se ajusta la temperatura del refractómetro, se recomienda 40 °C para aceites y 60 °C para grasas de alto punto de fusión. Colocar varias gotas de muestra en el prisma, esperar unos minutos, ajustar la luz y determinar el índice de refracción. Es necesario hacer varias lecturas y sacar promedio.

2.9. Determinación del índice de peróxido [12]:

Finalidad: Este índice determina el número de equivalentes de peróxido por cada kilogramo de muestra que oxidan el yoduro de potasio bajo las condiciones de test. Se asume que estos peróxidos son los provenientes de la oxidación de los dobles enlaces, por lo cual este índice nos da una idea de cuál es el grado de oxidación o descomposición de una grasa o aceite.

Procedimiento: Se pesa alrededor de 1g a 5g de muestra en un matraz Erlenmeyer y luego se añade 30mL de solución de ácido acético – cloroformo (esta solución consta de tres volúmenes de ácido acético por cada dos de cloroformo). Agitar el matraz hasta que la muestra se haya disuelto, luego añadir 0.5mL de solución de yoduro de potasio saturada. Se procede a dejar la muestra en reposo por un minuto y luego se añade 30mL de agua destilada.

Se titula la muestra con una solución de tiosulfato 0,1N, añadiendo gradualmente pero con agitación continua hasta que el color amarillo desaparezca, en ese momento se añaden 0.5mL de indicador solución de almidón y se termina la titulación cuando desaparece el color azul. Se debe realizar una prueba en blanco como anteriormente se hizo con otras pruebas.

Determinación: El valor de peróxido se determina por la siguiente ecuación

$$\frac{\text{Eq. peroxido}}{1000\text{ g muestra}} = \frac{(\text{S} - \text{B}) * \text{N}}{\text{P}} * 100$$

Donde S = mL de tiosulfato gastados en muestra

B = mL de tiosulfato gastados en el blanco

N = Normalidad de tiosulfato de sodio

P = Peso de muestra

2.10. Determinación de la rancidez [12]:

Finalidad: Por efecto simultaneo del oxígeno (aire), luz, humedad y la presencia de enzimas, los aceites experimentan un proceso de alteración, por lo que se forman ácidos libres, además de sustancias como aldehído – cetonas, etc. que es lo que constituye el enranciamiento.

Procedimiento: Ensayo de Kreiss: está fundado en la coloración rosa a roja que se obtiene con los aceites más o menos alterados, en presencia de fluoroglucina.

En una probeta se introducen 10mL de aceite o grasa y 100mL de ácido clorhídrico (Peso específico = 1.19), se cierra el recipiente y se agita enérgicamente por 30 segundos, luego se añade 10mL de solución al 0.1% de fluoroglucina en éter sulfúrico, se vuelve a agitar por 30 segundos más para luego dejar en reposo. Si la capa ácida toma coloración rosada o roja el aceite o grasa está más o menos rancia.

Determinación: la rancidez de un aceite o grasa se determina por la coloración que toma la solución que se prepara, como se indicó anteriormente.

2.11. Determinación de la densidad [12] [13]:

Finalidad: La determinación de la densidad puede dar indicios acerca de la naturaleza de un aceite o grasa y especialmente sirve para distinguir un aceite de otros, las grasas de las ceras, etc. La densidad de un aceite se determina mediante un picnómetro a una temperatura determinada.

Procedimiento: Se pesa el picnómetro vacío y se anota dicho peso, a una temperatura determinada (15 °C), luego se llena el picnómetro con el aceite de semilla de durazno y se procede a pesarlo, se anota el peso y la temperatura, se conoce el volumen contante del picnómetro.

Determinación: La densidad se determina por la siguiente relación

$$d = \frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Volumen}}$$

Dónde: Peso de muestra = peso de aceite - peso del picnómetro

Volumen = Volumen conocido del picnómetro

2.12. Determinación del contenido de aceite o rendimiento [12]:

Finalidad: La determinación del contenido de aceite de la semilla del durazno nos muestra el valor del rendimiento tanto del método de extracción, del solvente y de la materia prima utilizada.

Procedimiento: Para poder realizar el cálculo del rendimiento se debe tomar en cuenta primero la clase de materia prima a utilizar, luego el método de extracción a elegir y por último el solvente adecuado. Para ello se debe realizar diversas extracciones de distinto índole y con solventes diferentes, llegando a escoger el que mayor rendimiento produzca.

Determinación: Para determinar el porcentaje de aceite en una muestra se debe tomar en cuenta la siguiente formula:

$$\%\ \text{aceite} = \frac{\text{Peso de aceite obtenido}}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

3.1.1. Espectroscopia infrarroja[(14)]:

La técnica de la espectroscopia infrarroja nos ayuda a identificar sustancias orgánicas mediante la comparación de dos espectros (análisis cualitativo), se determina los grupos funcionales existentes en la muestra. Las moléculas diatómicas absorben o emiten radiación de longitud de onda determinada, produciéndose cambios en los estados de energía vibratorio y rotatorio de dichas moléculas.

Si los espectros entre 2000 cm^{-1} y 800 cm^{-1} tiene una igualdad o proximidad en cuanto a picos se refiere, se afirma que ambos espectros son idénticos porque esa región I.R. se denomina "huella digital" (fingerprint) de una determinada sustancia.

2.13. Cromatografía de gases [(13)]:

El método cromatográfico de análisis se utiliza en la determinación cuantitativa para la separación y el aislamiento de los componentes individuales de mezclas complejas de compuestos orgánicos.

El análisis cromatográfico consiste en las siguientes etapas:

- Separación cromatográfica gaseosa (fase móvil y fase estacionaria)
- Medición del área de cada pico en el cromatograma
- Calculo de la composición cuantitativa de la mezcla, proporcional a la concentración de componente que se determina.

3. TIPOS DE EXTRACCIÓN

Podemos encontrar diferentes tipos de extracción:

3.1. Extracción discontinua [15]:

Se la llama también "extracción líquido-líquido", en este caso el procedimiento consiste en la transferencia de una sustancia de una fase a otra y se desarrolla entre dos líquidos inmiscibles, esto quiere decir que son incapaces de ser mezclados sin la división de fases.

Las dos fases líquidas de la extracción son la acuosa y orgánica. En este tipo de extracción el componente se encuentra disuelto en un disolvente que generalmente es el agua y para poder separarlo usamos uno que puede ser un solvente orgánico como el éter que son inmiscibles entre ellos. Luego se mezclan ambas sustancias en un embudo de separación y se deja reposar por un tiempo para que después se divida en dos fases, de esta forma el compuesto se distribuye en las capas o fases acorde a sus solubilidades relativas.

