

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA QUÍMICA



PROYECTO DE GRADO

**EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE UVA (VITIS VINÍFERA)
A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE UVA CABERNET**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO QUIMICO

POSTULANTE: Univ. Viviana Huanca Alavi
TUTOR: Ing. Santiago Morales Maldonado, Ph. D
COTUTOR: Lic. Yonny Rene Flores Segura Ph. D

LA PAZ- BOLIVIA

2024



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios quien me da vida y salud, agradecerle por su infinita misericordia por prestarme al ser maravilloso que me dio la vida mi mamá Elena Alavi, quien a pesar de las dificultades siempre estuvo a mi lado brindándome sus consejos y apoyó lleno de ternura. A su vez a mi papá quien a pesar de la distancia siempre lo sentí a mi lado.

A mi hermana y hermanos quienes me brindaron su cariño, comprensión y ayuda en los momentos más dolorosos como felices, por todos los momentos vividos.

A mis padrinos por estar a mi lado con su incondicional apoyo, a mis tíos, primos y a todas las personas que la vida puso en mi camino, las cuales me brindaron su comprensión, consejos y ánimos para seguir adelante.

A las amistades que recolecté desde la infancia hasta la actualidad, por esos bellos momentos en los que pude disfrutar su agradable compañía con recuerdos que perduran con el tiempo y se extraña.

AGRADECIMIENTOS

Al mi tutor Ing. Santiago Morales Maldonado, Ph. D. y a mi cotutor Lic. Yonny Rene Flores Segura, Ph. D. quienes me brindaron su ayuda incondicional, me colaboraron con sus conocimientos, experiencias en el campo profesional, siendo guías claves para el desarrollo y elaboración del presente proyecto, les quedo muy agradecida.

A mi tribunal Ing. Jorge Alberto Vasques Peñaranda y al Ing. William Cusi Aruquipa, por brindarme su conocimiento y tiempo en el proceso de la realización del proyecto, mil gracias.

A mi carrera que en sus aulas adquirí el conocimiento que me brindaron mis docentes en el transcurso de mi preparación, muchas gracias

A la carrera de Ciencias Puras por abrirme las puertas de sus laboratorios y brindarme la oportunidad de conocer a doctores, magísteres y licenciados, mil gracias.

A don Leandro M. y a doña Cari, quienes me facilitaron la obtención de la materia prima, muchas gracias por todo el apoyo.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO N°1.....	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.1.1. A nivel internacional	2
1.1.2. A nivel nacional	4
1.2. Diagnostico.....	8
1.3. Planteamiento del problema	8
1.4. Objetivos.....	9
1.4.1. Objetivo General	9
1.4.2. Objetivos Específicos.....	9
1.5. Justificación	9
1.5.1. Técnica	9
1.5.2. Económica.....	9
1.5.3. Social.....	11
1.5.4. Ambiental	11
1.5.5. Académica.....	11
CAPÍTULO N°2.....	13
MARCO TEÓRICO	13
2.1. Hectáreas cultivadas en Bolivia	13
2.2. Características generales de la uva.....	14
2.2.1. La planta de Uva.....	14
2.2.2. Partes de la uva	14
2.3. Investigaciones respecto de los componentes encontrados en la semilla de uva	15
2.4. Compuestos fenólicos	17
2.4.1. Resveratrol.....	18
2.5. Proceso de elaboración del vino con ANÁLISIS en la obtención de la materia prima (semilla de uva)	19
2.6. Madurez de un fruto	22
2.6.1. Aspectos de la madures de la uva	22
2.6.3. Análisis del índice de madures de 3 viñedos de la ciudad de Tarija.	23

2.7. Ácidos grasos	25
2.7.1. Aceites esenciales	25
2.8. Métodos de obtención de ácidos grasos	26
2.8.1. Extracción con arrastre con vapor	26
2.8.2. Extracción sólido y líquido en un Equipo Soxhlet	26
2.8.3. Extracción por prensado	27
2.9. Vitaminas	28
2.10. Resistencia de materiales	29
2.10.1. Fluencia	30
2.10.2. Fatiga bajo condiciones combinadas	30
2.11. Escalamiento	30
2.11.1. Diseño	30
2.11.2. Escalamiento por similitud	31
2.12. Operacionalización de variables	31
2.13. Diseño experimental	32
2.13.1. Tipos de datos	32
2.13.2. Distinguir entre variables y datos	32
CAPÍTULO N°3.....	34
CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	34
3.1. Marco metodológico de las características de la materia prima.....	34
3.1.1. Determinación de las características de la semilla	34
3.1.2. Determinación de cenizas	35
3.1.3. Determinación de la presencia de compuestos fenólicos	36
3.1.4. Determinación de vitaminas	37
3.2. Resultados de las características de la materia prima	37
3.2.1. Recepción de los residuos del vino.....	37
3.2.2. Determinación de cenizas	38
3.2.3. Determinación de compuestos fenólicos por maceración en alcohol.....	40
3.2.4. Determinación de azúcares	42
3.2.5. Determinación de vitaminas	43

CAPÍTULO N°4.....	45
DESARROLLO DEL PROCESO Y DETERMINACIÓN DE CONDICIONES	
ÓPTIMAS DE OPERACIÓN.....	45
4.1. Marco metodológico para el desarrollo del proceso en la obtención de aceite de semillas de uva cabernet.....	45
4.1.1. Determinación de ácidos grasos por prensado en frío posterior al secado	45
4.1.2. Determinación de ácidos grasos por arrastre de vapor	45
4.1.3. Determinación de ácidos grasos por extracción sólido y líquido en un Equipo Soxhlet.....	45
4.2. Marco metodológico para determinar las condiciones óptimas de operación a través del diseño experimental.....	46
4.3. Resultados del proceso en la obtención del aceite de semillas de uva.....	48
4.3.1. Obtención del aceite por prensado en frío	49
4.3.2. Obtención de ácidos grasos por arrastre de vapor	54
4.3.3. Obtención de ácidos grasos en un equipo Soxhlet	54
4.3.4. Cantidad de ácidos grasos insaturados obtenidos.....	62
4.4. Resultados obtenidos en la determinación de condiciones óptimas de operación mediante el diseño experimental.....	63
4.4.1. Análisis de los datos cualitativos obtenidos	64
4.4.2. Análisis de los resultados obtenidos con datos cuantitativos.	65
CAPÍTULO N°5.....	73
DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN EL ACEITE.....	73
5.1. Marco metodológico para la DETERMINACIÓN de compuestos fenólicos en el aceite de semilla de uva cabernet.	73
5.2. Análisis de los resultados obtenidos en la fase alcohólica y el hidroalcohólico	74
5.2.1. Comparación de la fase hidroalcohólica y alcohólica	76
5.2.2. Análisis de la existencia de compuestos fenólico en los ácidos grasos.....	77
CAPÍTULO N°6.....	81
CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE.....	81
6.1. Marco metodológico para la caracterización del aceite	81
6.1.1. Determinación de la densidad.....	81
6.2. Análisis de los resultados obtenidos en la caracterización del aceite obtenido	83

6.2.1. Pruebas físicas realizadas en los aceites	83
6.2.2. Prueba de método instrumental en el aceite	88
6.3. Análisis de los ácidos grasos encontrados.....	92
6.3.1. Ácidos grasos obtenidos por extracción sólido y líquido con alcohol.	93
6.3.1. Ácidos grasos obtenidos por extracción sólido y líquido con éter de petróleo.	94
CAPÍTULO N°7.....	97
DISEÑO A NIVEL BENCH SCALE PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE	97
7.1. Diseño a nivel bench scale para un recipiente adecuado para una prensa	97
7.1.1. Análisis del recipiente	98
7.1.2. Diseño del vaso colector para la materia prima.....	99
7.2. Diseño a nivel bench scale para un equipo soxhlet.....	104
7.2.1. Análisis del proceso.....	105
7.2.2. Determinación del factor de escala.....	107
7.2.3. Resultados del escalamiento geométrico.....	109
7.3. Análisis del aceite que se obtiene en laboratorio o a nivel bench scale.....	109
CAPITULO N°8.....	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
8.1. Conclusiones	112
8.2. Recomendaciones.....	113
BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXOS.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>La producción de vino en la Unión Europea año 2004</i>	2
Tabla 2: <i>Área cultivada por los productores</i>	5
Tabla 3: <i>La producción de uva en Bolivia año 2010</i>	6
Tabla 4: <i>Competidores en la Argentina</i>	10
Tabla 5: <i>Aumento de áreas cultivadas</i>	13
Tabla 6: <i>Componentes de la semilla de uva</i>	15
Tabla 7: <i>Clasificación de compuestos fenólicos</i>	17
Tabla 8: <i>Análisis visual y sensorial de las bayas de la uva</i>	23
Tabla 9: <i>Evolución de los grados °Brix</i>	24
Tabla 10: <i>Evolución de la acidez total</i>	24
Tabla 11: <i>Ventajas y desventajas de la obtención del aceite por presión o solventes</i>	28
Tabla 12: <i>Operacionalización de variables</i>	32
Tabla 13: <i>Residuos obtenidos del vino</i>	38
Tabla 14: <i>Resultados obtenidos de la cantidad de ceniza presente en la semilla de uva</i> ...	40
Tabla 15: <i>Extracción sólido y líquido con alcohol</i>	56
Tabla 16: <i>Color de la semilla después de la extracción en base alcohólica</i>	57
Tabla 17: <i>Ácidos grasos obtenidos a diferentes fracciones de éter de petróleo</i>	60
Tabla 18: <i>Porcentaje de ácidos grasos insaturados obtenidos.</i>	62
Tabla 19: <i>Cantidad de aceite que se obtiene a nivel laboratorio.</i>	63
Tabla 20: <i>Niveles y factores de estudio para el prensado en frío posterior al secado</i>	66
Tabla 21: <i>Replicas para el diseño experimental en la obtención del aceite por prensado.</i>	66
Tabla 22: <i>Niveles y factores de estudio para obtener aceite a partir de la extracción sólido y líquido de (20-40) °C</i>	68
Tabla 23: <i>Replicas para el diseño experimental en la obtención del aceite por sólido y líquido.</i>	69
Tabla 24: <i>Análisis del diagrama de Pareto para la extracción sólido y líquido del aceite.</i>	70
Tabla 25: <i>Superficie de respuesta en 3D para la obtención del aceite en por extracción sólido y líquido</i>	71

Tabla 26: <i>Comparación de la masa obtenida en la fase alcohólica y en el hidroalcohólico</i>	75
Tabla 27: <i>Resultados obtenidos respecto de los compuestos fenólicos</i>	76
Tabla 28: <i>Resultado de compuestos fenólicos totales.</i>	77
Tabla 29: <i>Resultado posterior de sembrar 30 veces los ácidos grasos.</i>	78
Tabla 30: <i>Verificación de la existencia de compuestos fenólicos en los ácidos grasos.</i>	79
Tabla 31: <i>Densidad del agua respecto la variación de la temperatura</i>	82
Tabla 32: <i>Resultado del análisis organoléptico en el aceite.</i>	84
Tabla 33: <i>Procesos que son descartados para la refinación.</i>	85
Tabla 34: <i>Datos obtenidos de la densidad sin corregir</i>	86
Tabla 35: <i>Densidad sin corregir y corregida</i>	87
Tabla 36: <i>Volumen de aceite que se puede obtener por cada 100 gramos de semillas.</i>	87
Tabla 37: <i>Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de uva por prensado.</i> ..	88
Tabla 38: <i>Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de uva por extracción sólido y líquido</i>	90
Tabla 39: <i>Comparación de ácidos grasos presentes en el aceite.</i>	91
Tabla 40: <i>Ácidos grasos obtenidos en el proceso de la metodología.</i>	93
Tabla 41: <i>Ácidos grasos presentes en el aceite obtenido por extracción sólido y líquido con alcohol.</i>	94
Tabla 42: <i>Ácidos grasos presentes en el aceite por extracción sólido y líquido con éter de petróleo.</i>	95
Tabla 43: <i>Parámetros y características que se debe analizar antes de la comprar la prensa</i>	97
Tabla 44: <i>Datos para la determinación de la tensión específica</i>	100
Tabla 45: <i>Datos obtenidos para la fuerza necesaria a usar</i>	101
Tabla 46: <i>Características de la empastilladora.</i>	102
Tabla 47: <i>Datos obtenidos por escalamiento geométrico y forma del recipiente.</i>	103
Tabla 48: <i>Volumen máximo y mínimo que se puede obtener de aceite</i>	104
Tabla 49: <i>Dimensiones del proceso original (Equipo Soxhlet)</i>	108
Tabla 50: <i>Cantidad de aceite que se obtiene a nivel laboratorio y a nivel Bench Scale.</i> .	110

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: <i>Aceite de uva</i>	3
Figura 2: <i>Análisis del tamaño de la baya</i>	7
Figura 3: <i>Características importantes de la uva</i>	19
Figura 4: <i>Diagrama de flujo de la elaboración del vino tinto y blanco</i>	21
Figura 5: <i>Procedimiento para la selección y muestreo de las semillas</i>	35
Figura 6: <i>Procedimiento para la determinación de cenizas</i>	36
Figura 7: <i>Resultados obtenidos de la metodología para la obtención de cenizas.</i>	39
Figura 8: <i>Determinación de compuestos fenólicos en la fase hidroalcohólica del macerado</i>	41
Figura 9: <i>Resultados obtenidos respecto de los compuestos fenólicos</i>	41
Figura 10: <i>Resultados de la determinación de azúcares en el macerado de la semilla</i>	42
Figura 11: <i>Determinación de la existencia de vitaminas y compuestos fenólicos.</i>	43
Figura 12: <i>Metodología para obtener el aceite</i>	46
Figura 13: <i>Puntos donde se identifica y selecciona las variables que influyen en el proceso</i>	47
Figura 14: <i>Proceso llevado a cabo para la obtención del aceite de semilla de uva</i>	48
Figura 15: <i>Análisis de la humedad en base seca para diferentes temperaturas</i>	49
Figura 16: <i>Análisis de la fuerza óptima para la obtención del aceite.</i>	51
Figura 17: <i>Porcentaje de aceite posterior al secado a diferentes temperaturas</i>	52
Figura 18: <i>Porcentaje de ácidos grasos a diferentes temperaturas</i>	53
Figura 19: <i>Obtención de ácidos grasos por arrastre de vapor</i>	54
Figura 20: <i>Método usado para analizar el solvente adecuado en la obtención del ácido graso</i>	55
Figura 21: <i>Análisis de los resultados obtenidos en las 3 fases</i>	58
Figura 22: <i>Resultado de la prueba de Fehling para la fase alcohólica.</i>	58
Figura 23: <i>Resultado del porcentaje de ácidos grasos a diferentes fracciones de éter de petróleo</i>	59
Figura 24: <i>Variación del número de reflujos a temperatura constante.</i>	61

Figura 25: <i>Porcentaje de ácidos grasos obtenidos a diferentes ciclos y temperaturas</i>	62
Figura 26: <i>Porcentaje total del ácido graso insaturado</i>	63
Figura 27: <i>Análisis de datos cualitativos en base a la metodología empleada</i>	64
Figura 28: <i>Análisis del diagrama de Pareto para la obtención del aceite en el prensado</i> .	67
Figura 29: <i>Superficie de respuesta en 3D para la obtención del aceite en el prensado</i>	67
Figura 30: <i>Metodología para determinar los compuestos fenólicos</i>	73
Figura 31: <i>Metodología para la prueba de cloruro férrico en aceites</i>	74
Figura 32: <i>Composicion del patrón (Revidox)</i>	75
Figura 33: <i>Resultados de la espectrometría de masas del aceite por prensado</i>	89
Figura 34: <i>Resultados de la espectrometría de masas del aceite por extracción sólido y líquido</i>	90
Figura 35: <i>Análisis para el diseño del recipiente colector</i>	98

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	118
Resultados obtenidos para la fuerza óptima de prensado	118
ANEXO A.1.	118
<i>Semillas secadas a una temperatura mayor a los 40 °C</i>	118
ANEXO A.2.	119
<i>Semillas secadas a temperatura ambiente próximo a los 20 °C</i>	119
ANEXO B	119
Resultados obtenidos para el secado a diferentes temperaturas de trabajo	119
ANEXO B.1.	119
<i>Semillas secadas a 30°C</i>	119
ANEXO B.2.	120
<i>Semillas secadas a 35°C</i>	120
ANEXO B.3.	121
<i>Semillas secadas a 37°C</i>	121
ANEXO B.4.	122
<i>Semillas secadas a 40°C</i>	122
ANEXO C	124
Resultados obtenidos para la extracción sólido líquido en un equipo soxhlet	124
ANEXO C.1.	124
<i>Resultados obtenidos con la fracción de éter a (40-60) °C para 3 reflujos.</i>	124
ANEXO C.2.	124
<i>Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C al variar los reflujos.</i>	124
ANEXO C.3.	124
<i>Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 1 reflujo.</i>	124
ANEXO C.4.	125
<i>Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 2 reflujos.</i>	125
ANEXO C.5.	125
<i>Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 3 reflujos.</i>	125
ANEXO C.6.	126

<i>Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 4 reflujos</i>	<i>126</i>
ANEXO D	126
Resultados obtenidos por cromatografía de gases - masas	126
ANEXO D.1.....	126
<i>Resultados obtenidos del aceite por extracción sólido y líquido</i>	<i>126</i>
ANEXO D.1.....	129
<i>Resultados obtenidos del aceite por prensado</i>	<i>129</i>
ANEXO E	132
Derecho de autor	132

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

Ha: hectáreas

Kg: kilogramo

qq: quintal

mm: milímetro

TM: toneladas métricas

ρ_{ap} = densidad de aparente (g/ml)

$m_p + m$ = masa del picnómetro con la masa del aceite (g)

m_p = masa del picnómetro (g)

V_p = volumen del picnómetro (ml)

% = porcentaje

\dot{P} = carga externa (Kg)

F = fuerza de carga

A = área de sección donde se ejerce la fuerza (cm)

σ = energía superficial por unidad de área o tensión superficial (Kg/cm²)

S = esfuerzo total, fluencia o resultante de tensiones

n = coeficiente o factor de seguridad

GC = cromatografía de gases

GLOSARIO

ANIV: Asociación Nacional de Industrias Vitivinícolas

Ácido linoleico: Es un ácido graso esencial, lo que significa que el cuerpo no puede producirlo por sí mismo y debe obtenerlo de los alimentos. Es un ácido poliinsaturado, lo que significa que tiene más de un doble enlace en su estructura.