3.2. Extracción continúa [15]:

Conocida también como "extracción sólido-líquido", en este tipo se dividen uno o más componentes de una mezcla sólida a través de un disolvente líquido. Se desarrolla en dos etapas distintas. Se lleva a cabo un contacto del disolvente con el sólido que permite la mezcla del soluto o componente soluble al disolvente. Esto se realiza a una temperatura ambiente o cálida pero en este caso para impedir la pérdida del disolvente se efectúa una ebullición a reflujo.

3.3. Extracción selectiva [15]:

Este tipo de extracción se utiliza para separar mezclas de compuestos orgánicos según la acidez, basicidad o de la neutralidad de los mismos.

3.4. Extracción simple [15]:

Se dividen las sustancias acorde al sistema de extracción que se utilice. La técnica se basa en el grado de solubilidad de un compuesto en un líquido en particular, por ejemplo, si tenemos una sal disuelta en un disolvente orgánico y agregamos uno acuoso como agua entonces la sal desaparecerá del disolvente orgánico y se disolverá en la fase acuosa.

En otro supuesto caso podemos encontrar dos disolventes no miscibles, agitamos la mezcla con una sustancia que tenga la propiedad de poder dividirse entre los dos líquidos. Después de haber dejado reposar la sustancia se separarán dos fases líquidas y así obtenemos concentraciones de soluto que son independientes del volumen de sus fases.

3.5. Extracción múltiple [15]:

Es un tipo de extracción a contracorriente que efectúa la división por medio de tubos de extracción. De esta forma, la fase inferior permanece estable, en cambio la fase superior es móvil. Así se transfiere la fase superior de un tubo al siguiente a través de un recipiente de extracción.

4. METODOS DE EXTRACCION DEL ACEITE:

Para la extracción del aceite de semilla de durazno existen varios métodos.

4.1. Extracción del aceite por solventes [16]:

a) **Extracción indirecta:** Lo primero que se hace es tomar varias semillas y aplastarlas en un mortero o plato, de manera que quede un tamaño de partícula

homogéneo. A este se añade la suficiente cantidad de alcohol etílico del 96% en volumen, para que sea el doble del volumen de la cantidad de semilla (esto se coloca en una olla o vaso de precipitado grande). Se agita bien y se calienta hasta que comience a ebullir durante 10min; luego se apaga el equipo para poder filtrar la mezcla a través de un género de algodón para extraer el alcohol (en caliente y con presión al vacío), se deja enfriar y se extrae en embudo de separación con éter etílico en frio. El aceite se obtiene evaporando el éter con un equipo de destilación, de manera que se pueda recuperar el mismo [7].

b) Extracción homogénea: La extracción se realiza en un homogenizador con solución de cloroformo – metanol filtrado.

c) Extracción Soxhlet: Se arma el equipo de extracción soxhlet; se tritura la semilla de durazno reduciéndolo de tamaño sin necesidad de moler y se pesa una cierta cantidad de muestra según el tamaño del cartucho de papel filtro, previamente tarado. Luego se introduce en la cámara de soxhlet, y se llena el balón de unos 2/5 a ½mL de su volumen con el disolvente adecuado.

Se hace funcionar el equipo hasta que por lo menos se hayan realizado unas 6 a 8 sifonadas o que se vea que ya no se extrae aceite, luego se enfría y se procede a recuperar el disolvente sin el aceite.

4.2. Extracción del aceite por presión [16]:

a) **Extracción manual:** La primera parte de la extracción consiste en secar las semillas en secador con aire caliente. Una vez obtenida se coloca en un género de algodón y se procede a apretar la muestra con la ayuda de las manos y con fuerza, recibiendo el aceite extraído en un recipiente en la parte inferior.

Se retira la torta que queda de la extracción y se vuelve a cargar el género con más semillas secas repitiendo la operación cuantas veces sea necesario.

b) **Extracción por prensado:** Se utilizan prensas hidráulicamente discontinuas. El material preparado (semillas de durazno secas) y sin preparar, se adicionan en la

prensa (en forma separada), obteniendo finalmente aceites, impurezas y tortas desechables.

Otros métodos de extracción son:

- Extracción con disolventes en discos perforados de columna de extracción con alcohol etílico – éter dietilico.
- Extracción del aceite por fusión húmeda, en presencia de gran cantidad de agua y a temperatura de ebullición del agua en recipientes abiertos.

5. TIPO Y MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO:

Después de haber analizado la bibliografía el método a utilizarse será la extracción soxhlet.

La extracción soxhlet corresponde a un tipo de extracción continua solido – líquido múltiple.

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

1. VERA SANCHES LUIS Vladimir, **Diagnóstico del sistema de producción frutícola con énfasis en duraznero (prunus pérsica) en 8 comunidades del municipio de chuma.** Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de agronomía, 2003.

2. FIDEGHELLI Carlo, **El melocotonero,** Revista de agronomía, 1987

3. TANTANI TORRES Gonzalo, **Caracterización del sistema de comercialización de durazno fresco, en la localidad de sapahaqui (provincia Loayza, departamento de La Paz)**. Universidad Mayor de San Andrés, 2009.

4. COCA MORANTE Mario, **Experiencias en manejo de Agalla de Corona (Agrobacterium Tumefaciens) en duraznero en el valle alto de Cochabamba**, Cochabamba - Bolivia, 2009.

5. THORNTON MORRISON Robert y NEILSON BOYD Robert, **Química orgánica,** Universidad de Nueva York, Fondo educativo interamericano S.A., 1976.

6. Prof. Dr. KARRER Pablo, **Tratado de Química orgánica**, España, Barcelona. Editorial Manuel Marin, 1950.

7. **Chemical Abstracts,** Varios tomos, Varios años.

8. FUNES Jorge Armando, **Estudio de la composición química de la semilla y de los aceites de semilla de frutos de especies de "prunus" de producción nacional. Harinas de extracción y aislamiento de proteínas**, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias exactas y Naturales, 1978.

9. FUNES Jorge Armando, **Estudio de la composición química de la semilla y de los aceites de semilla de frutos de especies de "prunus" de producción nacional. Harinas de extracción y aislamiento de proteínas**, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias exactas y Naturales, 1978.

10. THORNTON MORRISON Robert y NEILSON BOYD Robert, **Química orgánica,** Universidad de Nueva York, Fondo educativo interamericano S.A., 1976.

11. Prof. Dr. KARRER Pablo, **Tratado de Química orgánica**, España, Barcelona. Editorial Manuel Marin, 1950.

12. VILLAVECHIA Victor, **Tratado de Química Analítica Aplicada**, Vol. III.

13. A. KRESHKOV, A. YAROSLAVTSEV, **Curso de Química Analítica**, Moscú, Editorial Mir, 1985.

14. J. CALDERO Martínez, R. AVENDAÑO Ruiz, **Espectroscopia Infrarroja**, España, Editorial Alhambra.

15. MARCILLA GOMIS Antonio, **Introducción a las operaciones de separación**, Publicaciones de la Universidad de Alicante, 1999.

16. **Chemical Abstracts,** Varios tomos, Varios años.

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

1. TECNICAS PREVIAS A LA EXTRACCION DEL ACEITE:

Las técnicas previas al proceso para la producción de aceite se semilla de durazno son:

- Recepción, clasificado y almacenamiento de la semilla.

1.1. Recepción, clasificación y almacenado:

- Los huesos de durazno fueron recolectados por los estudiantes de la U.E. German Busch de Macamaca (provincia Loayza, distrito Sapahaqui) para luego transportarlas a la ciudad de El Alto.
- La clasificación o selección de los huesos se hizo de acuerdo al deterioro que llevaba tomando en cuenta el color amarillo o café del hueso como óptimo y el color negro como pésimo.
- Para su almacenamiento por 1 o 2 días se empacó todos los huesos en sacos debidamente limpiados.

2. OPERACIONES PREVIAS AL PROCESO DE OBTENCION DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO:

2.1. Tratamiento de la materia prima:

- Colocar los huesos que aún contienen restos de pulpa en un recipiente con agua para separarlos con mayor facilidad.
- Tamizar los huesos de la pulpa restante.

2.2. Secado de los huesos o carozos:

- Secar los huesos exponiéndolos al sol durante 4 días.

- Colocar los huesos secos en envases limpios tapando inmediatamente para evitar la contaminación por cualquier agente externo.
- Colocarlos a temperatura ambiente.

2.3. Obtención de la semilla de durazno:

- Separar la semilla de los huesos utilizando una prensa de banco.

2.4. Molienda:

- Moler las semillas en un mortero hasta llegar al tamaño adecuado (Véase foto 2)

Foto 2: SEMILLA DE DURAZNO MOLIDA

3. EXTRACCION DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO:

- Armar el equipo completo de extracción soxhlet (Véase foto 3).
- Armar un cartucho de papel (filtro, sabana o madera) cuidando que sea del tamaño adecuado para la cámara (la medida es de 10cm a 13cm de largo por 3cm de ancho aproximadamente), de manera que el borde superior este por debajo de la salida del solvente.

- Tarar el cartucho y pesar una cierta cantidad de muestra; que en nuestro caso es 250g.
- Introducir el cartucho en la cámara del soxhlet y realizar la extracción durante 4 horas con un solvente equivalente a la mitad del volumen del balón aproximadamente.

  El solvente que se utilizó fue el hexano cuyas características teóricas (del envase) son:

  FW = Peso Molecular: 86.18

  Formula química: C_6H_{14}

  Marca: J. T. Baker

  Punto de ebullición: 68.7 ºC

  Densidad: 0.663 g/mL a 25ºC

- Dejar enfriar el equipo y separar el solvente por destilación (rota vapor) (véase foto 4 y foto5)
- Pesar la cantidad de aceite obtenido.

Utilizando la siguiente ecuación, se determinó el porcentaje de aceite en la muestra:

$$\% \text{ aceite} = \frac{\text{Peso de aceite obtenido}}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

Peso de muestra total = 1000g

Peso del aceite obtenido total = 190.19 g

$$\% \text{ aceite} = \frac{190.19}{1000} \text{ x } 100$$

$$\% \text{ aceite} = 19.019\%$$

Foto 3: EQUIPO DE EXTRACCION SOXHLET

Foto 4: EQUIPO ROTA – VAPOR, SEPARACION DEL ACEITE

Foto 5: ACEITE Y SOLVENTE SEPARADOS

4. RESULTADOS OBTENIDOS:

Los resultados obtenidos en la investigación, se expondrán según el procedimiento anterior.

4.1. Estudio de la materia prima como semilla de durazno:

4.1.1. Identificación de la especie en estudio:

Como primer paso se debió identificar la especie en estudio, es decir que se ubicó la variedad de duraznos, para ellos la materia prima fue llevada al Herbario Nacional para su respectiva identificación. Determinándose que las semillas de durazno eran de la siguiente descripción (Véase anexo 1):

Familia	Rosaceae
Género:	Prunus
Especie:	Prunus pérsica (L.) Batsch

4.1.1.1. Características y proporción entre las partes del fruto – Durazno:

El hueso del durazno tiene un color café oscuro, presenta pequeños orificios solo superficiales, tiene forma ovalada que en ocasiones termina en punta o en forma circular.

Las semillas de durazno están envueltas por una cutícula muy fina de carácter fibroso, de color café claro casi amarillo.

La semilla en si presenta un color blanco con pequeñas grietas por toda su superficie, tiene un aroma agradable y una consistencia blanca que se endurece con el tiempo. Su forma es plana u ovalada con una pequeña terminación en punta

Tabla 14: Características y proporciones entre las partes del fruto

PARTE	PESO (g)	PROPORCION (%)	CARACTERISTICAS
Hueso o carozo	3.3 – 4.2	2 – 3	
Semilla	0.04 – 0.37	0.13 – 0.19	
Pulpa	116.66 – 175.43	97.21 – 97.46	
Peso total	120 - 180	100	

FUENTE: propia

4.2. Determinación de las características físicas del aceite:

4.2.1. Índice de acidez:

Tabla 15: Determinación del índice de acidez

	Primera determinación	Segunda determinación
Concentración de NaOHreal	0.10075N	0.10075N
Peso de la muestra	2.02g	2.05g
Condición	Caliente	Frio
Volumen gastado en la muestra	0.6mL	0.6mL
Índice de acidez	1.666mgNaOH/g grasa	1.654mgNaOH/g grasa
Índice de acidez promedio	1.654 mg NaOH/g grasa	
% acidez total como ácido oleico	0.845	0.839
% acidez total como ácido oleico promedio	0.839	

4.2.2. Índice de saponificación:

Tabla 16: Determinación del índice de saponificación

	Primera determinación	Segunda determinación
Concentración de HCl real	0.6478N	0.6478N
Peso de la muestra	0.8410g	0.8430g
Condición	½ hora de calefacción	1 hora de calefacción
Volumen gastado en la muestra real	65.5mL	65.5mL
Volumen gastado en la muestra corregido	50.5557mL	50.5557mL
Volumen gastado en el blanco real	69.4mL	69.4mL
Volumen gastado en el blanco corregido	53.5659mL	53.5659mL
Índice de saponificación	200.8709mgNaOH/g grasa	200.3943mgNaOH/g grasa
Índice de saponificación promedio	200.6326mgNaOH/g grasa	