Antioxidante OPC: Extracto de semilla de uva, como un complemento alimenticio, evita el envejecimiento y el deterioro prematuro de órganos, tejidos y células.

Antocianos: Agente colorante de las frutas y verduras, representa un importante subgrupo dentro de los flavonoides.

Azúcares reductores: Son aquellos que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto y a través del mismo pueden reaccionar.

CENAVIT: Centro Nacional Vinícola.

CUVS: Cadena Productiva de Vinos y Singanis.

Disacáridos: Es un tipo de glúcido que se origina por la unión o condensación de dos monosacáridos.

Estrujado: Desgranado del racimo y rompimiento de la piel de la uva.

Edulcorante: sustancia que aporta sabor dulce a los alimentos y bebidas, pero a diferencia del azúcar, no aportan calorías o las aportan en cantidades muy pequeñas.

FAO: organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.

FAUDAPO: Programa de Fortalecimiento al Complejo de Uvas Vinos y Singanis.

FORMIN: Fondo Multilateral de Inversiones.

Gorro (sombbrero): El sombrero del vino es el conjunto de materias sólidas pertenecientes a la uva, sobre todo compuestos por hollejos, que suben a la superficie en el proceso en el que el mosto comienza a convertirse en vino.

HDL: Colesterol bueno.

Hollejo: Proviene del latín folliculus que significa “cascara”, “vaina” o saco pequeño. También llamado bagazo, es la materia sólida que queda después del prensado de frutos como las uvas, aceitunas u otras frutas de las que se extrae su líquido.

LDL: Colesterol malo.

Maduración fisiológica: Cuando la semilla de la uva es capaz de germinar y originar una nueva planta.

Monosacáridos: Azúcares de cadena única que constituye la unidad más básica de los carbohidratos.

Micronutrientes: Son vitaminas y minerales que son esenciales para el cuerpo humano en pequeñas cantidades.

Mosto: Zumo de la uva que contiene diversos elementos de la uva como pueden ser la pulpa, hollejo, raspó y semillas.

OIV: Organismo intergubernamental de carácter científico y técnico de competencia reconocida en el ámbito de la viña, del vino, de las bebidas en base al vino, etc.

Orujo: Residuo último de diversos componentes del vino, este contiene hollejo, raspón, pedicelo y semillas. Es un proceso insustituible en la crianza de los vinos, pero cuando se produce involuntariamente la oxidación origina graves alteraciones en los vinos.

Patrón: Representa a un reactivo de concentración conocida con exactitud.

Polifenoles: Son un grupo de sustancias químicas que se encuentran en plantas y se caracterizan por tener más de un grupo fenol en su molécula.

Prototipo: Es el primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales.

Raspón: También llamado escobajo, es la estructura leñosa que soporta el conjunto de granos que forman un racimo de uva.

Tocoferoles: Es la vitamina E, es considerada como un antioxidante liposoluble más común en la naturaleza. Debido a su concentración y presencia habitual en aceites vegetales y otras plantas con gran concentración de lípidos.

Triglicéridos: Fuente de energía importante para el cuerpo.

Vendimia: Recolección de las uvas en el viñedo y su transporte hasta la bodega.

Vitaminas: Es un grupo de sustancias que son necesarios para el funcionamiento celular, el crecimiento y el desarrollo.

Vitis ó Vid: Es un género con alrededor de 60 especies aceptadas, casi ochocientas descritas, pertenecientes a la familia vitáceas. La vid produce las uvas.

RESUMEN

El presente proyecto de grado pretende dar un valor agregado a los residuos de la elaboración de vino poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera. Los desechos que se generan en cada vendimia son considerables donde se puede obtener entre 12% a un 15% de residuos, los cuales varían según la baya de la uva. Esta merma proviene del municipio de Cercado, del departamento de Tarija el cual es el principal productor de uva en Bolivia.

En base a los objetivos planteados se determina las características de la materia prima donde se comprueba la presencia de vitaminas y minerales en la semilla, posteriormente se desarrolla el proceso para obtener aceite de las semillas de uva Cabernet, con los resultados preliminares se determina las condiciones óptimas de operación para posteriormente realizar un diseño Bench Scale y a su vez se analiza la existencia de compuestos fenólicos más la caracterización del aceite. Los resultados demuestran que los procesos más óptimos para la obtención del aceite es el prensado donde se halla 9,054% y la extracción sólido y líquido con éter de petróleo se obtiene 13,74% en masa de aceite, como se trata de un proceso en serie el total obtenido es del 22,79% a su vez se encuentra ácidos grasos insaturados y saturados, demostrando que el ácido graso omega 3 es sensible a la temperatura el cual se puede convertir de un ácido graso insaturado a un saturado.

Se evidencia compuestos fenólicos en la semilla, pero en el aceite obtenido por prensado carece de estos, sin embargo, los ácidos grasos encontrados contienen tocoferoles los cuales son agentes antioxidantes. En la caracterización del aceite se halla una densidad de 0,89 (g/ml) y a su vez se demuestra que existe en mayor proporción el ácido oleico y linoleico.

Se realiza un escalamiento geométrico de laboratorio a nivel Bench Scale en base a los resultados encontrados en el diseño experimental para un recipiente adecuado para prensar y para un equipo de extracción sólido – líquido en base a la producción de residuos que se genera cada año. Por los resultados descritos para conservar el omega 3 lo más recomendable es trabajar a temperaturas que estén por debajo o alrededor de los 30°C debido a que es sensible a la temperatura. A su vez los ácidos grasos encontrados presentan vitaminas y minerales que llegan a desacelerar su degradación.

ABSTRACT

This degree project aims to give added value to the waste from wine production by putting into practice the knowledge acquired in the degree. The waste generated in each harvest is considerable, where between 12% and 15% of waste can be obtained, which varies depending on the grape berry. This decrease comes from the municipality of Cercado, in the department of Tarija, which is the main grape producer in Bolivia.

Based on the objectives set, the characteristics of the raw material are determined, where the presence of vitamins and minerals in the seed is checked. Subsequently, the process is developed to obtain oil from Cabernet grape seeds. With the preliminary results, the conditions are determined. optimal operating conditions to later carry out a Bench Scale design and at the same time analyze the existence of phenolic compounds plus the characterization of the oil. The results show that the most optimal processes for obtaining oil is pressing where 9.054% is found and solid and liquid extraction with petroleum ether results in 13.74% by mass of oil, as it is a series process. The total obtained is 22.79%, in turn, there are unsaturated and saturated fatty acids, demonstrating that the omega 3 fatty acid is sensitive to temperature which can be converted from an unsaturated fatty acid to a saturated one.

Phenolic compounds are evident in the seed, but the oil obtained by pressing lacks these; however, the fatty acids found contain tocopherols which are antioxidant agents. In the characterization of the oil, a density of 0.89 (g/ml) is found and in turn it is demonstrated that oleic and linoleic acid exists in a greater proportion.

A laboratory geometric scaling is carried out at the Bench Scale level based on the results found in the experimental design for a container suitable for pressing and for solid-liquid extraction equipment based on the waste production that is generated each year. Due to the results described, to preserve omega 3, it is best to work at temperatures that are below or around 30°C because it is sensitive to temperature. In turn, the fatty acids found present vitamins and minerals that slow down their degradation.

CAPÍTULO N°1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO N°1

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. A nivel internacional

Según la FAO (2012), la producción mundial de uva ocupa 75,866 km². Aproximadamente el 71% de la producción es usada para la elaboración de vino, el 27 % para el consumo como fruto fresco y el 2 % como frutos secos. Una parte de la producción de jugo de uva es usada como un edulcorante para jugos distribuidos bajo los lemas “sin azúcar añadido” y “100 por ciento natural”. El terreno dedicado a las viñas crece anualmente alrededor de un 2 %. (Moya Garcia , 2017)

Tabla 1:

La producción de vino en la Unión Europea año 2004

UNIÓN EUROPEA	PORCENTAJE (%)
Francia	30%
Italia	29%
España	27%
Alemania	5%
Portugal	4%
Hungría	2%
Grecia	2%
Austria	1%

Fuente: Basada en la información de Proyectó Life Taninos, 2007

En 2018 la OIV (organismo intergubernamental de carácter científico y técnico de competencia reconocida en el ámbito de la viña, del vino, de las bebidas en base al vino, etc.) la cual está compuesta por 47 estados miembros, brinda como resultado: (OIV, 2019)

- Que la producción mundial de uva alcanzó los 78 millones de toneladas.
- La producción mundial de vino (excluidos jugos y mostos) se estima en 292 millones hectolitros.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- El consumo mundial de vino se calcula en 246 millones de hectolitros. (OIV, 2019)

A partir de la producción del jugo de la uva se va generando los residuos como ser el orujo, el cual está compuesto de semillas, hollejo y raspón. De las semillas se llegó a obtener el aceite, el cual es un ingreso más de las industrias extranjeras las cuales comercializan el aceite de uva como materia prima de algunos fármacos, cosméticas, etc.

Figura1:

Aceite de uva



Fuente: Basada en la información del ciruelo.com/propiedades medicinales de las uvas

El cual es comercializado y usado en diferentes áreas como ser:

Para la salud

- Ayudan a promover la circulación sanguínea y problemas cardiacos.
- Contiene antioxidantes OPC (evita el envejecimiento y el deterioro prematuro de órganos, tejidos y células) que benefician al organismo.
- Sus componentes ayuda a aumentar el "colesterol bueno" (HDL) y reducir el "colesterol malo" (LDL) y los triglicéridos; siendo un aliado en la conservación de la salud cardiovascular, en la prevención de hipertensión, obesidad , diabetes y previenen el cáncer.
- Se ha asociado con una mejor salud cerebral, pudiendo proteger contra enfermedades neurológicas agudas y crónicas.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- Tienen un efecto diurético beneficioso en casos de litiasis renal, hipertensión arterial y otras dolencias asociadas a la retención de líquidos.
- Sirve para bajar de peso.

En la piel

- Las semillas cuentan con un activo poderoso neutralizador de los radicales libres responsables del envejecimiento cutáneo. Es un gran cicatrizante y protector contra las agresiones de la piel, específicamente las provocadas por el sol. Mejora su aspecto, suavidad y textura. Por tal motivo es usado para la elaboración de cosméticos por su alto contenido en ácido linolénico.

Para el cabello

- Impide la sequedad del cabello, reavivando su color y brillo.

En gastronomía

- Para la realización de comidas exóticas. (Ciruelo.com)

Por lo expuesto, es evidente que las semillas contienen varios compuestos de interés en los que sobresalen:

- **Resveratrol.** Recientes investigaciones han puesto como manifiesto que el resveratrol actúa como una propiedad anticancerígena. Esta sustancia se encuentra presente sobre todo en la uva de pigmentación más oscura, como un antioxidante.
- **Compuestos Fenólicos.** Son antioxidantes como ser: Flavonoides (como la quercitina), antocianos (pigmentos vegetales ausentes en las uvas blancas y verdes) y taninos, que actúan como potentes antioxidantes, impidiendo los efectos del envejecimiento, así como la oxidación del colesterol y la formación de trombos en las arterias, esto se encuentra con mayor porcentaje en la semilla de uva. (Velez Marin , Uribe Velasquez , & Lenz Souza PhD, 2012)

1.1.2. A nivel nacional

En septiembre de 2005, entre el Gobierno de Bolivia y el Gobierno del Reino de los Países Bajos manifestó su interés de financiar el programa de apoyo a la cadena productiva de

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

uvas, vinos y singanis, designando a la fundación **FAUDAPO** como entidad responsable con el apoyo de la prefectura de Tarija y de **CENAVIT**.

Para la primera fase desde las gestiones 2006 hasta 2008 abarcó los departamentos de Tarija y de Chuquisaca, identificando que del total de las empresas del sector vitivinícola el 57% se encuentran en el departamento de Tarija y el 43 % en Chuquisaca. (Baracatt Sabat, 2009)

Posteriormente se realizó el Plan Estratégico-Sectorial (2009-2013) para fortalecer la competitividad de la Cadena de Uva, Vinos y Singanis (CUVS), tomando en cuenta las zonas productoras del sur de Bolivia, encontrándose los departamentos de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz. (FAUDAPO, FORMIN, & ANIV, 2013)

Tabla 2:

Área cultivada por los productores

	PORCENTAJE (%)	ÁREA CULTIVADA EN HECTÁREAS (Ha)
PEQUEÑOS PRODUCTORES	85 %	Alguno llega aproximadamente a 1 Ha
MEDIANOS PRODUCTORES	5 %	Entre 1 a 5 Ha
GRANDES PRODUCTORES	10 %	Mayor a 5 Ha

Fuente: Basada en la información recolectada de la Fundación FAUDAPO -FORMIN – ANIV (2013), “Estudio socio-económico de la cadena uvas, vinos y singanis Bolivia”, Tarija-Bolivia.

De las zonas productoras de Bolivia se cultiva la uva entre 1700 y 2400 metros sobre el nivel del mar, a esta altura la uva gana riqueza aromática debido a una exposición más intensa a los rayos ultravioletas que en otras regiones del planeta. Esta característica permite que los derivados de la uva que se produce en nuestro territorio sean distintos y tengan identidad propia.

Los departamentos que sobresalen son: Tarija la cual es la zona más apta de Bolivia para el cultivo de vid teniendo un rendimiento de 6,80 TM/Ha (Toneladas métricas sobre hectárea), seguido por Chuquisaca con 5,81TM/Ha. (FAUDAPO, FORMIN, & ANIV, 2013)

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 3:*La producción de uva en Bolivia año 2010*

Departamento	Superficie (Ha)	Rendimiento (qq/Ha)	Producción Total (qq)	Porcentaje de producción (%)
Valles de Tarija	1996	150	299400	85,71
Valles de Chuquisaca	344	100	34400	9,85
Valles de La Paz	50	70	3500	1,00
Valles de Santa Cruz	50	150	7500	2,15
Valles de Cochabamba	40	100	4000	1,15
Valles de Potosí	10	50	500	0,14
Total	2490		349300	
1qq=46Kg				

Fuente: Basada en la información de Paniagua A. CENAVIT (2010), Identificación, mapeo y análisis competitivo del Cluster de uvas, vinos y singani de Sur Boliviano.

Del total de la uva producida el 30% se comercializa como uva de mesa, el 44% como insumo para la producción de vino y el 26 % restante como insumo para la producción de singani. (FAUDAPO, FORMIN, & ANIV, 2013)

Sin embargo, gran parte de la producción sirve para producir bebidas y a partir de la uva de mesa algunas conservas como almíbar de uva, jugos, uvas deshidratadas, etc.

Es importante destacar que los residuos generados en la obtención del jugo de uva son desechados y al hablar de un posible proceso de los residuos se debe tomar en cuenta que solo una vez al año se da la vendimia, es la etapa en la que se obtiene la materia prima para elaborar y almacenar sus respectivos derivados de la uva, también se tendría que almacenar a los residuos por varios meses esto con el fin de evitar su degradación. (Tolada, 2021)

Como uno de los derivados del jugo de uva se encuentra una gran variedad de bebidas que para su elaboración se usa distintos tipos de uva donde podemos destacar vinos que llevan el mismo nombre de la variedad de uva, como ser el vino TANAT.

Bibliográficamente respecto a las diferentes variedades de uva muestran que las uvas verdes poseen un menor contenido de antioxidantes que las uvas de color oscuro por su elevada pigmentación que es generada por los antocianos.