4.2.3. Índice de yodo:

Tabla 17: Determinación del índice de yodo

	Primera determinación	Segunda determinación
Concentración real de $Na_2S_2O_3$	0.1190N	0.1190N
Peso de la muestra	0.32g	0.33g
Volumen gastado en la muestra	19.5mL	19mL
Volumen gastado en el blanco	44mL	44mL
Índice de yodo	97.1578 g yodo/100g grasa	96.1364 g yodo/100g grasa
Índice de yodo promedio	96.6471 g yodo/100g grasa	

4.2.4. Índice de peróxido:

Tabla 18: Determinación del índice de peróxido

	Primera determinación	Segunda determinación
Concentración real de $Na_2S_2O_3$	0.1190N	0.1190N
Peso de la muestra	0.92g	0.88g
Volumen gastado en la muestra	0.2mL	0.2mL
Volumen gastado en el blanco	0.3mL	0.3mL
Índice de peróxido	1.0652Eq. peróxido/1000g grasa	1.1136Eq. peróxido/1000g grasa
Índice de peróxido promedio	1.0894Eq. peróxido/1000g grasa	

4.2.5. Rancidez – Ensayo de Kreiss:

Peso de fluoroglucina = 0.05g en 50mL de éter etílico.

Peso de muestra (aceite) = 0.98g

Primero la muestra (aceite) era de color amarillo, se añade HCl y cambia a color blanco, luego con la fluoroglucina se torna de color rosado claro.

Se observó cambio de color, apareciendo un color rosado bajo; es decir que la muestra tratada si sufrió rancidez

Foto 6: ENSAYO DE KREISS

4.2.6. Densidad:

Se realizó una sola determinación, a continuación se detallan los datos:

Peso de picnómetro vacío = 9.78g

Peso de picnómetro más muestra (aceite) = 14.13g

Volumen constante del picnómetro = 5mL

$$\text{Densidad} = \frac{14.13 - 9.78}{5} = 0.87\ \text{g/mL}$$

4.2.7. Tratamiento de datos de las características físicas del aceite obtenido:

Con los resultados obtenidos en las pruebas de análisis del aceite de semilla de durazno se puede determinar que los valores de los distintos índices se encuentran dentro los límites permisibles lo que nos indica que el aceite obtenido es puro.

Tomando como base los datos teóricos y comparándolos entre los datos obtenidos por mi persona es que se pudo realizar un cuadro comparativo, llegando a un resultado satisfactorio sobre el aceite (Véase Tabla 19)

Tabla 19: Tabla de datos comparativos de aceite de semilla de durazno

DETERMINACIONES	PROYECTO	TEORICO*
Índice de acidez	1.654mgNaOH/g grasa	0.9714mgNaOH/g grasa
Índice de Saponificación	200.973mgNaOH/g grasa	201mgNaOH/g grasa
Índice de Yodo	96.647 g yodo/100g grasa	97 g yodo/100g grasa
Índice de Refracción	-	1.4622
Acidez Total (%)	0.839	0.9
Densidad	0.87 g/mL	0.90 g/mL
Índice de peróxido	1.089Eq peroxido/1000g grasa	-
Materia Saponificable %	-	1.60
Rendimiento del aceite %	19.019	20

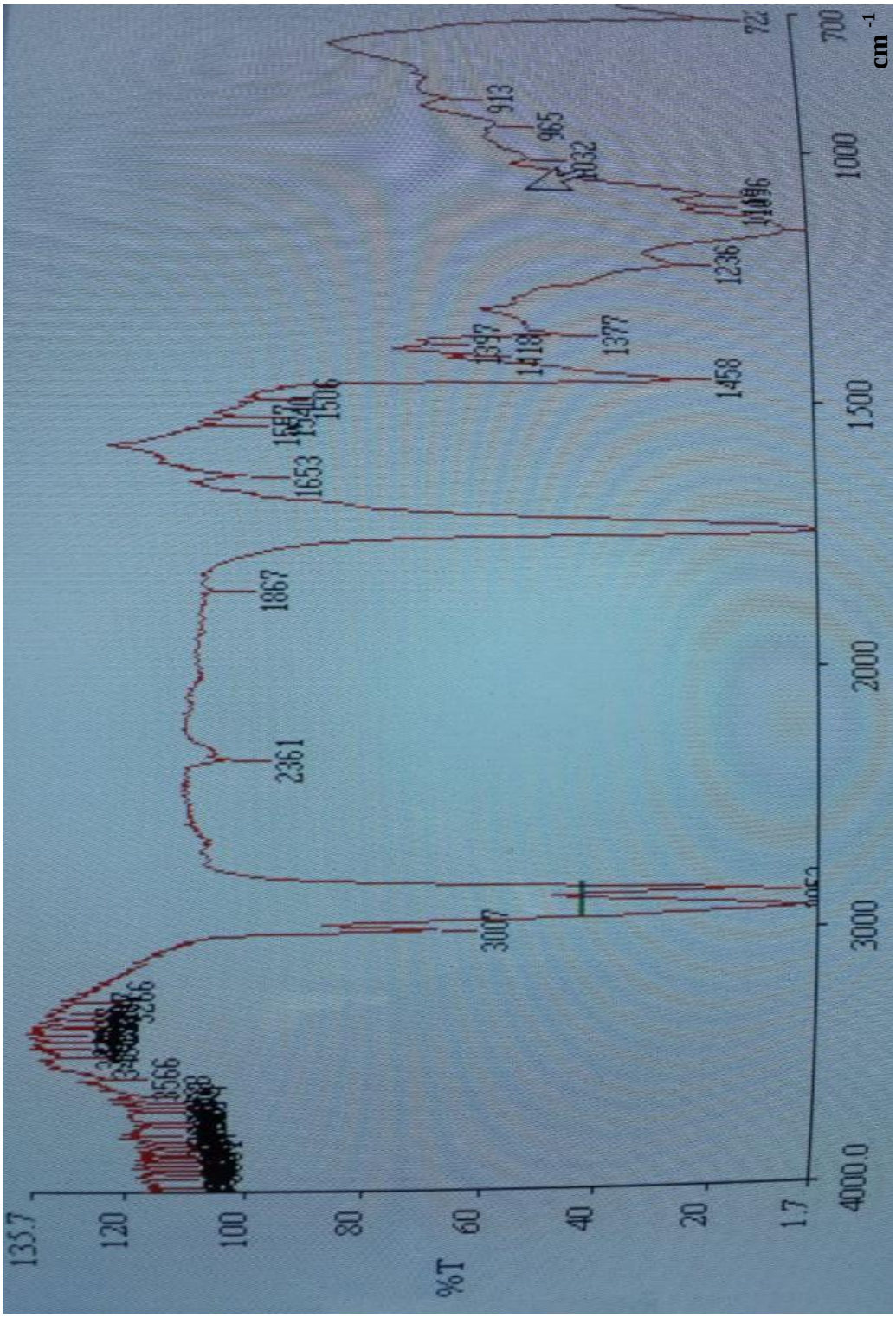
Fuente: Elaboración propia
*Véase página 31, Tabla 12.