Dando como referencia a 2 grupos:

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

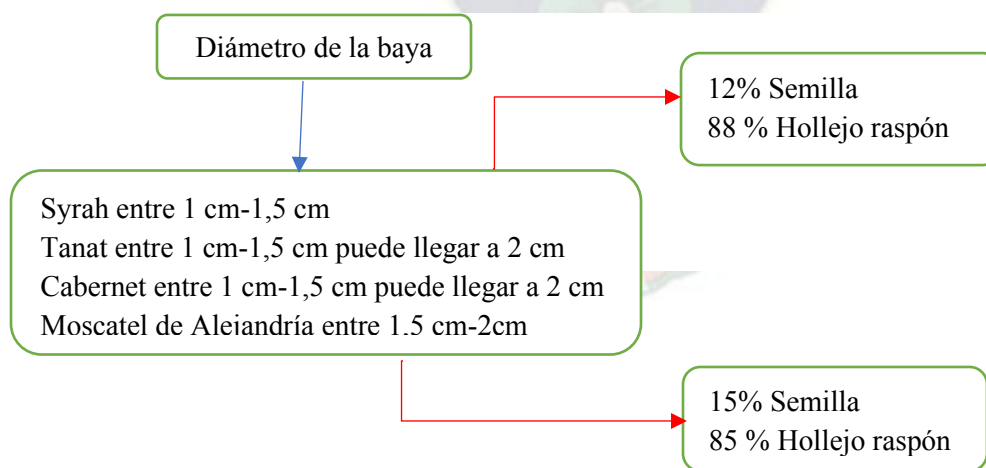
- **Uvas de color verde:** Son usadas para elaborar vinos tradicionales o jugos, estas pueden ser: Dattier, Allcante, Moscatel de Alejandría, etc.
- **Uvas de color negro, rojo, morado, etc.:** En su mayoría usadas para elaborar vinos más selectivos que llevan el mismo nombre de la uva como ser el vino Cabernet, entre estas clases de uva podríamos mencionar: la Pinot Noir, Garnacha, Cabernet Sauvignon, etc. (Comastri Horacio, 1942)

Todas estas variedades de uva son importantes en el momento de elaborar los derivados de su jugo, debido a que este proceso presenta una gran cantidad de merma en el momento del estrujado (desgranado del racimo y rompimiento de la piel de la uva) para la extracción del jugo, esta merma varía según el tamaño de la baya de la uva donde predomina la pulpa en el momento del estrujado.

La cantidad de orujo que se obtiene en este proceso varía según la clase de uva a tratar, si se analiza 100 Kg de uva se puede obtener un 12% a un 15% como aproximado de orujo el cual puede aumentar si el tamaño de la baya de la uva disminuye, el restante 85% a 88% llegaría a ser el jugo obtenido. (Tolada, 2021)

Figura 2:

Análisis del tamaño de la baya



Fuente: Basada en la información recolectada

El orujo es una merma que se desecha en las carreteras, lo dan como comida de cerdo, se lo usa como abono, son residuos que ocupan espacio y se pueden deteriorar con el tiempo. Sin embargo, el estrujado es un proceso muy importante porque no se debe comprimir las

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

demasiado para evitar que se rompan las semillas de las uvas ya que estas aportarían el amargor al jugo de uva. (Tolada, 2021)

También se debe considerar los cultivos de uva en menor escala en los que se encuentran los departamentos de Cochabamba, Potosí y La Paz.

En el departamento de La Paz, en Luribay (provincia Loayza), se difunde la actividad vitivinícola poniéndola a la fecha como región principal en esta actividad, pero en los años 70 La Paz queda rezagada por problemas fitosanitarios (enfermedades de la planta) como ser la filoxera, etc. En consecuencia, la producción de vino hoy se limita para el autoconsumo de la zona en particular. (Flores Quispe, 2018)

1.2. DIAGNOSTICO

En Bolivia, se produce bebidas con la denominación de uvas y vinos con altura. Los mayores productores de uva son los departamentos de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz.

La mayor parte de la producción de la uva se va a la elaboración de bebidas como el vino o el singani. Los residuos (orujo) generados en el proceso de obtener el jugo de uva, se encuentran alrededor de un 12% a un 15%. Esta cantidad se produce durante la vendimia (cosecha de la uva) la cual se da una vez al año.

El mosto está compuesto de orujo (cascaras, semilla, raspón, etc.) y jugo, los productores evitan romper las semillas en el proceso productivo, debido a que aportan un sabor amargo al jugo. Este se obtiene como una masa compacta que en ocasiones es usada para comida de cerdo, abono y generalmente desechada en los caminos generando contaminación, desaprovechando las semillas presentes en el orujo, a partir de las cuales se puede obtener subproductos que le darían un valor agregado, en este caso el aceite de semilla de uva.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por lo expuesto se propone aprovechar los desechos generados en la vendimia para poderlos utilizar en vez de botarlos y a partir de estos poder obtener una ganancia extra que beneficiará a los pequeños viñedos de Tarija.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Desarrollar el proceso para la obtención del aceite de semillas de uva cabernet.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características de la materia prima.
- Obtener las condiciones de operación óptimas para el proceso de extracción de aceite a través del diseño experimental.
- Determinar o establecer la existencia o no de compuestos fenólicos (flavonoides o resveratrol) en el aceite de semilla de uva Cabernet.
- Caracterizar el aceite obtenido.
- Diseñar un sistema a nivel Bench-Scale para la extracción de aceite de uva Cabernet.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Técnica

La justificación técnica se basa en la aplicación de los criterios de dimensionamiento de Sistema Bench para la extracción sólido líquido del aceite de semilla de uva en donde se considera las condiciones de operación del sistema para un óptimo rendimiento del proceso, partiendo desde la materia prima hasta lograr el producto final (criterios relacionados al proceso).


Esto con el fin de poder comprobar que el producto obtenido presenta trazas de resveratrol y de flavonoides.

1.5.2. Económica

Se pretende dar un valor agregado a los residuos del orujo que se convertirán en una oportunidad de generar ingresos económicos y también generar oportunidades de inversión para obtener productos de valor agregado en industrias vinícolas de pequeña y mediana escala. Como referencia se tiene datos de productores de Argentina que comercializan este aceite.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 4:*Competidores en la Argentina*

Marca	Volumen (ml)	Precio (peso argentino)	Tipo de envase	Imagen descriptiva
OLIVI HNOS S.A.	750	88	PET	
	1000	115	PET	
	3000	371	PET	
SABORES CUYANOS	1000	120	PET	

Fuente: Basada en la información de Bravo M.- Zambrano M. (2017), "Aceite de pepitas de uva estudio de factibilidad", Universidad Católica de Salta, Argentina, Pag.42.

Debe señalarse que el costo del aceite de semillas de uva está por encima del costo del aceite comercial en Bolivia. Esto demuestra que si se realiza un derivado de estos desechos se conseguiría una inyección en la economía de los productores de Tarija.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

La materia prima se la obtendrá de los pequeños productores de uva del municipio de Cercado, los cuales cuentan con esta merma cada año, por consiguiente, no es visto en la actualidad como una inversión, si no como un desecho.

1.5.3. Social

El 25,4% de estas bodegas cuentan con una tecnología industrial y el restante de las bodegas con un 74,6% son de forma artesanal, esto comprueba que los productores de mayor proporción son los que sacan sus productos por su propios medios y esfuerzos, llegando a desechar los residuos del estrujado debido a que les ocuparía un espacio y a su vez su deterioro iría en aumento. Esta producción va en crecimiento respectivamente cada año, por tal caso los desechos crecen de igual manera [Baracatt Sabat J. 2009]. Por lo expuesto se pretende favorecer a las zonas productoras y a los pequeños productores del departamento de Tarija debido a que estos generan una gran cantidad de merma al obtener el jugo de la uva, a partir de la utilización de los desechos que se generan en cada vendimia, para poder obtener como producto el aceite de semillas de uva.

1.5.4. Ambiental

Los desechos que se generan en cada vendimia van en aumento, esta merma trae consigo un problema ambiental considerando el cambio de clima de húmedo a templado, húmedo templado caliente y húmedo caliente. Estos cambios en el clima provocan la proliferación de microorganismos e insectos, representando un problema medioambiental por la generación de malos olores y a su vez representa un peligro a la salud de las personas.

1.5.5. Académica

Se pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera, realizando un análisis para optimizar el proceso de obtención del aceite mediante un respectivo estudio a las características de la materia prima, determinando variables de operación y sus respectivas condiciones para operar con Design-Expert, caracterizando el producto obtenido y diseñar un sistema de obtención del aceite a nivel Bench-Scale.

CAPÍTULO N°2

MARCO TEÓRICO



CAPÍTULO N°2

MARCO TEÓRICO

2.1. HECTÁREAS CULTIVADAS EN BOLIVIA

En Bolivia se realizaron estudios que brindaron un análisis de las hectáreas que se cultivaron en los últimos años, esto se puede comprobar con el aumento en los cultivos de la uva, en específico en el departamento de Tarija.

Tabla 5:

Aumento de áreas cultivadas

DEPARTAMENTO	GESTIÓN	HECTÁREAS CULTIVADAS	(%) DE AUMENTO EN LOS CULTIVOS
TARIJA	2006-2008	904,7	61,004%
	2009-2013	2320	
CHUQUISACA	2006-2008	216,21	25,955%
	2009-2013	292	
SANTA CRUZ	2006-2008	-	
	2009-2013	243	

Fuente: Basada en la información obtenida de:

- Fundación FAUDAPO - FORMIN- ANIV (2013), "Estudio socio-económico de la cadena uvas, vinos y singanis Bolivia, Tarija-Bolivia.
- Baracatt Sabat J. (2009), Memoria Programa de Apoyo a la Cadena Productiva de Uvas, Vinos y Singanis, Tarija-Bolivia.

De todas las hectáreas cultivadas de la primera fase, el valle central de Tarija y el Cañón de los Citis, constituyen la principal base de sustento de sus alrededores y como tal se ha calculado que los ingresos percibidos por el Cañón de los Citis por parte de los productores de la uva en función a la venta de su producción como fruta fresca, singani y vino asciende a 2553,568 Bs. (Baracatt Sabat, 2009)

Del total de los cultivos la especie que se llega a producir en mayor proporción es la uva moscatel y posteriormente la uva cabernet, esta variedad es la última en madurar y para tal caso se busca un lugar más cálido para lograr una óptima madurez. (Catania, 2007)

La madurez de la uva se relaciona estrechamente con el contenido de los polifenoles, de este modo la concentración de los compuestos antioxidantes, puede ser incrementada al

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

provocar diferentes tipos de estrés en la uva, entre los que se destaca el producido por radiación ultravioleta solar, dando como resultado la síntesis de estos compuestos. Cuanta mayor energía radiante recibe la vid, se obtienen frutos de mayor tamaño, más maduros, con mayor contenido de sacarosa y un aumento sustancial en compuestos beneficiosos para la salud como los polifenoles. (Programa de fortalecimiento al complejo de uvas & FUNDACION FAUDAPO, 2013)

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UVA

2.2.1. La planta de Uva

La uva es una planta que se cultiva formando arbustos y que se trepa gracias a unos zarcillos que se enroscan a otras plantas, las hojas son grandes, lobuladas, las flores son pequeñas y aparecen agrupadas en racimos. (Diago Santamaria, 2010)

En lo esencial de la uva fresca según el reglamento CEE 822/87, que aprueba la organización común del mercado vitivinícola (OCM) que el fruto de la vid utilizado en el proceso de vinificación se trata de un fruto maduro o ligeramente sobre maduró, el cual va ser estrujado o prensado por las bodegas, que espontáneamente dará inicio a la fermentación alcohólica. (Balboa Zalles, 2011)

2.2.2. Partes de la uva

- **Escobajo o raspón:** Forma la estructura o el esqueleto del racimo y dentro de sus características se puede señalar que contienen agua, clorofila, taninos, ácidos málicos, ácidos tartáricos y sales minerales. Por lo consiguiente desde el punto de vista enológico tiene gran importancia cuando los raspones están presentes en la fermentación.
- **Semilla:** Están contenidas en el interior del grano, con un aproximado del 3 al 4% del peso de la semilla. Posee una capa externa dura que cubre la sustancia grasa que contiene el grano.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 6:*Componentes de la semilla de uva*

COMPONENTES	PORCENTAJE
Agua	25-45 %
Azúcar	34-36 %
Aceites (oleico y linoleico)	13-20 %
Minerales libres	2-4 %
Polifenoles	4-6 %
Sustancias nitrogenadas	4-6 %
Taninos	3-5 %

Fuente: Basada en la información de Fundación de desarrollo agropecuario (FDA), "Boletín Técnico N 6"

- **Zarcillos:** Es una estructura en forma de espiral que ayuda a la vid a trepar.
- **Baya:** La baya o grano de uva está constituido por el epicarpio, mesocarpio, endocarpio y las semillas. El epicarpio corresponde a la piel más el hollejo, el mesocarpio y el endocarpio constituyen la pulpa, su tamaño puede variar entre unos 12mm a 24mm según sea la especie, puede ser esférica, elíptica, ovoide, cilíndrica o arqueada. Se puede contar con 4 semillas en algunas variedades y también existen uvas que carecen de estas semillas.
- **Hollejo:** Es la envoltura exterior o piel del grano, representa el 7 al 8 % del peso y contienen la mayor parte de color y del aroma. A su vez contiene ácido málico, tartárico y taninos.
- **Pulpa:** Está compuesta de agua y azúcares, esta a su vez constituye el 87 % al 90 % de la baya. (Balboa Zalles, 2011)

2.3. INVESTIGACIONES RESPECTO DE LOS COMPONENTES ENCONTRADOS EN LA SEMILLA DE UVA

Las investigaciones consultadas hacen referencia a diferentes objetivos que se plantearon los autores para demostrar:

- En la investigación donde demuestran que se obtiene mayor porcentaje de aceite en las semillas de uva cuando se realiza la extracción del aceite mediante fluidos supercríticos. En esta investigación obtuvieron como rendimiento $16,5 \pm 0,4\%$ de la

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

extracción por fluido supercrítico, realizando una comparación del porcentaje de aceite obtenido en la extracción sólido y líquido en un equipo Soxhlet, con un rendimiento de $14,45 \pm 0,29\%$ obtenido con hexano y $12,47 \pm 0,4\%$ obtenido con éter dietílico. (Barriga , Churata , & Tinoco, 2018)

- Los resultados que obtuvieron respecto del aceite de semillas de uva por prensado en frío encontraron entre 61,36% y 66,47% de ácido linoleico, seguido del monoinsaturado ácido oleico oscilaron entre 20,53% y 24,88%, la suma de los tocoferoles fue menos del 10%. (P. B. Navas, 2009)
- Respecto al análisis de los componentes del aceite de semilla de uva que obtuvieron mediante una extracción sólido y líquido, donde afirman que se puede obtener como máximo 14 % de aceite de semilla de uva extraído con Soxhlet, a su vez identificaron como máximo 25% de ácidos grasos, donde el compuesto principal el ácido linoleico, como también se encontró con 27 compuestos fenólicos, donde los flavan-3-oles y procianidinas son los componentes mayoritarios que fueron hallados por el método de Folin Ciocalteu. (M. Gonzales, 2018)
- En relación al estudio de la cantidad de ácidos grasos presentes en la semilla de uva, la cual contiene una buena cantidad de aceite, excelente para el consumo humano; en la cual se puede encontrar el omega 3 (16%-22%) y omega 6 (63%-71%), así como una baja cantidad de ácido graso linolénico (0,1% -0,4%). La semilla de uva posee un alto contenido de antioxidantes (0,337- 0,429 mg/dl DPPH), incluso mayor a los encontrados en el hollejo y en el mismo vino. Asimismo, se señala que la semilla de uva contiene antioxidantes, como los esteróles y los tocoferoles que potencializan su capacidad antioxidante. (Fanzone Sanches)
- Respecto al contenido de los flavonoides en las semillas verifican la existencia de (catequinas, epicatequina, procianidinas y antocianinas) y ácidos fenólicos (ácido gálico y ácido elágico). (Yilmaz & Toledo, 2006)
- En relación al aceite de semillas de uva es rico en ácido grasos insaturados, que representan más del 89 % de la composición total de aceite siendo la mayoría ácido grasos esenciales. (Davidiv Pardo & Mc. Clements, 2014)

2.4. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los polifenoles son compuestos que tienen más de un hidroxilo fenólico, grupo unido a uno o más anillos de benceno. Estos compuestos fenólicos son característicos de las plantas y como grupo generalmente se encuentran como ésteres o glucosídicos en lugar de compuestos libres. Por lo tanto estos compuestos se pueden clasificar de varias maneras. Harbone y Simmonds (1964) clasificaron estos compuestos en grupos basado en el número de carbonos en la molécula. (Vermerries & Nicholson , 2006)

Tabla 7:

Clasificación de compuestos fenólicos

ESTRUCTURA	CLASE
C ₆	Fenólicos simples
C ₆ -C ₁	Ácidos fenólicos y compuestos relacionados
C ₆ -C ₂	Acetofenonas y ácidos fenilacéticos
C ₆ -C ₃	Ácidos cinámicos, aldehídos cinámicos, alcoholes cinamílicos
C ₆ -C ₃	Cumarinas, isocumarinas y cromonas
C ₁₅	Chalconas, auronas, dihidrochalconas.
C ₁₅	Flavanes
C ₁₅	Flavonas
C ₁₅	Flavanonas
C ₁₅	Flavonoides
C ₁₅	Antocianidinas
C ₁₅	Antocianinas
C ₃₀	Biflavonilos
C ₆ -C ₁ - C ₆ , C ₆ -C ₂ - C ₆	Benzofenonas, xantonas, estibenos
C ₆ , C ₁₀ , C ₁₄	Quinonas.
C ₁₈	Betacianinas
Lignan, neolignan	Dímeros u oligómeros
Lignina	Polímeros
Taninos	Oligómeros o polímeros
Flobafenos	Polímeros.

Fuente: Basada en la información de Vermerries W.- Nicholson R. (2006), "Phenolic Compound Biochemistry", Florida - E.E.U.U, Pg.2

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

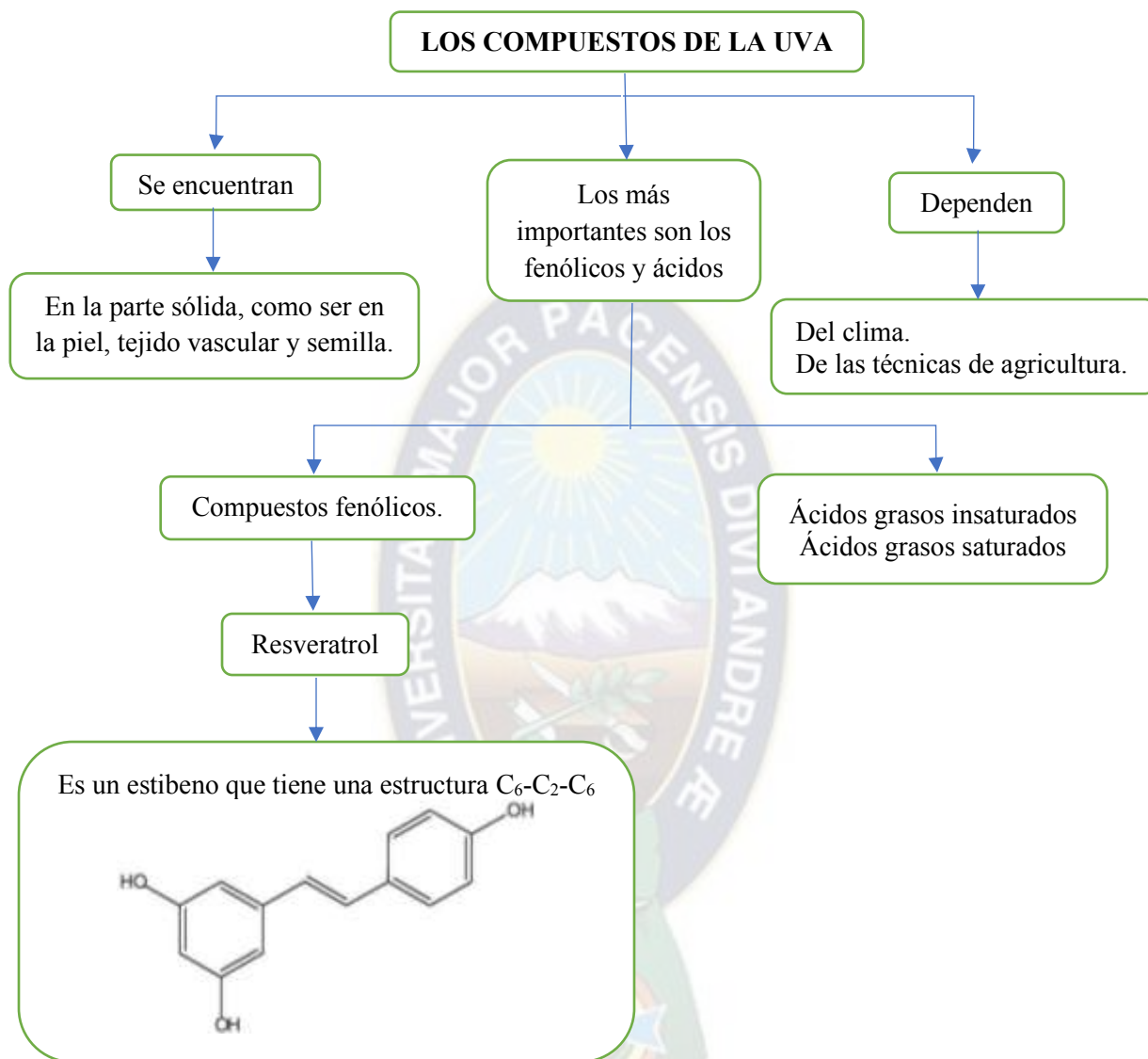
Los compuestos fenólicos en la uva se encuentran en la piel y en las semillas, su concentración depende de la cepa, de las condiciones climáticas y de las técnicas de cultivo. Estos compuestos fenólicos constan de un anillo bencénico que contienen uno o diversos grupos hidroxilo. Según la estructura se encuentran dos grandes grupos, compuestos flavonoides y compuestos no flavonoides. (CD-P-SC, 2016)

- **Compuestos flavonoides:** Los flavonoides son compuestos C₁₅, todos los cuales tienen la estructura C₆-C₃-C₆ y se agrupan en tres grandes clases según su efecto general. En cada caso están compuestos por 2 anillos fenólicos unidos por una cadena de tres átomos de carbono. (Vermerries & Nicholson, 2006)
- **Compuestos no flavonoides:** Estos compuestos solo están formados por un anillo fenólico. Entre estos compuestos podemos mencionar a los ácidos fenólicos (ácidos benzoicos y ácidos cinámicos) y los compuestos estíbenos como ser el resveratrol. (CD-P-SC, 2016)

2.4.1. Resveratrol

El resveratrol es un estibeno que tiene una estructura C₆-C₂-C₆ que están asociados con la con la parte dura de la planta, la cual se encuentra en la naturaleza, principalmente en la cáscara de las frutas, en las semillas de uva, en el maní y en las frutas tipo bayas. (Masias, Vega, & Sanchez, 2013)

La estructura base del resveratrol consiste en la unión de dos anillos por un doble enlace estireno que forman el 3,5,4 trihidroxi-trans- estibeno. Este doble enlace es el responsable de las formas isoméricas cis y tras del resveratrol, el isómero trans es la forma más estable desde el punto de vista estérico. (Vasquez Iriarte, 2017)

Figura 3:*Características importantes de la uva*

Fuente: Información recolectada de varios datos bibliográficos

2.5. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL VINO CON ANÁLISIS EN LA OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (SEMILLA DE UVA)

La elaboración de los diferentes vinos siguen procesos casi similares, por consiguiente, se lo puede verificar en la **Figura 4** donde se verifica que el proceso prosigue con el mismo patrón hasta que llega a la fermentación donde se puede notar que difiere según la uva a tratar.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Por consiguiente, se lo describe a continuación los puntos de más importantes en la elaboración del vino:

- **Despalillado:** Consiste en separar las uvas del raspón (escobajo) de la estructura herbácea del racimo.
- **Molienda:** También llamado estrujado, consiste en aplastar las uvas para extraer el mosto, que es el jugo de la uva que contiene los azúcares que se fermentarán para producir alcohol.
- **Fermentación:** Es la transformación del mosto de la uva en vino. Se divide en fermentación alcohólica y en fermentación maloláctica.
- **Descube:** Se lo realiza pasado el tiempo de fermentación (por la parte inferior del tanque, con la ayuda de un tamiz se separa todos los orujos y el vino es trasvasado a otro tanque, preferentemente del mismo.
También el orujo se lo puede usar para elaborar vino de menos calidad el cual es más rico en taninos, pero es bastante agrio, por lo que suele ser desechado.
- **Trasiego:** El trasiego se realiza después de 1 a 2 meses del descube. Se separan los sólidos que precipitan del vino durante este tiempo. Es un trasvase que se realiza por medio de bombeo desde la parte superior del tanque a otro tanque, previamente desinfectado. Este proceso se lo realiza varias veces durante la elaboración del vino, según sea conveniente.
- **Clarificación:** Es un proceso enológico que busca eliminar las partículas en suspensión del vino después de la fermentación.
Por lo cual su objetivo es obtener un vino más limpio y brillante, que no se enturbie ni pierda transparencia en la botella como un vino claro.
- **Filtración:** Es la separación de todos los precipitados que hayan podido quedar en el vino, hasta los más finos. (Vasquez Iriarte, 2017)

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Figura 4:

Diagrama de flujo de la elaboración del vino tinto y blanco



Fuente: Basado en la información recolectada de Vasquez Iriarte P. (2017), "Análisis comparativo de la relación azúcar – resveratrol en la elaboración de vinos de altura", La Paz -Bolivia

2.6. MADUREZ DE UN FRUTO

Se determina el índice de madurez de los frutos debido a la forma más habitual de medir la madurez del fruto, esto se debe a que:

- **Fruto inmaduro:** Como característica que presenta es la ausencia de sabor, mayor susceptibilidad a la deshidratación y daños físicos. A este tipo de fruto al ser cosechado antes de que madure será un fruto de pobre calidad cuando llegue a madurar.
- **Fruto maduro:** Presenta un buen potencial para el almacenamiento en postcosecha, es considerado apto para el consumo.
- **Sobre maduró:** Presentan pérdida de textura y muy susceptibles a los desórdenes fisiológicos. (Badui, 2006)

Los índices de madurez más usados suelen ser el contenido de almidón, acidez, contenido de sólidos solubles, firmeza de la pulpa, color de la piel, color de la pulpa, tamaño y forma. Debe señalarse que uno de los indicadores de madurez es la evolución del color tanto de la piel, pulpa y como de la semilla. (Badui, 2006)

2.6.1. Aspectos de la madures de la uva

Para la elaboración de vinos se toma en cuenta tres aspectos muy importantes para la madures del fruto y estos son:

- **Madures tecnológica:** Es la madures de la pulpa, se basa en encontrar el punto máximo en la relación entre el azúcar y el ácido.
- **Madures fenólica:** Es la madures de la piel y de las semillas, buscando buena concentración de taninos y polifenoles.
- **Madures aromática:** Es debido a la gran variedad de compuestos que contiene con distinta evolución. (Cabeller, 2017)

Como se puede verificar en la Tabla 8 que muestra la madures de la semilla (madures fenólica) y la madures de la pulpa (madures tecnológica). Por lo consiguiente la madures de un fruto se lo puede apreciar también en el desarrollo de la semilla.

Tabla 8:*Análisis visual y sensorial de las bayas de la uva*

		1 ^{er} SEMANA	2 ^{da} SEMANA	3 ^{ra} SEMANA	4 ^{ta} SEMANA
Semilla		Blanca, amarrilla o verde	Marrón o verde	Marrón o gris	Marrón oscuro
Pulpa	Azúcar	Poco dulce	Medio dulce	Dulce	Muy dulce
	Acidez	Muy ácida	Ácida	Acidez media	Poco ácida

Fuente: Basada en la información recolectada de Mar Vilanova (2019), "Seguimiento de la maduración de la uva- Técnicas analíticas y sensoriales-Interpretación de los resultados"

2.6.3. Análisis del índice de madurez de 3 viñedos de la ciudad de Tarija.

Como la materia prima proviene del departamento de Tarija se cuenta con estudios ya realizados respecto al índice de madurez de la fruta. En una de las investigaciones demuestra los análisis que realizan los viñedos antes de comprar la uva, con el fin de asegurar un buen producto.

Este estudio fue realizado por la carrera de ciencias puras de la UMSA en los viñedos de CENAVIT, KOHLBERG y CASA REAL. Donde realizaron un muestreo aleatorio y homogéneo al contenido de azúcar mediante el análisis de los sólidos solubles, también analizaron la acidez total mediante la titulación con hidróxido de sodio y usando un potenciómetro combinado. Cabe señalar que la prueba que llevaron a cabo fue para cada semana, para cada variedad específica de la uva usando 200 bayas del viñedo respectivo.

El muestreo fue de 200 bayas semanales en 10 plantas por 3 repeticiones, en este análisis se nota que los sólidos solubles van aumentando y a su vez la acidez disminuye con el paso de las semanas, cabe resaltar que a medida que la pulpa de la baya va madurando las semillas van adquiriendo su color respectivo como una clara muestra de su madurez. (Balboa Zalles, 2011)

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 9:*Evolución de los grados °Brix*

VIÑEDO	VARIEDAD	SEMANA			
		1	2	3	4
CENAVIT	Cariñena (Tinta)	15,37	21,37	22,03	23,00
	Moscatel (Blanca)	15,33	21,00	21,67	24,60
KOHLBERG	Syrah (Tinta)	17,03	19,70	21,70	24,03
CASA REAL	Cabernet Sauvignon	15,63	21,97	22,33	24,73

Fuente: Basada en la información recolectada de Balboa J. "Estudios de las variedades de uva de vinificación del valle central de Tarija", UMSA, Carrera de Ciencias Químicas, La Paz-Bolivia 2011

Como se puede notar en la **Tabla 9** para determinar la madures óptima respecto a los grados °Brix se verifica que este va en aumento a medida que las semanas siguen pasando, es decir que su desarrollo fisiológico sigue su curso de forma normal, es por ello que los sólidos solubles van aumentando.

Tabla 10:*Evolución de la acidez total*

VIÑEDO	VARIEDAD	SEMANA			
		1	2	3	4
CENAVIT	Cariñena (Tinta)	11,47	11,07	10,30	8,97
	Moscatel (Blanca)	10,00	7,67	7,47	7,00
KOHLBERG	Syrah (Tinta)	9,80	8,50	7,40	6,40
CASA REAL	Cabernet Sauvignon	10,33	8,77	8,60	8,07

Fuente: Basada en la información recolectada de Estudios de las variedades de uva de vinificación del valle central de Tarija, Jorge Rodrigo Balboa Zalles, UMSA, Carrera de Ciencias Químicas, La Paz-Bolivia 2011.

La uva cuenta con 3 ácidos predominantes, donde el ácido tartárico se encuentra en mayor proporción y posteriormente le siguen el ácido málico y el ácido cítrico. El ácido málico va desapareciendo a medida que los sólidos solubles van aumentando, en este sentido se puede notar que la acidez total va disminuyendo cada semana inversamente la cantidad de sólidos van en aumento.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Resulta claro que el punto de madurez se lo puede realizar por color de la piel o también por el color de la semilla, en efecto se puede notar que a medida que pasa las semanas la uva va adquiriendo su color respectivo y como tal las semillas también se van formando y desarrollando de una forma normal.

2.7. ÁCIDOS GRASOS

Al estudiar los aceites y grasas nos referimos al contenido en ácidos grasos saturados, si estos ácidos grasos saturados son muy altos son sólidos y cuando es elevado la insaturación son líquidos que al fijar oxígeno se endurecen. Por tal motivo se las distingue en (Dr. Montes, 1993):

- **Ácidos grasos insaturados o poliinsaturados (aceite):** Son llamados así porque en su cadena existe dobles y triples enlaces, llegando a ser líquidos y aceitosos a temperatura ambiente.
- **Ácidos grasos saturados (grasas):** Son los que no poseen enlaces dobles, son flexibles y sólidos a temperatura ambiente.

Se debe señalar que los aceites, grasas y compuestos característicos se pueden acumular en cualquier tipo de órgano vegetal, pero principalmente se encuentran en las semillas, frutos, flores, hojas, corteza, raíces, etc. En algunos casos todos los órganos vegetales de la misma especie contienen compuestos característicos, sin embargo, su posición cualitativa y cuantitativa puede variar dependiendo de la localización de dichos órganos en la planta. (CD-P-SC, 2016)

2.7.1. Aceites esenciales

Se define como aceite esencial de una planta o parte de la misma como las fracciones líquidas volátiles, generalmente obtenidas por destilación, que contienen sustancias responsables del aroma de las plantas entre muchas otras, de ahí radica su importancia en la industria de aromas, aunque también pueden contener otras sustancias de interés farmacéuticos o químico. (Manual de química orgánica UTB, 2018)

2.8. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

La elección del método adecuado para la extracción de ciertos compuestos como ácidos grasos insaturados y ácidos grasos saturados, depende del estado original como también de las características de la materia prima.

Esta proporción de ácidos grasos y compuestos característicos en la materia de análisis puede variar dependiendo de la planta por lo cual puede diferir en gran escala respecto a la materia prima a tratar y oscilar entre un 0,015% y más de un 20%. (CD-P-SC, 2016)

2.8.1. Extracción con arrastre con vapor

De fácil montaje y operación, bajo costo debido al uso de agua en lugar de solventes, su temperatura de extracción siempre va ser menor o igual que la temperatura de ebullición del agua a condiciones ambientales. Con este método se puede obtener dos productos de la extracción, el aceite esencial y el hidrosol, cuya composición dependerá de la solubilidad de los compuestos en agua. (Manual de química orgánica UTB, 2018)

2.8.2. Extracción sólido y líquido en un Equipo Soxhlet

Cuando se hace una extracción sólido y líquido, el componente de interés son los triglicéridos, estos radicales grasos por lo general son distintos entre sí y pueden ser ácidos grasos insaturados o saturados. Los solventes que se usan son los no polares, como el cloroformo, el hexano y el éter de petróleo, a este principio se le conoce con extracción sólido – líquido. (Dra. Campos M., 2019)

La cantidad de solvente debe ser la necesaria para que al ascender al cartucho y antes que sede el ciclo, no quede seco el balón inferior y se queme, o cuando se caiga el líquido del sifón sobre el vidrio recalentado se pueda producir algún riesgo de accidente. (Nuñez C., 2008)

Para agregar el volumen de extracción elegido, debe ser de tal forma de no llenarla más allá de 3/4 de su volumen. (Nuñez C., 2008)

2.8.3. Extracción por prensado

Esta operación se utiliza cuando las semillas oleaginosas tienen alto contenido de aceite o cuando se desea obtener aceites vírgenes, esto se lo realiza aplicando presión sobre la materia prima, por lo que la cantidad de aceite dependerá de la presión que se ejerza. Este método es utilizado desde la antigüedad ya que se ejerce una fuerza mecánica para la obtención del aceite. Se puede hablar de 2 tipos de prensado:

- **Prensado en caliente:** Se refiere a que la semilla oleaginosa en el prensado, se utiliza una determinada cantidad de calor con el fin de obtener un rendimiento mayor de aceite. Sin embargo, la aplicación de calor tiene una desventaja ya que destruye partes o componentes importantes en las vitaminas y fitoesteroles que forman el aceite.
- **Prensado en frío:** En la extracción a temperatura ambiente presenta una menor cantidad de aceite, pero con mayor cantidad de vitaminas y fitoesteroles. Gracias a este método el aceite es más rico en sustancias activas, por lo general los aceites obtenidos en frío son más recomendados por la cantidad de nutrientes presentes.