4.2.8. Espectroscopia infrarroja:

Se realizó1 sola determinación en la Facultad de Ciencias Puras de la Universidad Mayor de San Andrés; llevada a cabo por el Dr. José Vila.

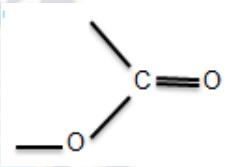
A continuación se detallan los datos:

Espectro infrarrojo de la muestra en estudio



4.2.9. Interpretación de los espectros IR:

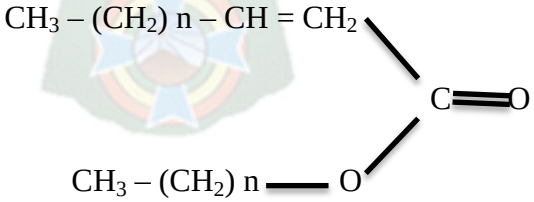
- De acuerdo a tablas (Véase anexo 2) se ha realizado la interpretación del espectro infrarrojo.
    - 3007 cm^{-1} = alargamiento C – H
    - 2952 cm^{-1} = alargamiento C – H
    - 2850 cm^{-1} = alargamiento C – H
    - 1750 cm^{-1} = alargamiento C – O
    - 1458 cm^{-1} = flexión – CH_2 –
    - 1377 cm^{-1} = flexión – C – CH_3 –
    - 1458 cm^{-1} = estiramiento del carbonilo



    - 722 cm^{-1} = esquelético –(CH_2)n – (n≥4)-
- Los datos de los picos obtenidos nos muestran lo siguiente:

Un compuesto de más de 15 carbonos que contiene grupos (- CH_2 -), grupos (C = O), grupos (C - H) y oros grupos que corresponden a esteres o ácidos carboxílicos insaturados.

Los grupos funcionales en el espectro, corresponden a un aceite vegetal puro afirmando una posible estructura de este tipo:



- Solo se ha realizado una interpretación del espectro infrarrojo debido a que no se cuenta con un estándar.

4.2.10. Cromatografía de Gases

Se realizó el análisis del aceite de semilla de durazno por cromatografía de gases en el Centro de Investigaciones Químicas S.R.L (Cochabamba).

Con los datos obtenidos se ha identificado a que ácidos grasos pertenecen realizando así una comparación con los datos teóricos.

Tabla 20: Tabla de comparación de datos de los ácidos grasos obtenidos con los datos teóricos

ACIDOS GRASOS		UNIDAD	CIQ	TEORICOS*
C14:0	Ácido mirístico	%	0.12	-
C14:1	Ácido miristoléico	%	0.01	-
C15:0	Ácido pentadecanoico	%	0.08	-
C15:1		%	0.02	-
C16:0	Ácido palmítico	%	6.64	6.3
C16:1	Ácido palmitoléico	%	0.47	0.5
C17:0	Ácido margárico	%	0.02	-
C17:1		%	0.15	-
C18:0	Ácido esteárico	%	1.47	1.0
C18:1	Ácido oleico	%	66.2	69
C18:2	Ácido linoléico	%	23.1	19.6
C18:3	Ácido linolénico	%	0.04	-
C20:0	Ácido araquídico	%	0.1	-
C22:1	Ácido cetoléico	%	0.12	-
Otras sustancias volátiles		%	1.46	-

*Ver página 31, Tabla 13.

5. APLICACIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO

5.1. Jabones

Para la elaboración de los jabones de semilla de durazno se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- 75mL de agua
- 75mL de aceite de semilla de durazno
- 500g de NaOH
  - Se disuelve el NaOH en el agua.
  - Una vez fría la solución echar el aceite poco a poco.
  - Batir aproximadamente de una hora a hora y media. Cuando adquiera una textura cremosa verterlo a un molde, en este caso se usó moldes de chocolates (Véase foto7).
  - Dejar secar por aproximadamente 1 semana y retirar los jabones del molde (Véase foto 8).

Foto 7: JABONES DE ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO EN MOLDE

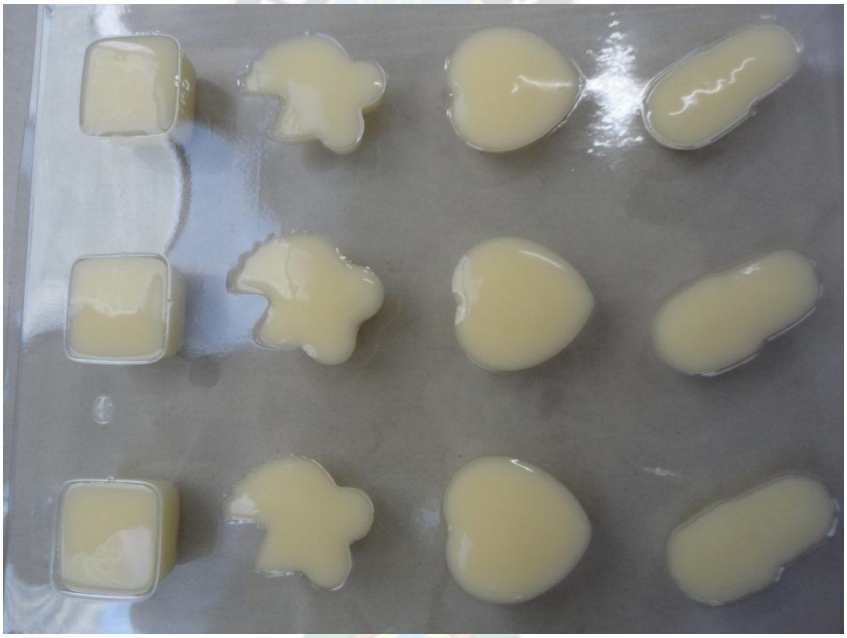


Foto 8: JABONES DE ACEITE DE SEMILLA DE DURAZNO SECOS

CONCLUSIONES

1. Se logró obtener el aceite de semilla de durazno, mediante el método de extracción SOXHLET, utilizando como solvente hexano.