2.8.3.1. Tipos de prensa

- **Prensa mecánica o prensadora:** Es la máquina que, a través de un volante de inercia, acumula energía y la transmite por vía mecánica o neumática a una matriz estas prensas, permiten realizar el proceso conocido troquelación (la realización de agujeros en metales, plásticos, cartones u otros materiales). (Santiana Andres, 2014)
- **Prensa neumática:** Son controladas por la manipulación de aire a presión. El aire es forzado en un tubo que se llena con el aire y se aplica la presión que hace que la prensa se desplace hacia abajo. Una vez que el recorrido de la prensa está terminado, el aire se evacua a través de válvulas, resortes mecánicos y hacen que la bomba se mueva de nuevo hacia arriba. (N. El and P., 2015)
- **Prensa hidráulica:** Es una máquina que consta de vasos comunicantes que son impulsados por pistones de distintas áreas que mediante pequeñas fuerzas podemos obtener mayores fuerzas para poder levantar pesos muy grandes con una fuerza

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

pequeña. Los pistones son componentes hidráulicos que necesitan de líquido hidráulico para su funcionamiento requerido lo que conjuntamente hacen funcionar a la prensa por medio de motores donde se transforma la energía mecánica en energía hidráulica. Las prensas tienen mucha utilidad en industrias, mecánicas, etc. Por su fácil utilización para realizar trabajos que no puede hacer la mano del hombre, la prensa permite trabajar sobre distintos materiales sea en frío o caliente para cualquier operación donde se requiere una gran presión.

Tienen capacidad de producción y trabajo más rápido, por eso en la actualidad existe la preferencia de dicha prensa. Esto es debido que las prensas hidráulicas son más rápidas y confiables por el avance tecnológico que existe hoy en día como motores más eficientes, bombas, mangueras, etc. (Santiana Andres, 2014)

Tabla 11:

Ventajas y desventajas de la obtención del aceite por presión o solventes

	Presión	Solventes
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> *Menor costo de operación *Menor complejidad de los equipos *Menor grado de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> *Aplicable en la obtención de productos ampliamente refinados *Aplicable para materias primas con poco contenido de aceite
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> *Productos de menor concentración *No se puede aplicar en la extracción de productos muy refinados *No aplicable a materias primas con escaso contenido de aceites. 	<ul style="list-style-type: none"> *Costos de operación elevados *Procesos altamente contaminantes.

Fuente: Basada en varias fuentes

2.9. VITAMINAS

Funcionan las vitaminas en el organismo como coenzimas (parte activa de los sistemas enzimáticos) que catalizan reacciones anabólicas y catabólicas del organismo, necesarias para producir energía, sintetizar componentes de los tejidos, hormonas y otros reguladores químicos; así como también en procesos de desintoxicación y degradación de residuos y toxinas. Intervienen en el crecimiento, reproducción y otras actividades vitales de organismo vivo.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Se las suele clasificar en dos grupos, de acuerdo con su solubilidad, estos grupos son:

- Liposolubles o solubles en grasa e insolubles en agua. Comprende las vitaminas: A, D, K y E.
- Hidrosolubles o solubles en agua e insolubles en grasas, estas son las vitaminas C y B. Comprende el llamado grupo de las vitaminas B: tiamina o B1, riboflavina o B2, piridoxina o B6, ácido nicotínico y nicotinamida o niacina. (Dr. Montes, 1993)

Los aceites y grasas sirven de vehículo para las vitaminas liposolubles, A, D y E, en la absorción. (Dr. Montes, 1993)

2.10. RESISTENCIA DE MATERIALES

La resistencia de materiales es considerada como la estática de los cuerpos deformados o elásticos. La magnitud de la fuerza de compresión ejercida sobre la muestra que corresponda dependerá de la rigidez relativa.

Tanto la resistencia como la rigidez de una pieza estructural, son función de sus dimensiones de la forma y de ciertas propiedades físicas del material del que está constituido. Estas propiedades físicas de los materiales están generalmente determinadas por el estudio experimental de su comportamiento en una máquina de ensayo.

El estudio de la resistencia de materiales tiene por objeto predecir precisamente de qué modo influirán estas propiedades geométricas y físicas de la estructura en su comportamiento en las condiciones de servicio. (Timoshenko & D.H. Young, 1979)

Donde:

\dot{P} = carga externa (Kg)

F = fuerza de carga

A = área de sección donde se ejerce la fuerza (cm)

σ = energía superficial por unidad de área o tensión superficial (Kg/cm²)

S = esfuerzo total, fluencia o resultante de tensiones

n = coeficiente o factor de seguridad

$$S = \sigma * A = \dot{P}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{F}{A}$$

2.10.1. Fluencia

El límite de fluencia sucede cuando el material pierde su rigidez y puede romperse más o menos libremente debido a la deformación permanente que han alcanzado la condición plástica, entonces se ha llegado a la carga límite.

2.10.2. Fatiga bajo condiciones combinadas

En los problemas prácticos se encuentra casos de tensión combinada y es importante reconocer la resistencia y la fatiga de varios materiales dúctiles. Para tal análisis se basa en la teoría de energía de máxima distorsión y la teoría de máximo esfuerzo cortante, como también está relacionado con el análisis de la teoría de energía de máxima distorsión a la fatiga con la energía de tracción biaxial y compresión. (Timoshenko & D.H. Young, 1979)

$$\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2 = \sigma_E = \left(\frac{S}{n}\right)^2$$

2.11. ESCALAMIENTO

El concepto de escalamiento parte de la propia definición de medición. Medir es asignar números a las propiedades de los objetos u operaciones, de acuerdo con ciertos criterios y reglas. El escalamiento es el proceso mediante el cual se desarrollan los criterios y las reglas de asignación numérica que determinan las unidades de medida significativas para llevar de un tamaño dado a otro tamaño, ya sea de un tamaño mayor o menor para una operación u objeto. Por lo consiguiente el escalar un proceso o equipo es convertirlo de su escala de investigación (laboratorio o piloto) a escala industrial (producción). (Anaya A. & Pedroza H., 2008)

2.11.1. Diseño

Es el punto de partida para crear las maquinas industriales, etapa en la que se toma en cuenta ciertas características y factores, como el uso para poder generar el diseño.

- Funcionalidad (la maquina debe cumplir con un objetivo).

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- Seguridad (cada componente debe ser seguro).
- Eficiencia (no debe presentar problemas durante su funcionamiento).
- Útil (debe cumplir un objetivo específico).
- Comercializable (debe ser una maquina demanda).

Todo esto con el fin de crear un prototipo que pueda cumplir los requisitos y especificaciones para poder satisfacer dicha necesidad. (FASER)

2.11.2. Escalamiento por similitud

Hace referencia a la relación de procesos físicos y químicos. El cual está relacionado con sistemas compuestos por cuerpos sólidos y fluidos, en donde se llevan a cabo transferencias de materia y energía. Siendo de interés 4 tipos de similitudes (Anaya A. & Pedroza H., 2008):

- **Similitud geométrica:** Se define considerando dos cuerpos sólidos, provistos de tres ejes imaginarios en el espacio, donde la relación lineal L es constante. Dos cuerpos son geoméricamente similares cuando para todo punto en el primer cuerpo existe un punto en el segundo.
- **Similitud mecánica:** Comprende a la similitud estática, cinemática y dinámica, se puede considerar como una extensión de sistemas fijos o en movimiento, sujetos a las fuerzas externas o internas.
- **Similitud térmica:** Involucra a los sistemas que presenta flujo de calor por que se introduce la dimensión temperatura, longitud, fuerza y tiempo.
- **Similitud química:** Está relacionada con sistemas que presentan reacciones químicas donde la composición varía de un punto a otro, ya sea por procesos intermitentes o continuos, en diferentes instantes.

2.12. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Con la operacionalización se pretende identificar los elementos y datos empíricos que expresen y especifiquen el fenómeno en cuestión. (Morales Maldonado, 2023)

Tabla 12:*Operacionalización de variables*

Objetivo	Variable	Sub-Variable Dimensiones	Indicadores
Extracción del aceite de uva Cabernet	Factores que afecten en su obtención	Temperatura óptima para la obtención del aceite (°C)	Se usará una estufa para el secado. El armado del equipo Soxhlet tendrá un termómetro de mercurio inmerso hasta el centro del balón.
		Tiempo adecuado de trabajo (minutos)	Se usará el cronometro del celular.
		Número de reflujos	Se contará cada reflujos.

Fuente: Basado en la información recolectada.

2.13. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es una técnica estadística, a su vez es la ciencia de recolección, clasificación descripción e interpretación de datos numéricos y no numéricos. (Barrera, 2019)

2.13.1. Tipos de datos

Los datos son la materia prima de la estadística, sin estos insumos no existe ningún análisis estadístico, estos datos pueden ser:

- **Cualitativa:** Son mediciones que no pueden medirse en una escala numérica natural.
- **Cuantitativa:** Proporcionar medidas numéricas de los individuos. (Barrera, 2019)

2.13.2. Distinguir entre variables y datos

- La variable es aquello que estamos observando y por lo que estamos haciendo la investigación. El dato es la respuesta que proporciona cada uno de los individuos de la población o de la muestra a la pregunta que se le está haciendo. (Barrera, 2019)

CAPÍTULO N°3

CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA



CAPÍTULO N°3

CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

Para desarrollar la determinación de las características que presenta la materia prima, se describe a continuación la metodología a emplear y posteriormente los resultados obtenidos en base a la metodología.

3.1. MARCO METODOLÓGICO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

3.1.1. Determinación de las características de la semilla

La materia prima que se usa proviene de residuos obtenidos en la fermentación del jugo de uva, por tal efecto el fruto fue analizado durante su maduración fisiológica y previamente antes de ser usada para la elaboración del vino, debido a que se debe contar con su respectivo análisis del índice de madurez o algún comprobante de que se encuentra completamente desarrollada antes de ser cosechada, debido a que es un factor muy importante para la vendimia y posterior elaboración del vino.

Debido a que el análisis del índice de madurez muestra que a medida que se desarrolla el fruto la acidez se reduce y los sólidos solubles incrementan. Esto es un indicador que refleja la madurez del fruto, como también se lo puede comprobar por el color y la forma de la piel o de la semilla, la cual se forma conforme se desarrolle el fruto.

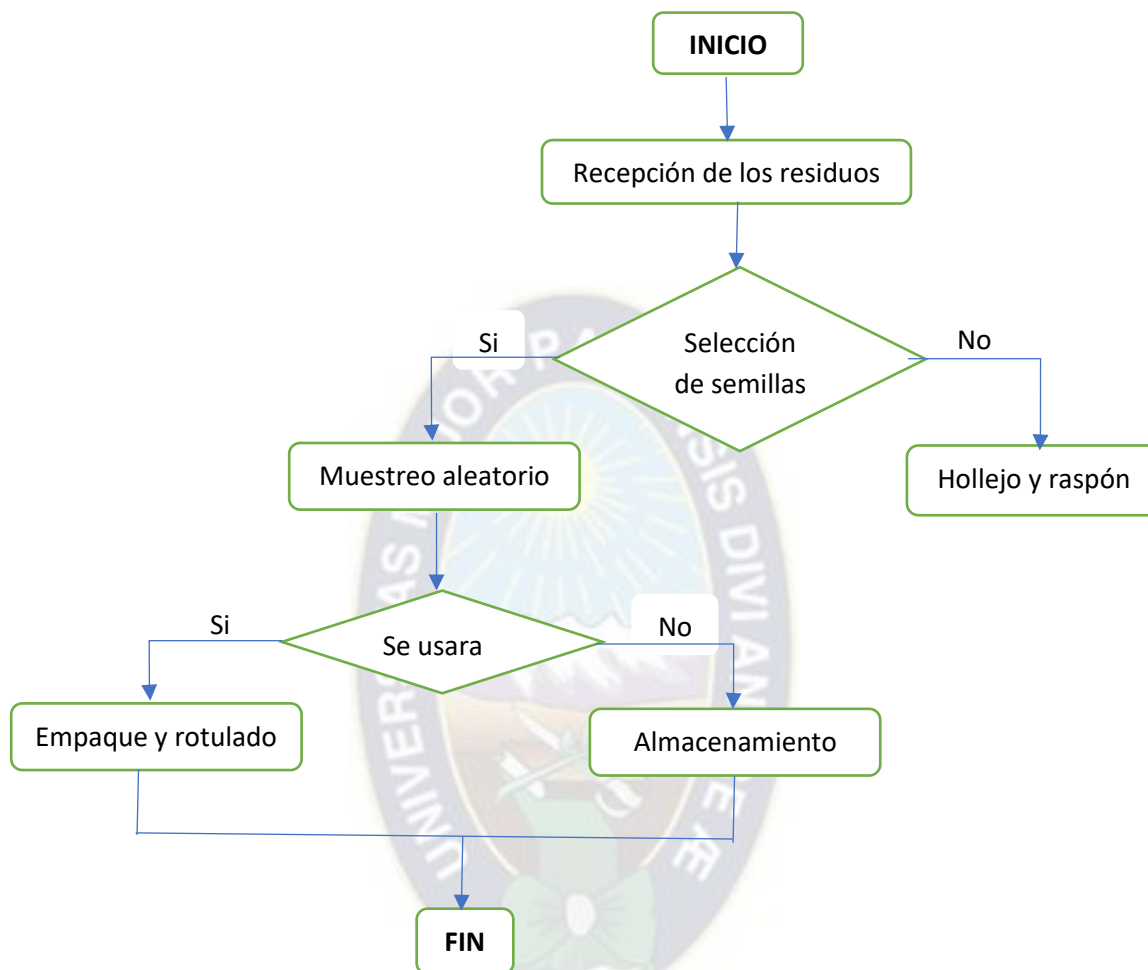
Es por ello que no se determina el índice de madurez de la uva, pero se la aprecia en la semilla. Por lo tanto, para la determinación de las características que presenta la semilla de uva cabernet se realizará pruebas adecuadas para el presente proyecto.

3.1.1.1. Recepción de los residuos del vino.

Los residuos recolectados posterior a la elaboración del vino provienen de la vendimia del 2022 (comienzo de abril) del valle central de Tarija, del municipio de Cercado el cual forma parte del Cañón de los Citis. Posterior a la recolección de la materia prima, se prosigue con una selección y muestreo de las semillas, tal efecto sigue la NB/ISO 948:2007 (Norma Boliviana, 2007), la cual se adapta el procedimiento en la **Figura 5**.

Figura 5:

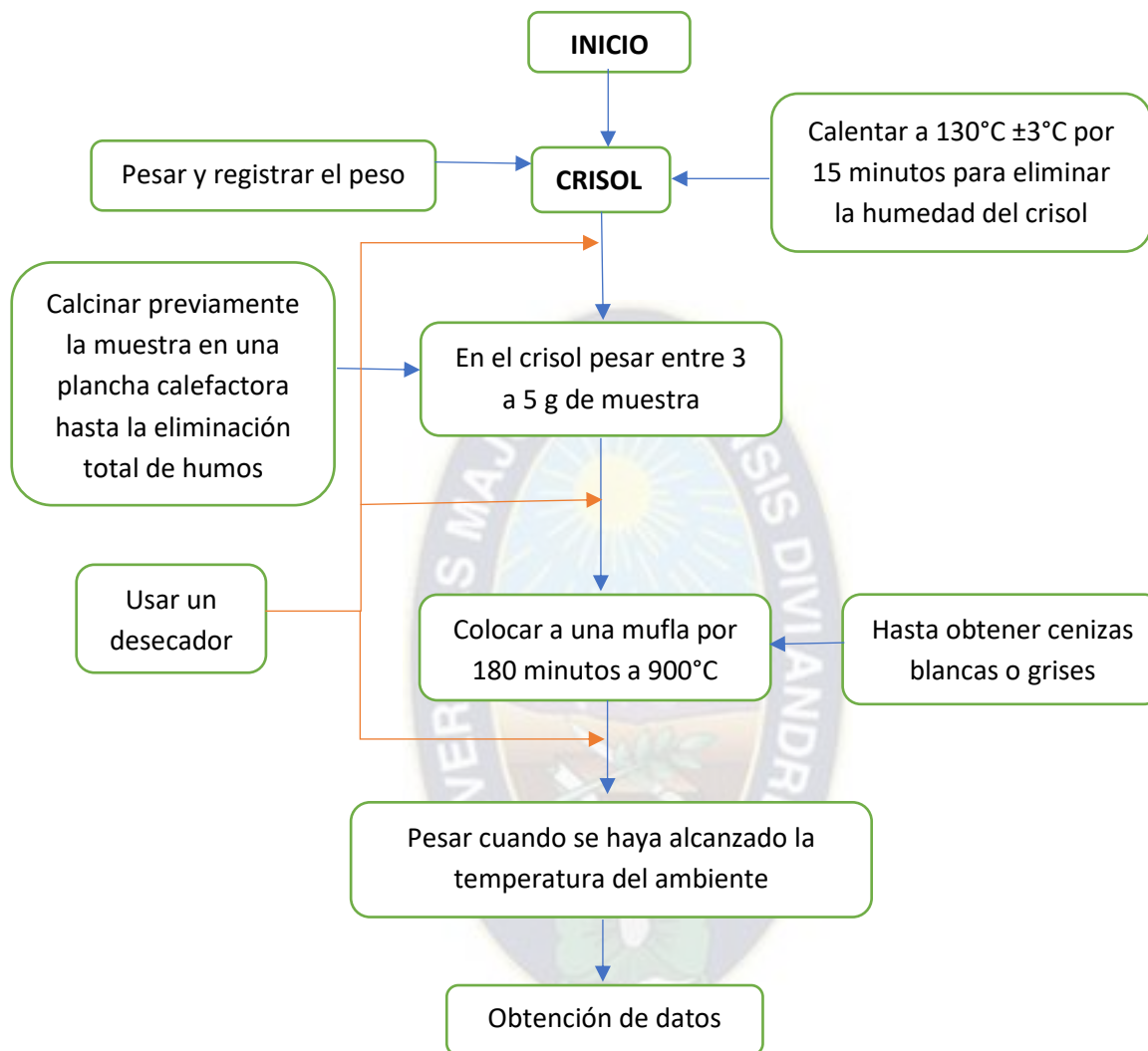
Procedimiento para la selección y muestreo de las semillas



Fuente: Basado en la información recolectada de la NB/ISO 948:2007

3.1.2. Determinación de cenizas

La determinación de la cantidad de cenizas que contiene la semilla de uva, se lo realiza con el fin de tener un parámetro que estime la cantidad total de minerales presentes en la muestra (Farid & Neda, 2014), para tal efecto se sigue la Norma Boliviana de Residuos Sólidos para la determinación de Cenizas “NB-746”, la cual se adapta al procedimiento que se muestra en la **Figura 6**.

Figura 6:*Procedimiento para la determinación de cenizas**Fuente: Basada en la información recolectada de la NB-746*

Para los cálculos respectivos se usa la fórmula descrita en la NB-746, que se describe en los resultados.

3.1.3. Determinación de la presencia de compuestos fenólicos

El poder determinar la existencia de los compuestos fenólico en la semilla de uva cabernet es para confirmar su presencia a pesar que las semillas pasaron por una fermentación en la elaboración del vino, por tal razón se lo analiza antes de que se desarrolle el proceso para la obtención del aceite. Para este fin se usará como referencia una capsula que contenga los

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

compuestos fenólicos y en base a la referencia se realizará esta identificación mediante la cromatografía de capa fina en la placa TLC.

3.1.4. Determinación de vitaminas

La determinación de vitaminas se lo realiza para verificar si la semilla contiene algunos de estos micronutrientes, debido a que es un indicador en los ácidos grasos para poder afirmar que su existencia en el aceite prolongaría su tiempo de vida considerablemente, de tal forma que su oxidación decrecería. Por tal motivo se analiza su existencia, mediante la cromatografía de capa fina en placa TLC, para tal efecto se usará pastillas compradas en la farmacia como referencia.

3.2. RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

3.2.1. Recepción de los residuos del vino

Como se puede ver en la **Tabla 13**, los residuos posteriores a la elaboración del vino es un comprimido que contiene un aglomerado de semilla, hollejo y raspón. Se aclara que la merma que se aprecia es del residuo proveniente del vino blanco, debido a que la uva Moscatel madura antes que la uva Cabernet, por tal razón el primer residuo que llega es de la uva Moscatel en la que se ve conveniente que los demás residuos provenientes del departamento de Tarija sean con menor contenido de hollejo y raspón, con el fin de evitar la degradación de los residuos de uva Cabernet.

La muestra obtenida de residuos de uva Moscatel fue la prueba con la que se analiza los inconvenientes que podría presentar la llegada de la muestra de estudio, estos residuos provienen del vino tinto obtenido a partir de la uva Cabernet el cual se usa para posteriores pruebas.

Posterior a la llegada de los residuos de uva Cabernet se realiza la selección y muestreo de las semillas que se usara.

Tabla 13:*Residuos obtenidos del vino*

MERMA (SEMILLAS, HOLLEJO Y RASPÓN)	SELECCIÓN Y MUESTREO DE LA SEMILLA DE UVA CABERNET Y DE LA UVA MOSCATEL	
	 Semilla Cabernet	 Semilla Moscatel

Fuente: Información obtenida en la elaboración del proyecto.

3.2.2. Determinación de cenizas

Es en base a la Norma Boliviana “NB-746”, por lo que se verifica que el resultado obtenido es de color blanco y gris, tal como se aprecia en la **Figura 7**.

Cabe considerar que el resultado obtenido del porcentaje de cenizas a partir de las semillas de uva cabernet, llega a estar dentro del parámetro de otras fuentes bibliográficas respecto a los porcentajes obtenidos en las investigaciones donde hacen referencia a la cantidad de cenizas que encontraron en las semillas de uva.

Por lo cual el porcentaje de ceniza obtenido en la **Tabla 14** está dentro de los límites encontrados en Perú (Gilvonio, Luna, & Rios, 2017), donde hace referencia que la ceniza de semilla de uva se encuentra entre el 1 al 4 % y también se debe señalar que se encuentra por encima de los rangos obtenidos en México (Juarez Trujillo, 2017), donde indica que obtuvieron 1,43% de cenizas en la semilla de uva silvestre.

Por consiguiente, se confirma que los resultados obtenidos se encuentran dentro y por encima de los parámetros bibliográficos ya mencionados anteriormente.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Figura 7:

Resultados obtenidos de la metodología para la obtención de cenizas.



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto a través de la NB-746

Para obtener los resultados de la **Figura 7** se trabajó en base y por encima de los parámetros que brinda la Norma Boliviana de cenizas.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Donde:

PC= peso del crisol en gramos

CM= peso de la muestra en gramos

PF= peso de la capsula + cenizas

$$\% \text{ de cenizas totales} = \frac{PF - PC}{CM} * 100\%$$

Tabla 14:

Resultados obtenidos de la cantidad de ceniza presente en la semilla de uva

PF	PC	CM	Ceniza	% de cenizas totales
15,230	15,200	3,110	0,061	1,962
12,840	12,800	3,090	0,063	2,051
12,990	12,950	3,070	0,068	2,222
12,660	12,620	3,080	0,065	2,105
Promedio de cenizas totales				2,085

Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del presente proyecto a través de la NB-746

Se aclara que para obtener los resultados que se describen en la **Tabla 14** fueron pruebas que duraron más de un día y hay una gran probabilidad que en el transcurso de su realización se perdiera una gran cantidad de cenizas.

3.2.3. Determinación de compuestos fenólicos por maceración en alcohol.

Al determinar la existencia de compuestos fenólicos en la materia prima, se lo hace en el macerado hidroalcohólico donde se obtuvo 0,75gr por cada 20 ml del macerado y concluyendo de esta forma se obtiene aproximadamente 13,94 % de la materia sólida posterior al macerado.

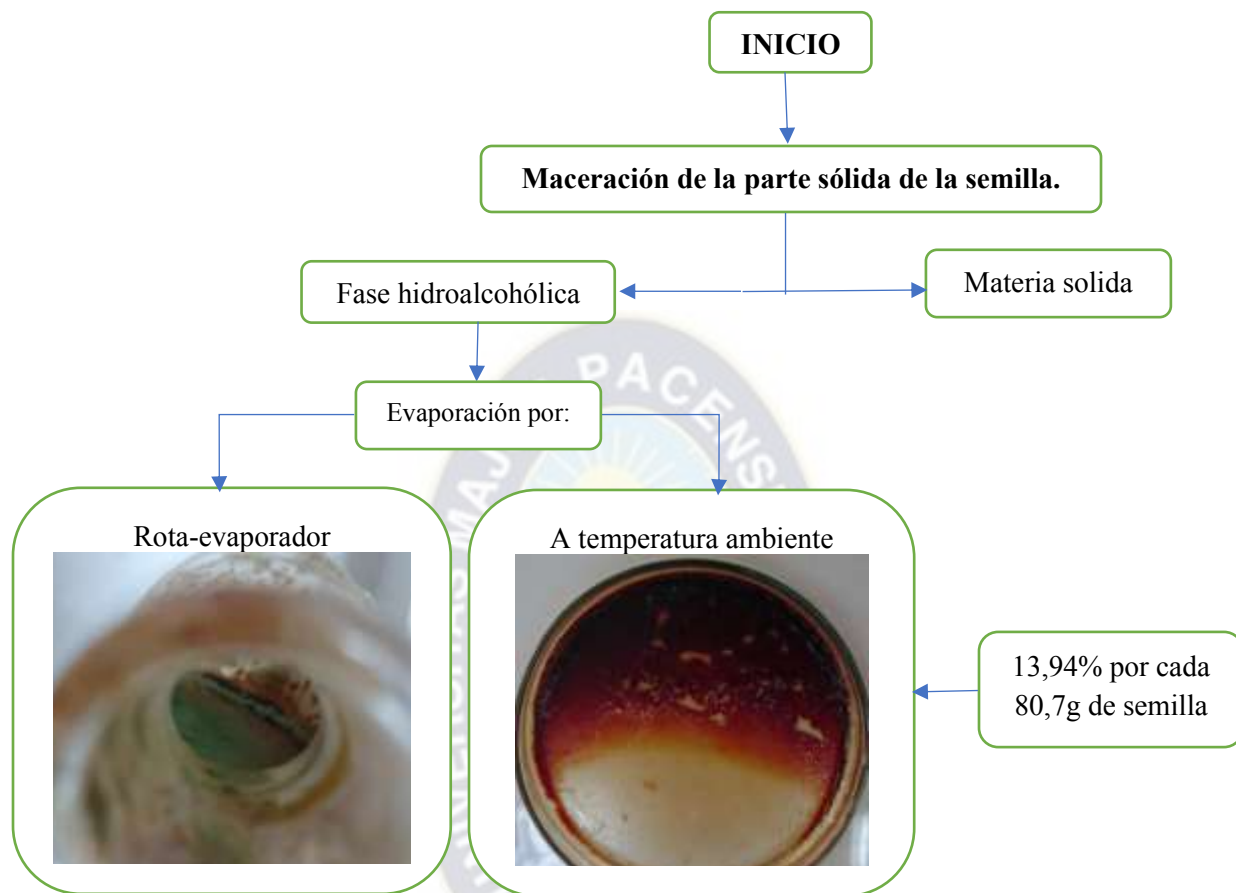
Para tal afirmación de lo expuesto anteriormente, la concentración de la fase hidroalcohólica del macerado se lo realiza mediante la evaporación al medio ambiente y como también se usa el rota-evaporador, para tal efecto se ve el proceso en la **Figura 8**.

Posterior a la concentración de la fase hidroalcohólica se realiza la determinación de la existencia de los compuestos fenólicos encontrados mediante la cromatografía de capa fina donde se puede observar que el revelado con cloruro férrico da positivo, comprobando la existencia de compuestos fenólicos que se observa en la **Figura 9**.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Figura 8:

Determinación de compuestos fenólicos en la fase hidroalcohólica del macerado



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

Figura 9:

Resultados obtenidos respecto de los compuestos fenólicos



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

3.2.4. Determinación de azúcares

La determinación de azúcares se lo realiza al comprobar que, a pesar de macerar las semillas en una fase hidroalcohólica, esta podría deteriorarse al usar el rota-evaporador y presentar colonias de mohos, por tal efecto se prosigue verificando si las semillas en su corteza contienen azúcares a pesar de estar limpias y de a ver sido maceradas.

Para tal efecto se realiza la prueba de Fehling para determinar azúcares reductores y de este modo demostrar la presencia de glucosa, así como para detectar derivados de esta tales como la sacarosa o la fructosa. Esto se puede evidenciar mediante el positivo que brinde el color posterior a la prueba, por lo cual si hay presencia de aldehídos se detecta el azúcar reductor con un tono rojo y en caso de la existencia de compuestos no reductores que contienen un grupo cetona el positivo para los monosacáridos es de color verdoso y para los disacáridos de color ladrillo. (Loren J., 2011)

Debe señalarse que la prueba de Fehling en el macerado da positivo, donde se puede confirmar la existencia en mayor proporción de monosacáridos por el tono verdoso y también se nota una menor cantidad de disacáridos por la poca presencia del tono ladrillo. Para tal efecto se realizó dos pruebas que se las puede verificar en la **Figura 10**.

Figura 10:

Resultados de la determinación de azúcares en el macerado de la semilla



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

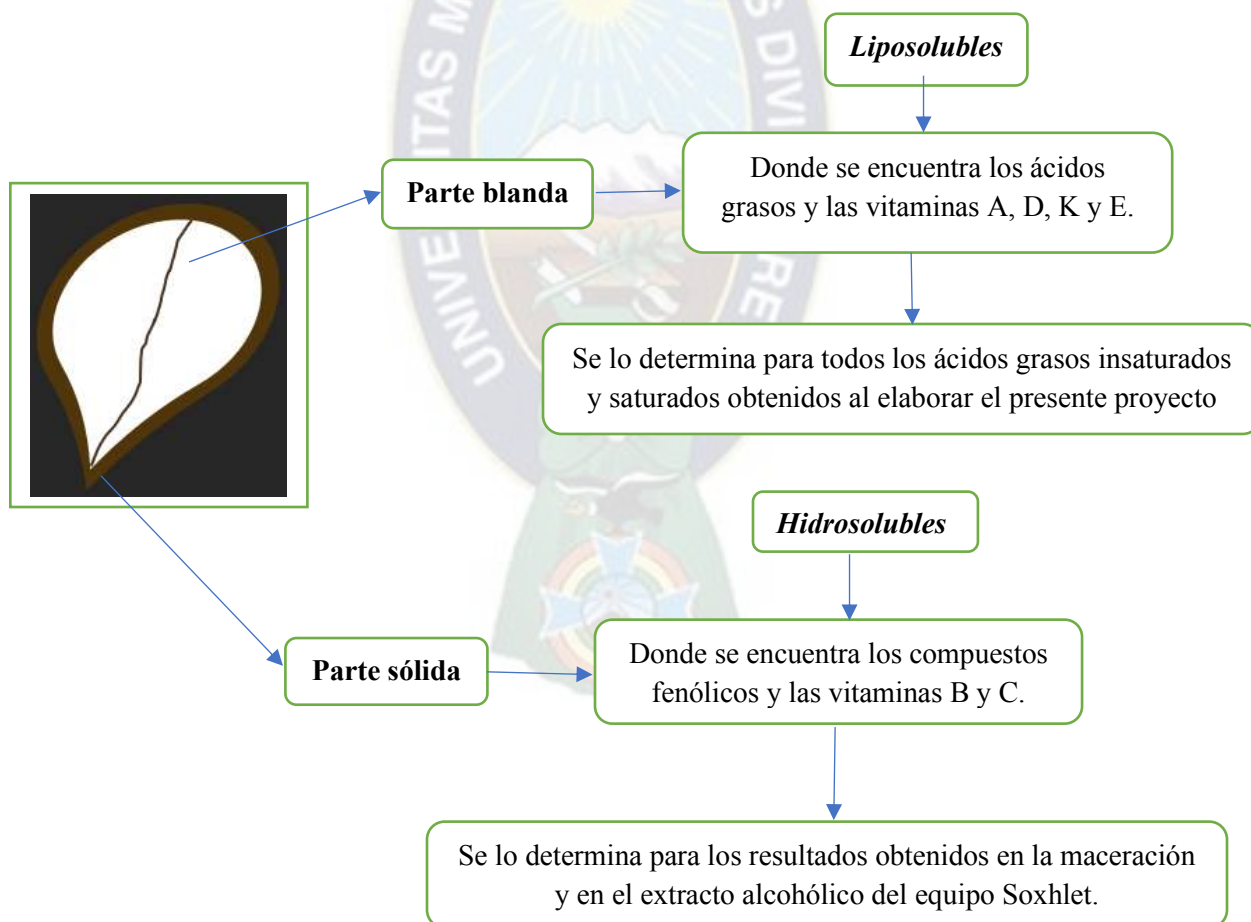
3.2.5. Determinación de vitaminas

La determinación de vitaminas es obtenida en la cromatografía de capa fina que se realiza en diferentes puntos del proceso, debido a la existencia de vitaminas hidrosolubles y liposolubles.