2. El aceite de semilla de durazno está clasificado dentro del grupo de aceites semisecantes. Dicha observación se puede confirmar con el valor de índice de yodo, las características de dicho índice indican lo siguiente:

Aceite no secante tiene un valor de índice de yodo < 90
Aceite semisecante tiene un valor de índice de yodo entre 90 a 130
Aceite secante tiene un valor de índice de yodo > 130

3. La extracción del aceite de la semilla del durazno con el uso de solventes orgánicos es un procedimiento efectivo con un rendimiento del 19% un punto menos al dato teórico que es 20%.

4. La composición de aceite de semilla de durazno proporcionada por el Centro de Investigaciones Químicas S.R.L. indican que el componente mayoritario es el ácido oleico abarcando el 66.2% de la composición total del aceite. Dándole así al aceite el óptimo empleo en la fabricación de cosméticos (brillos labiales, cremas, brillantina), jabones, aromaterapia, en la limpieza de metales y en la industria textil.

5. Los índices de yodo, de saponificación, de refracción, de acidez, de peróxido y la densidad confirman la pureza del aceite obtenido ya que en gran mayoría se parecen a los datos teóricos encontrados en bibliografía.

6. El aceite de semilla de durazno tiene una estabilidad de aproximadamente 4 meses a temperatura ambiente, sin exposición a los rayos solares, estabilidad que se logró detectar gracias al ensayo de kreiss (rancidez) el cual después de 4

meses presentó una coloración rosada que señala el enranciamiento en un aceite vegetal (Véase foto 6).

7. De acuerdo a los resultados obtenidos, la materia prima (semilla de durazno) a usarse debe ser la semilla que se expende una vez consumida la fruta. Llevando a cabo el tratamiento respectivo indicado anteriormente, éstas condiciones de la semilla no afectan el rendimiento ni la calidad del aceite.

8. La aplicación del proceso químico de saponificación en el aceite de semilla de durazno es adecuado en la obtención del jabón solido de uso doméstico.

RECOMENDACIONES

1. Realizar los análisis correspondientes para determinar la calidad del aceite antes del enranciamiento del aceite.

2. Optar por la extracción del aceite mediante otro solvente, debido que al momento de separar el solvente, este requiere de un procedimiento más complejo que otros solventes.

3. Realizar una investigación más profunda sobre su uso alimenticio, teniendo en cuenta que la materia prima (semilla de durazno) es considerada una semilla amarga porque contiene un glucósido cianógeno, que como tal, por hidrolisis, libera ácido cianhídrico.

4. Conseguir un espectro infrarrojo estándar del aceite de semilla de durazno para realizar una mejor interpretación de la estructura para así poder asegurar que corresponde a la molécula en estudio.

5. Continuar y profundizar las investigaciones realizadas en el trabajo y poder llegar a materializarlo a nivel de planta piloto. Así también tanto del producto final (aceite de semilla de durazno) como del residuo seco y el restante de hueso que queda una vez extraída la semilla.

ANEXOS

ANEXO 1: Certificado de identificación de la especie en estudio

A QUIEN CORRESPONDA:

Después de revisado el espécimen botánico incluyendo duplicados, de la Univ. Fanny R. Mena, proveniente de la localidad de Sapahaqui, Provincia Murillo. La determinación corresponde a *Prunus persica* (L.) Batsch, en vista de no contar con bibliografia y especímenes de referencia en la colección científica del Herbario Nacional de Bolivia (LPB), no se logró identificar la variedad respectiva.

Lic. Mónica Zeballos M.O.
Inv. Unidad de Botánica
Museo Nacional de Historia Natural
Herbario Nacional de Bolivia