Para tal efecto se debe aclarar que se va analizar que vitaminas existe en la fase hidroalcohólica del macerado como un dato importante de la materia prima con la que se trabaja y a su vez también se lo analiza con mayor detalle más adelante posterior de obtener el aceite y sus residuos.

Figura 11:

Determinación de la existencia de vitaminas y compuestos fenólicos.



Fuente: Datos emergentes en la elaboración del proyecto

Los resultados obtenidos de la parte blanda y sólida se los explica mejor en los capítulos siguientes.

CAPÍTULO N°4

**DESARROLLO DEL
PROCESO Y
DETERMINACIÓN DE
CONDICIONES ÓPTIMAS
DE OPERACIÓN**

CAPÍTULO N°4

DESARROLLO DEL PROCESO Y DETERMINACIÓN DE CONDICIONES ÓPTIMAS DE OPERACIÓN

Para el desarrollo del proceso en la obtención y determinación de condiciones óptimas de operación, se describe a continuación la metodología a emplear y posteriormente los resultados obtenidos en base a la metodología planteada.

4.1. MARCO METODOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO EN LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE SEMILLAS DE UVA CABERNET

El desarrollo del proceso se lo analiza desde la limpieza con la que cuenta las semillas de uva cabernet y a su vez se describe si esta influye en los resultados. Para tal efecto se va describiendo de forma consecutiva cada método que se va realizar para la obtención del aceite y posterior se realiza la suma de todos los aceites obtenidos en cada proceso.

4.1.1. Determinación de ácidos grasos por prensado en frío posterior al secado

Se considera el tiempo y la temperatura de secado posterior de realizar el lavado de las semillas, para eliminar restos del agua que se impregna en la aglomeración de estas. Este análisis se lo realiza con el fin de verificar si existe alguna incidencia al obtener el aceite por prensado en frío posterior al secado.

4.1.2. Determinación de ácidos grasos por arrastre de vapor

Se examina las reacciones que se llegan a transformar posterior de someter las semillas a una temperatura elevada, también se tiene claro que este método es para obtener aceites esenciales por tal efecto se va analizar el resultado que se puede obtener por este método.

4.1.3. Determinación de ácidos grasos por extracción sólido y líquido en un Equipo Soxhlet

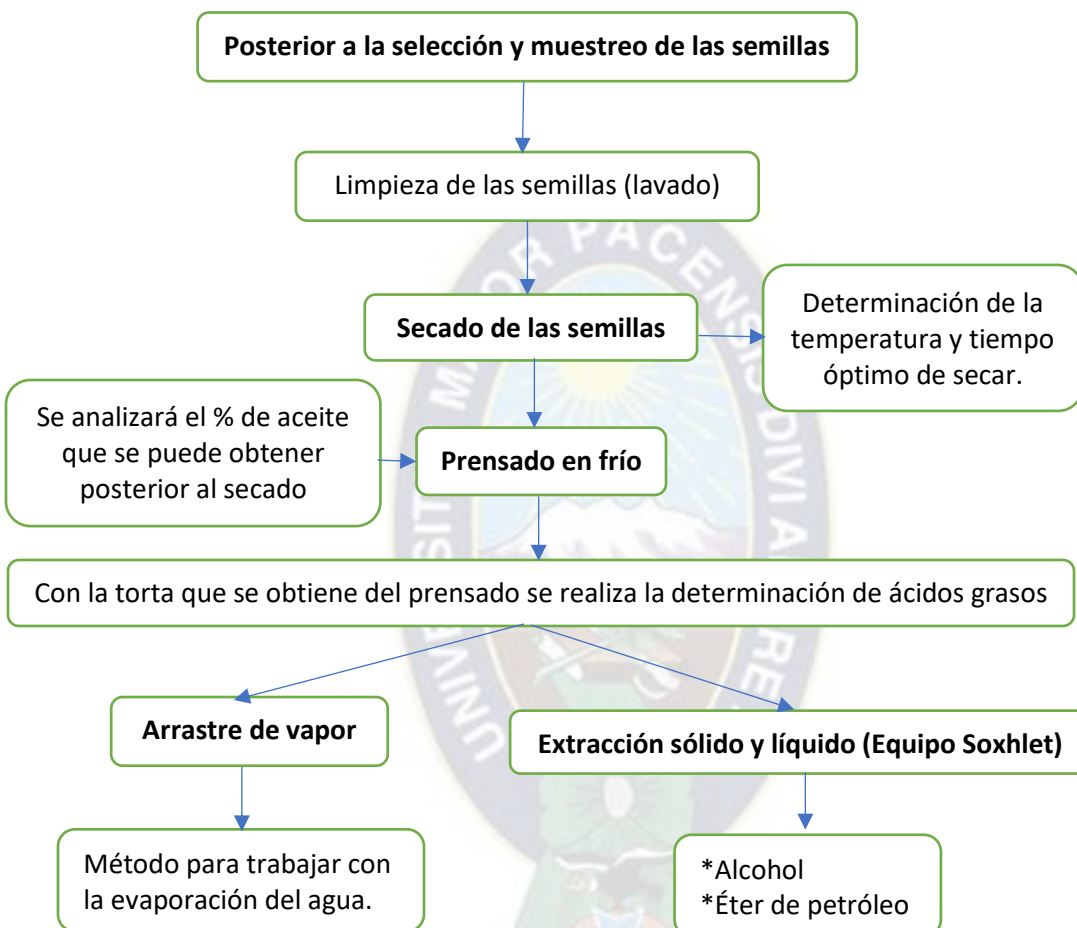
Para obtener un mayor porcentaje de aceite se pretende encontrar el solvente más adecuado para extraer los ácidos grasos que se puedan presentar, por lo tanto, se usa el alcohol y el éter de petróleo que es obtenido del destilado de la gasolina. Este análisis se lo realiza con

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

el fin de comprobar con que solvente es más adecuado para extraer el aceite y a su vez sea económicamente factible.

Figura 12:

Metodología para obtener el aceite



Fuente: Información realizada en el proyecto

4.2. MARCO METODOLÓGICO PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES ÓPTIMAS DE OPERACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Para tal estudio se analizará cada proceso con el fin de obtener la mayor cantidad de ácidos grasos, con el fin de identificar y seleccionar las variables que influyen en el proceso de extracción. Para tal efecto se hace pruebas preliminares que permitan identificar las variables independientes de mayor influencia en la variable dependiente, posterior a encontrar los límites de la variable independiente se prosigue con el diseño experimental como herramienta para determinar las mejores condiciones de operación y su interacción.

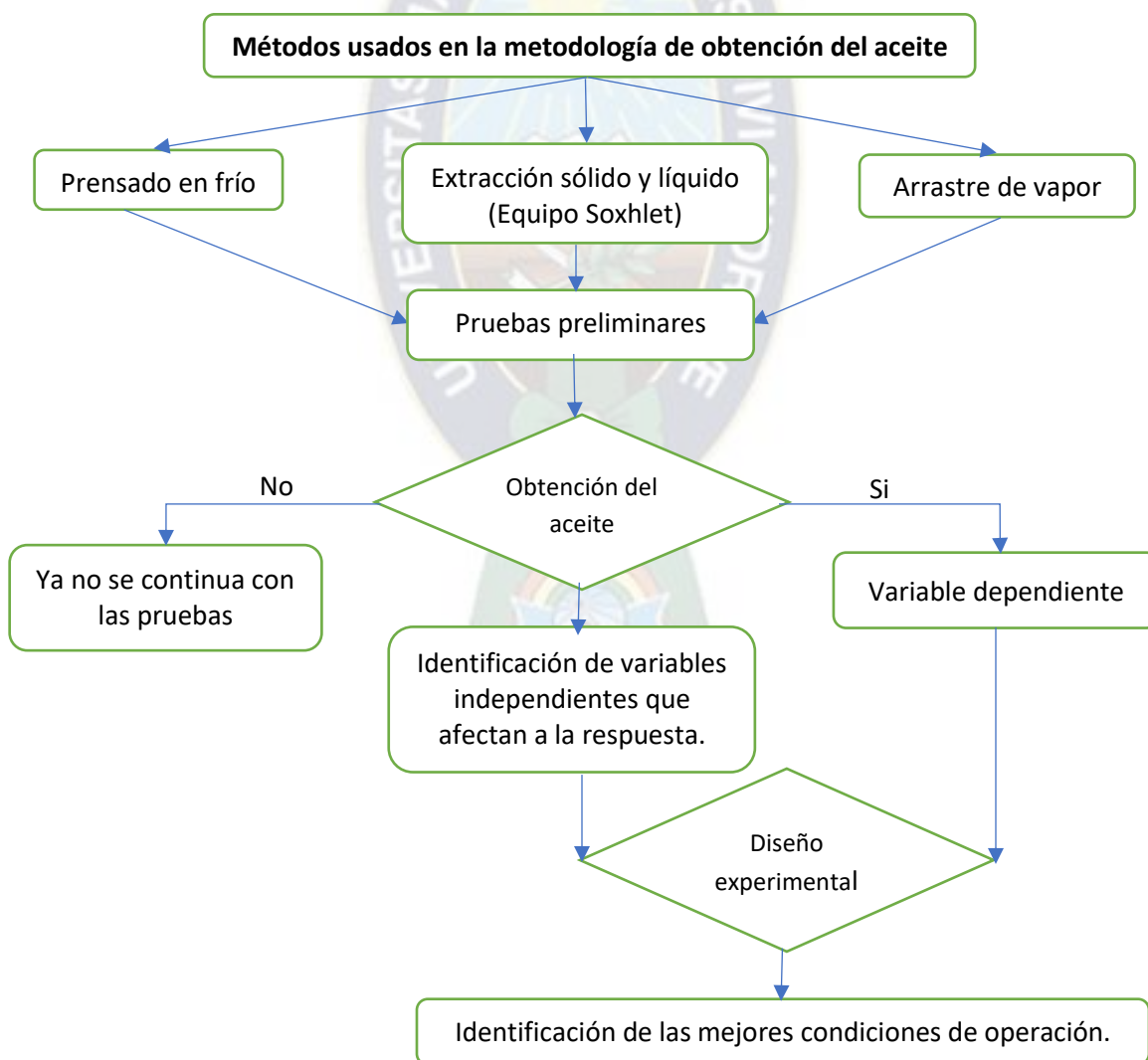
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Otro punto que se debe tener establecido es el objetivo de la investigación, para crear una lista de la información que se pueda recabar, donde las variables obtenidas son las características requeridas en todo el proceso. Para tal efecto se toma en cuenta el tipo de dato con el que se cuenta para ver si se va trabajar con datos de tipo cualitativo o cuantitativo, todo esto es posible si se analiza con detalle los resultados obtenidos. (Barrera, 2019)

Cabe considerar que los métodos realizados en la metodología de la obtención del aceite brindan resultados cualitativos y posteriormente cada método se lo estudia por separado, con el fin de realizar un diseño experimental con los datos cuantitativos.

Figura 13:

Puntos donde se identifica y selecciona las variables que influyen en el proceso



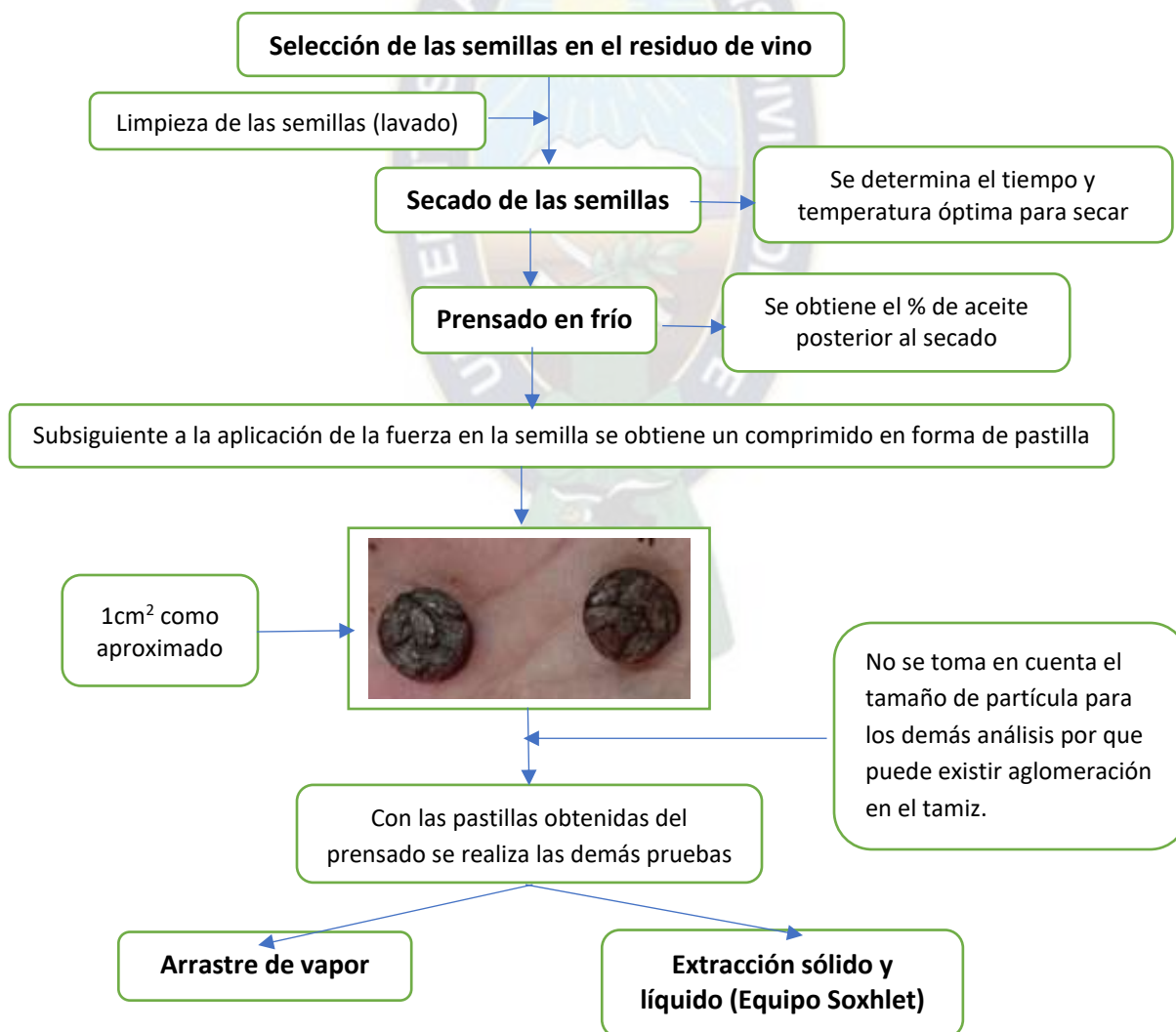
Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto.

4.3. RESULTADOS DEL PROCESO EN LA OBTENCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLAS DE UVA

La materia prima posterior de seleccionar las semillas se las lavo debido a que contenían rastros de la fermentación del jugo de uva con residuos del hollejo o raspón. Subsiguiente al lavado se notó que entre las semillas se quedaba restos del agua, por tal efecto se las somete a un secado donde se analiza el tiempo y temperatura adecuada para secar, este análisis se hace con el fin de no incidir de forma negativa en la semilla y poder evitar que el producto obtenido después del secado se deteriore con el tiempo.

Figura 14:

Proceso llevado a cabo para la obtención del aceite de semilla de uva



Fuente: Datos emergentes en la elaboración del proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Por lo tanto, se analiza la influencia que tiene el secado en la obtención del aceite por prensado en frío, posterior a obtener las pastillas de las semillas de uva Cabernet se continuara analizando de forma separada cada método, para tal efecto ver la **Figura 14**.