La Paz, 19 de Junio de 2015

ANEXO 2: Tablas de espectroscopia infrarroja

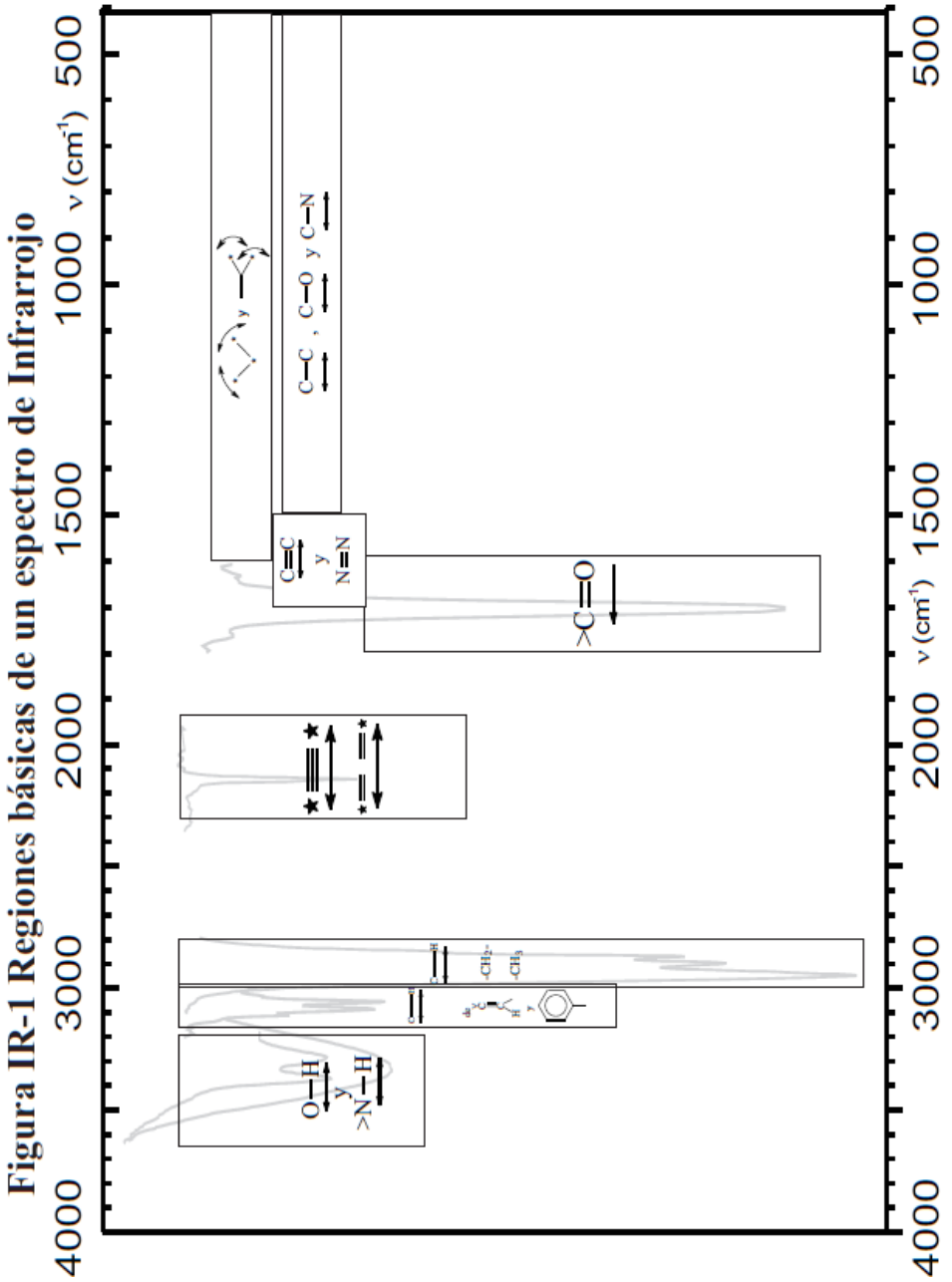


Figura IR-2 Algoritmo general de interpretación de espectros de IR

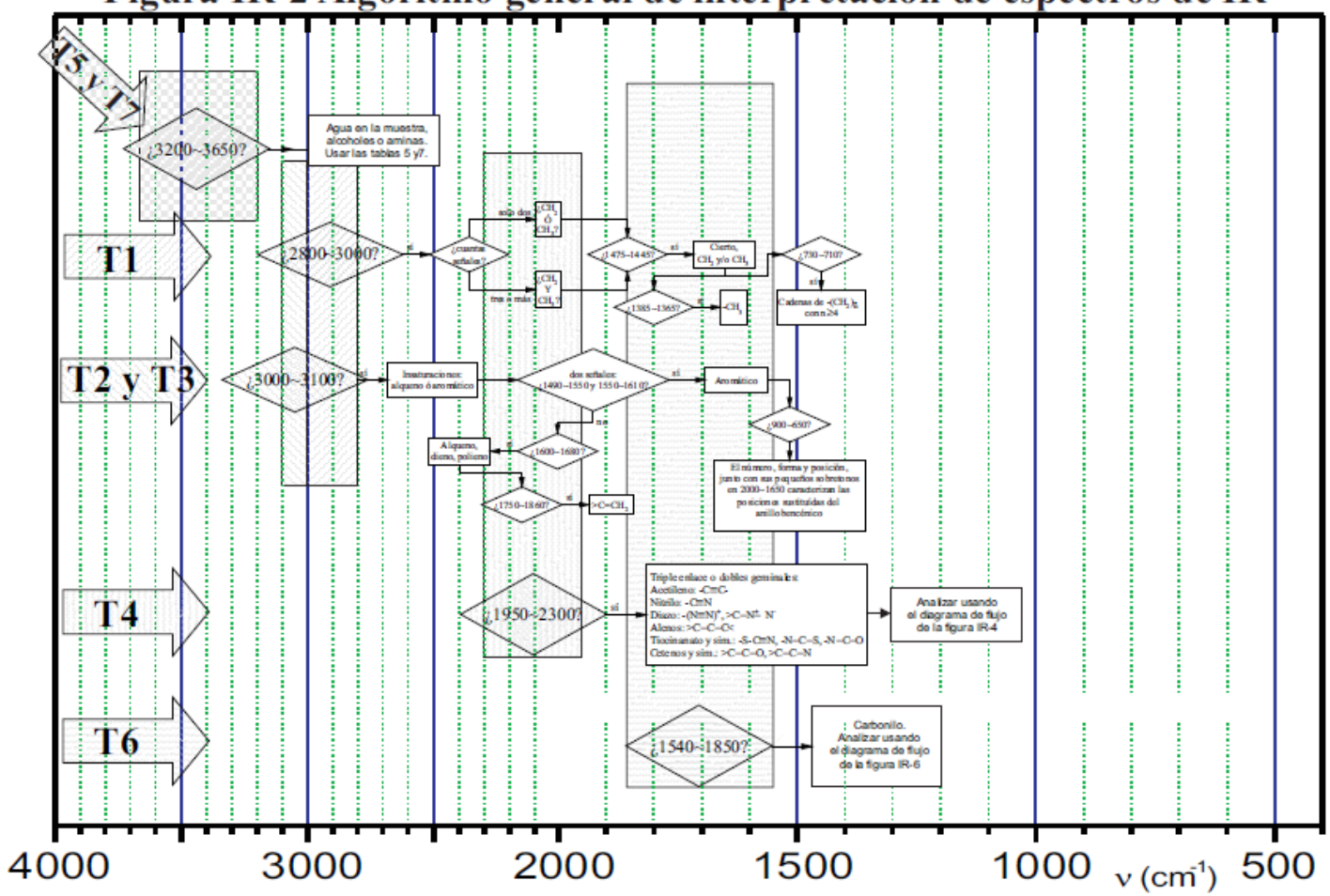


Fig. IR-4 Algoritmo para la interpretación de señales en la zona 2300-1950 cm^{-1}

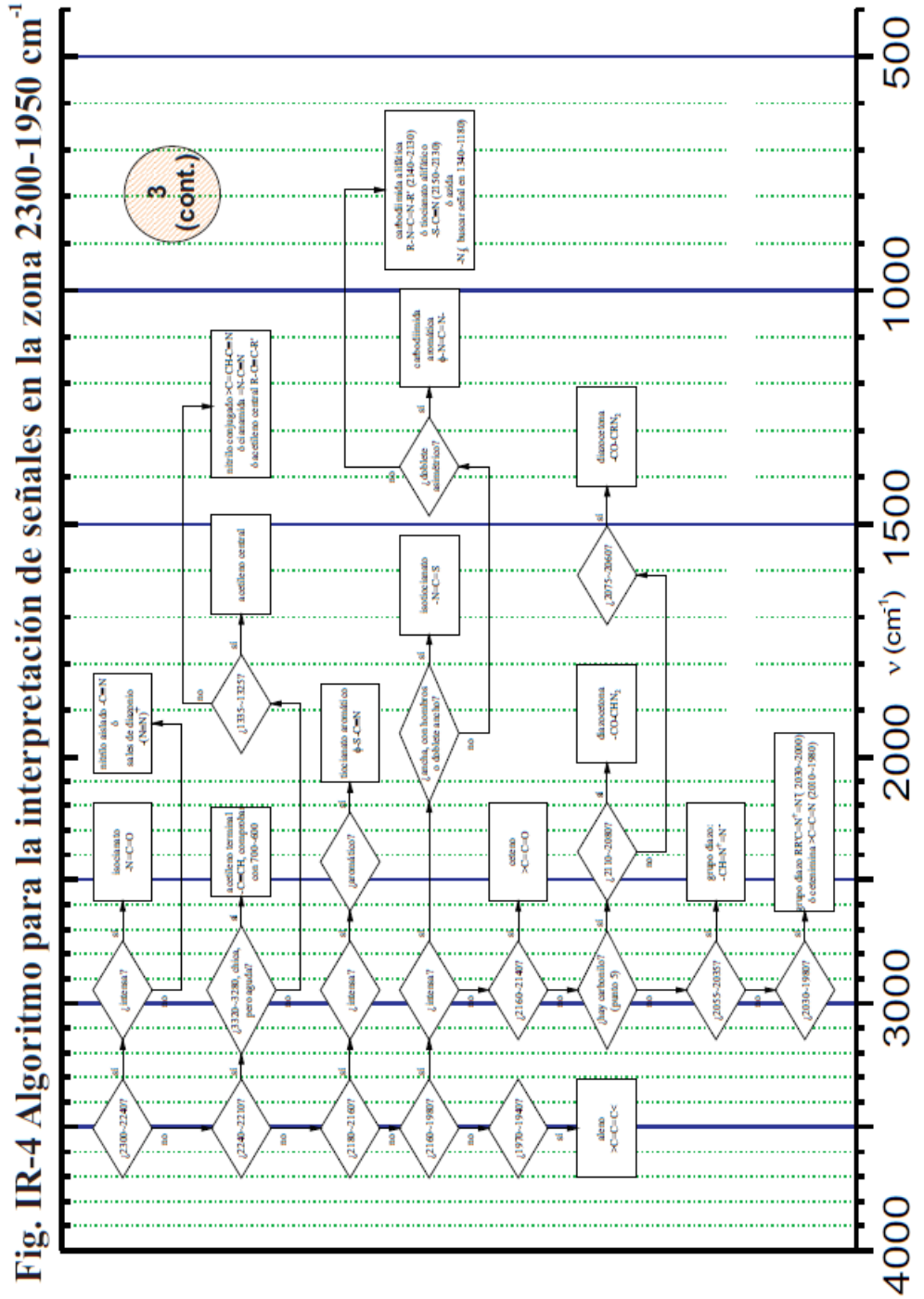
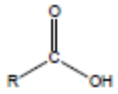
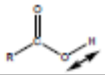
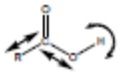
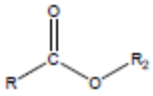
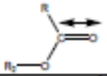
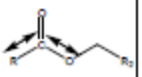
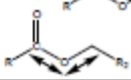
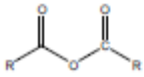
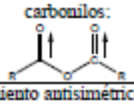
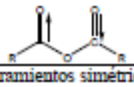
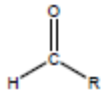
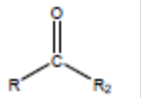


TABLA IR-VI: GRUPO CARBONILO.
ÁCIDOS CARBOXÍLICOS, ÉSTERES, ANHIDRIDOS, ALDEHÍDOS Y CETONAS

GRUPO	Frecuencia (cm^{-1})	NOTAS	ORIGEN
Ácidos carboxílicos 	**1725-1700**	Señal intensa, característica del grupo carbonilo	Estiramiento del carbonilo
	3000-2200	Señal ancha por puentes de hidrógeno, con patrón de sobretonos de la torsión entre 2800-2200.	Estiramiento del OH 
	1420-1200	Dos señales, una ancha en 1320-1200, otra más débil en 1440-1390	Torsón/estiramiento del carboxilo 
	960-875	Ancha, mediana	Torsión fuera del plano del dímero del carboxilo
Ésteres 	**1750-1715**	Señal intensa, característica del grupo carbonilo	Estiramiento del carbonilo 
	1300-1050	Dos bandas, una de mayor intensidad: Formiato 1214-1180 Acetato 1260-1230 Alquil ester 1220-1160	Estiramientos simétrico y asimétrico. Mayor ν e intensidad:  menor ν: 
Anhidridos 	**1850-1770**	**Doble banda de carbonilo** Normalmente el simétrico (mayor ν) es mas intenso que el antisimétrico, excepto en anhidridos cíclicos	Estiramiento simétrico de los carbonilos: 
	1790-1760		Estiramiento antisimétrico de los carbonilos: 
	1310-1020	Uno o dos bandas intensas.	Estiramientos simétrico y asimétrico de los enlaces C-CO-O-CO-C
Aldehídos 	**1740-1645**	Señal intensa, característica del grupo carbonilo	Estiramiento del carbonilo
	2900-2800 y 2775-2695	Dos señales, la primera puede estar muy cerca de metilos y metilenos	Resonancia de Fermi
	1410-1380		Torsión de los C-H
Cetonas 	**1765-1540**	Señal intensa, característica del grupo carbonilo	Estiramiento del carbonilo
	1100 y 1300	Señales pequeñas en alifáticos, más intensas y finas en aromáticos	Torsión del carbonilo

ANEXO 3: Reporte de análisis de cromatografía de gases del Centro de Investigaciones Químicas S.R.L

CIQ
Centro de Investigaciones Químicas
Calle Junin s/n Zona Sapenco
Tel.(fax): 4391763 (4260814)
Quillacollo - Bolivia

REPORTE DE ANALISIS

CODIGO MUESTRA:	**CIQF 5024**
Datos del solicitante	
Nombre del Solicitante:	Dra. Lourdes Vino Nina
Empresa	------
Departamento:	La Paz
Datos de la Muestra	
Procedencia de la muestra	----
Lugar de muestreo	--
Descripcion de la muestra	Aceite de semilla de durazno (almendra)
Producto	Aceite
Responsable de area	--------
Condiciones de recepcion de muestra	
Fecha recepcion:	20/05/2015
Tipo de Envase	Vial
Aspecto	liquido
Color	Ligeramente amarillo
Medidas de conservacion	Refrigerado (<6 C) y Hermeticamente Cerrados
Responsable de la recepcion	Lic Gabriela Juaniquina
Observaciones	Muestra recepcionada en laboratorio

Acidos grasos	Unidad	resultado
C14:0	%	0,12
C14:1	%	0,01
C15:0	%	0,08
C15:1	%	0,02
C16:0	%	6,64
C16:1	%	0,47
C17:0	%	0,02
C17:1	%	0,15
C18:0	%	1,47
C18:1	%	66,2
C18:2	%	23,1
C18:3	%	0,04
C20:0	%	0,1
C22:1	%	0,12
Otras sustancias volatiles	%	1,46

Observaciones: Los resultados han sido comparados con acidos grasos autenticos para la Asignacion de identidad (estandar analitico FAME de 37 Acidos grasos metilados)

Centro de Investigaciones Quimicas S.R.L.

Técnico(s) / Analista (s) **Jefe / Responsable Laboratorio**