4.3.1. Obtención del aceite por prensado en frío

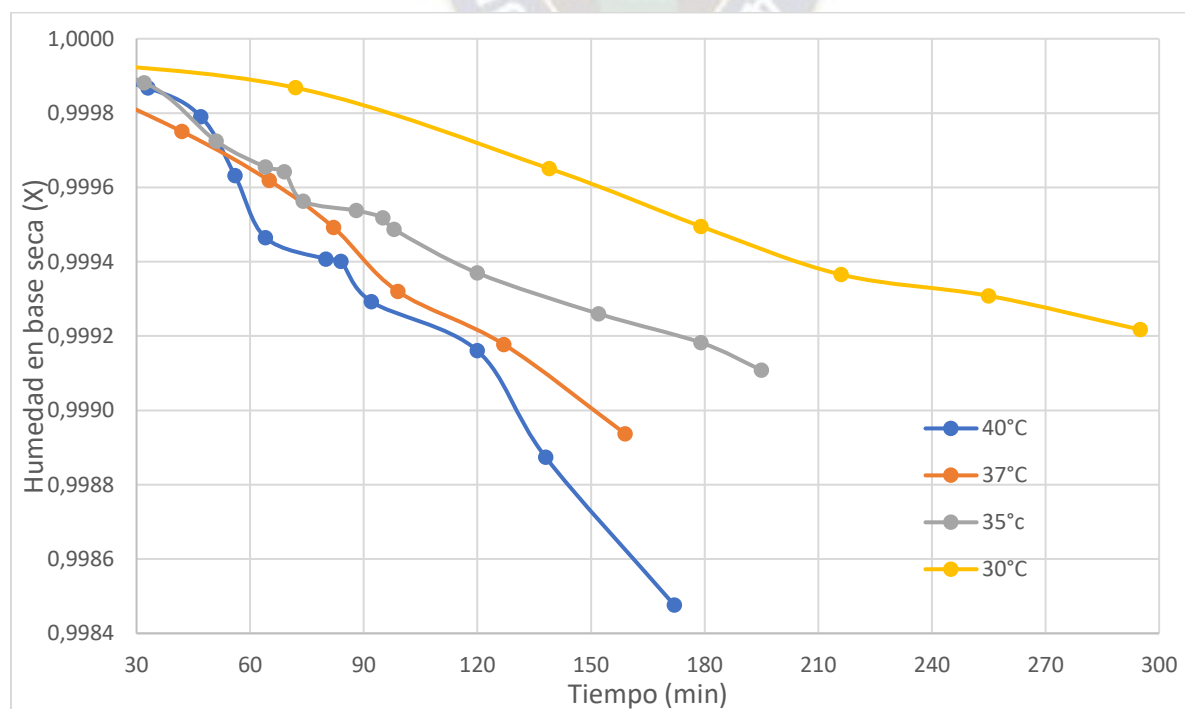
En efecto se encuentra restos de agua posterior al lavado en la aglomeración de las semillas, por lo cual se analiza diferentes rangos de tiempo y temperatura para posteriormente obtener los parámetros adecuados para secar los restos de agua en la superficie de las semillas y subsiguientemente se examina la fuerza óptima que se debe ejercer en el prensado, todo esto con el fin de encontrar un buen resultado.

4.3.1.1. Secado

Las semillas se introducen en una estufa que posee un sensor sensible y precisó a cualquier cambio, todo esto con el fin de obtener datos coherentes en la repetición de cada punto que se realiza.

Figura 15:

Análisis de la humedad en base seca para diferentes temperaturas



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Las pruebas que se demuestran en la **Figura 15** fueron obtenidas en las mismas condiciones de trabajo y con igual cantidad de semillas. Por lo tanto, para cada punto se realizó repeticiones en las que se obtiene resultados similares, es por ello que se lo demuestra en el **Anexo B**.

Se puede ver que a medida que la temperatura va en ascenso, la humedad en base seca va disminuyendo conforme pasa el tiempo, tal es el caso que se nota que al trabajar a una temperatura que oscila entre los 30°C no presenta un descenso trascendental al transcurrir el tiempo, a su vez la humedad en base seca desciende de forma moderada y no así como pasa con las demás temperaturas que a medida que aumenta el tiempo disminuye de forma proporcional la humedad en base seca, con lo cual se representa no solo la evaporación del agua con la que se realizó la limpieza, sino que también se llegaría a evaporar el agua de la semilla hasta que sus ácidos grasos se transformen al ser sometidos a una temperatura elevada por largos tiempos.

Por lo tanto, si se desea secar las semillas de uva lo más recomendable es realizarlo como máximo hasta los 30°C por unos 30 minutos como límite superior, debido a que este resultado marca el inicio de la **Figura 15** donde se demuestra la incidencia de la humedad en base seca con el tiempo y la temperatura, a su vez se puede notar que los puntos descritos anteriormente si se los analiza consecutivamente con el prensado en frío existe una transformación de ácidos grasos insaturados a saturados, para tal efecto primeramente se estudia la fuerza máxima de trabajo para obtener aceite por prensado en condiciones extremas.

4.3.1.2. Prensado en frío

Subsiguiente para hallar la fuerza necesaria en la obtención del aceite se toma en cuenta el secado de las semillas a una temperatura alrededor de los 20°C (temperatura ambiente) y el otro límite en el que se llega a secar las semillas de uva es a una temperatura mayor a los 40 °C. Por lo tanto, se cuenta con los dos límites de temperatura para obtener la fuerza adecuada con la que se debe obtener los ácidos grasos.

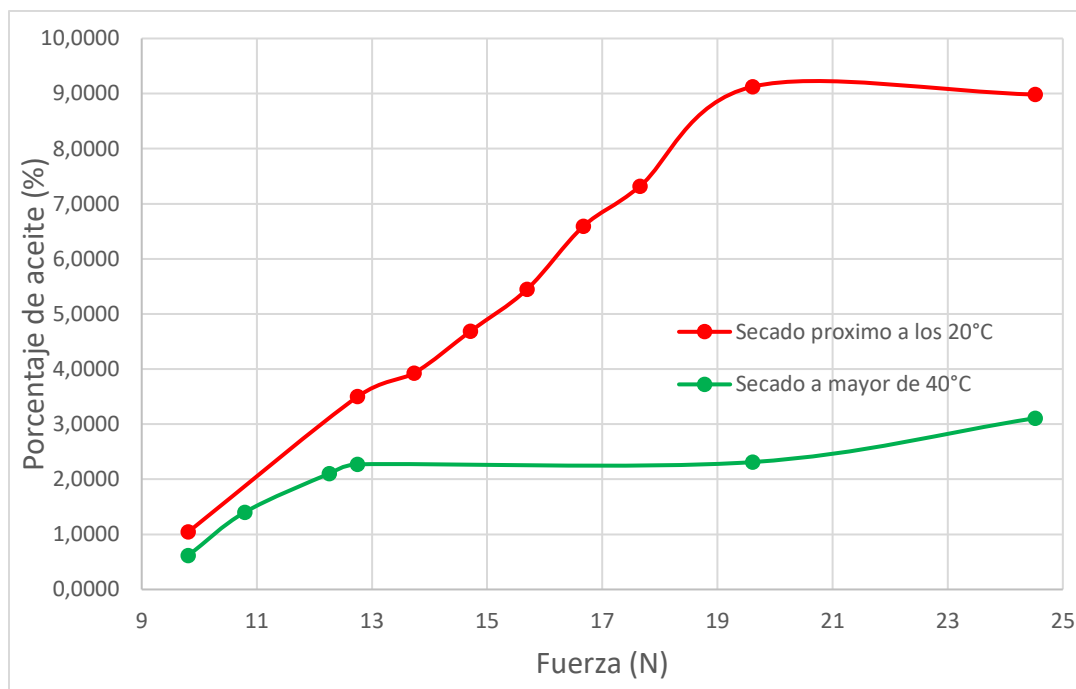
Este proceso se lo realiza para obtener una fuerza optima y a su vez poder encontrar el porcentaje máximo de aceite que se puede recuperar por prensado, para tal propósito los

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

resultados obtenidos se los observa en la **Figura 16**. Aclarando que al secar las semillas de uva a temperatura ambiente se logra el porcentaje más óptimo de aceite y al trabajar por encima de los 40°C los ácidos grasos insaturados se transforman a una velocidad rápida en ácidos grasos saturados, de tal forma que la materia cambia.

Figura 16:

Análisis de la fuerza óptima para la obtención del aceite.



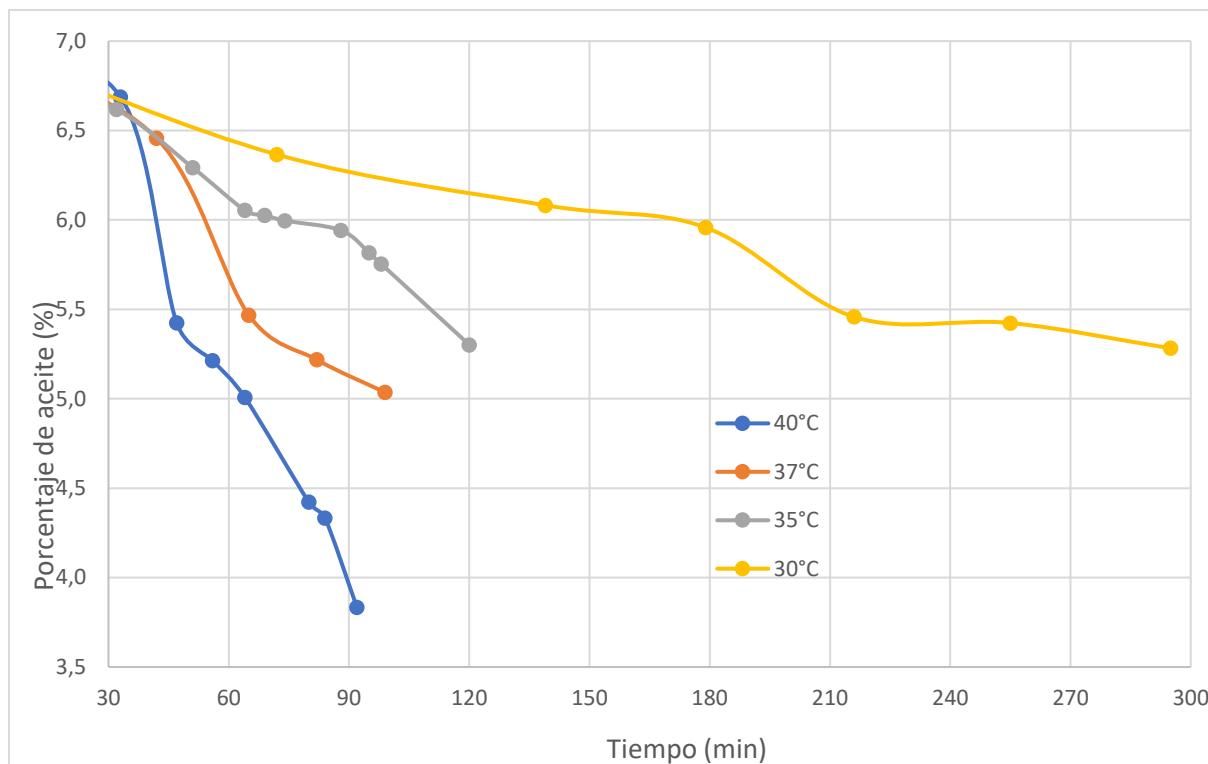
Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

Se observa que la fuerza requerida para obtener un mayor porcentaje de aceite está aproximadamente entre los 18(N) a 21(N) y que posterior a esto la fuerza que se vaya a ejercer no tendrá una incidencia notoria en la obtención del aceite.

Cabe resaltar que al secar las semillas de uva a una temperatura ambiente se obtiene un mayor porcentaje de aceite por que se evapora el agua del lavado, a su vez si se usa una estufa y se seca las semillas por encima de los 20°C se lo debe realizar por 30 minutos como límite máximo debido a que si se pasa este tiempo se evapora el agua de la semilla, por lo cual a partir de este punto se puede analizar la humedad en base seca y la cantidad de aceite que se pierde al aumentar la temperatura con el tiempo, para tal efecto se puede observar la **Figura 17** donde se detalla el porcentaje de aceite obtenido posterior al secado.

Figura 17:

Porcentaje de aceite posterior al secado a diferentes temperaturas

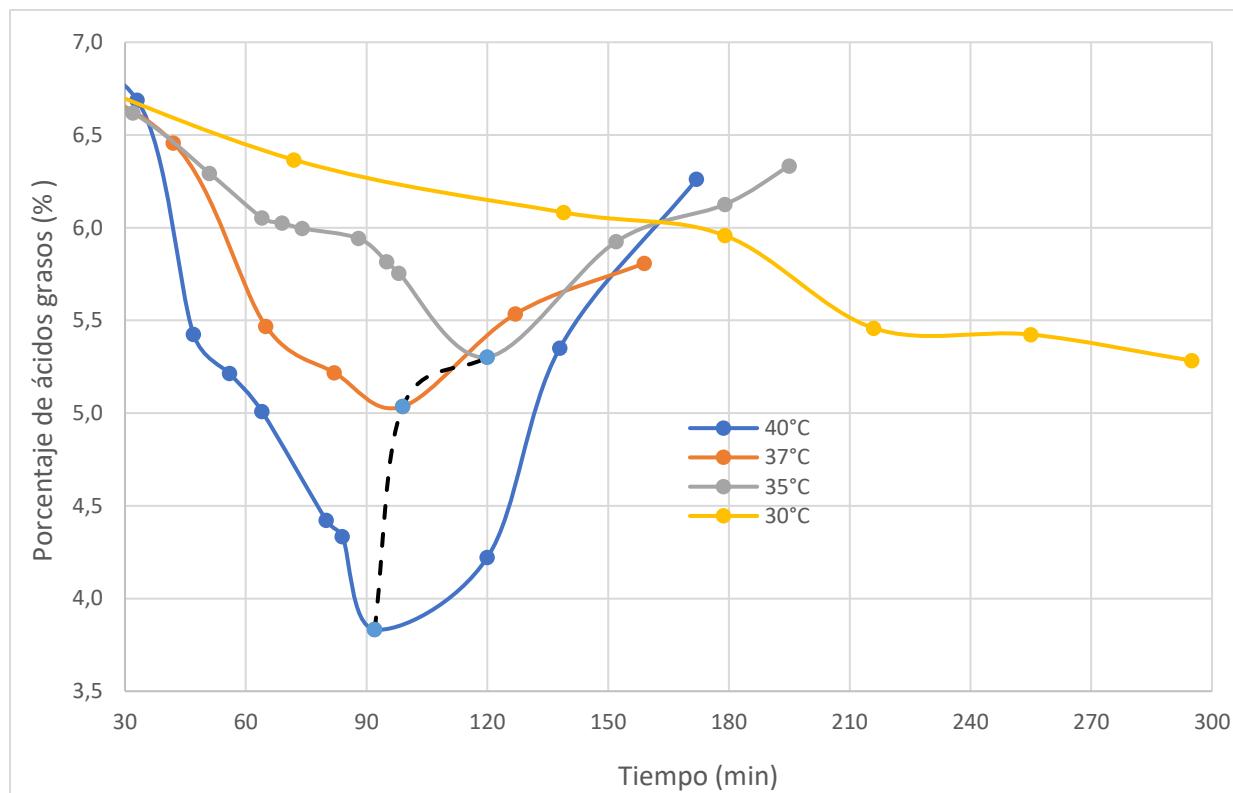


Fuente: Resultados obtenidos en el proyecto

Se verifica que al trabajar a temperaturas que estén entre los 20°C hasta los 30°C llega a ser el rango óptimo para secar las semillas y posterior a esto se puede ver en la **Figura 17** que a 30°C a medida que el tiempo aumenta el porcentaje de aceite va en descenso en forma moderada y a temperaturas mayores de los 30 °C, se observa que al incrementar la temperatura el descenso del aceite es en forma brusca a menor tiempo.

Por lo cual se debe tomar en cuenta que el aumento de la temperatura puede ocasionar una ruptura de los dobles enlaces en los ácidos grasos insaturados y de esta forma se obtendría un porcentaje de ácidos grasos saturados. Para tal afirmación de la obtención de los ácidos grasos se hará un análisis específico por cromatografía de gases y masas, donde se pueda confirmar la existencia de ambos ácidos grasos insaturados como saturados.

Por lo tanto, se continúa analizando la cantidad de aceite que se obtiene posterior al secado a tiempos mayores de 90 minutos, para tal efecto se realiza la **Figura 18** en la que se va explicar con mayor detalle los resultados obtenidos.

Figura 18:*Porcentaje de ácidos grasos a diferentes temperaturas**Fuente: Resultados obtenidos en el proyecto*

Se puede ver que al lado izquierdo de la línea segmentada de color negro al aumentar la temperatura de secado hay un descenso en el porcentaje de aceite a un menor tiempo el cual se refleja por la impregnación de los ácidos grasos saturados (materia grasa) al borde del pistón y a su vez se observa que va aumentando de forma proporcional a medida que transcurre el tiempo.

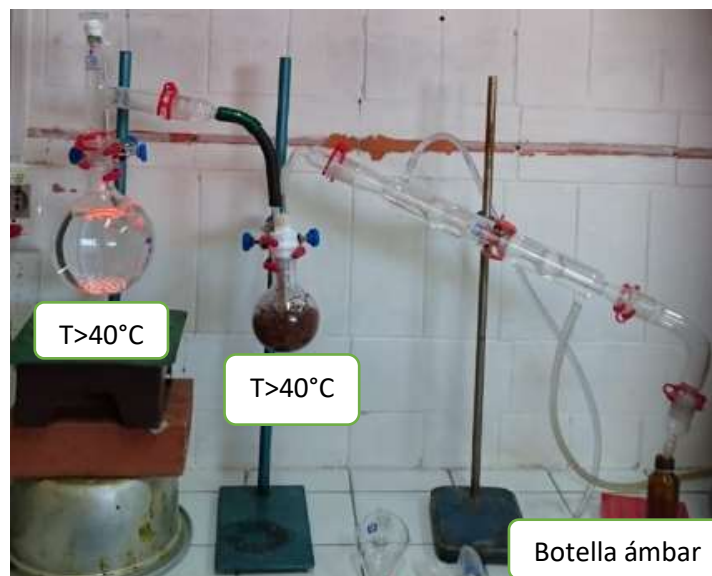
Por lo tanto, a medida que pasa el tiempo los ácidos grasos insaturados (aceites) van decreciendo al ser sometidos por tiempos largos a altas temperaturas, este descenso se nota al lado izquierdo de la línea segmentada y del lado derecho se aprecia un incremento en los ácidos grasos saturados (grasas), por lo tanto, los resultados reflejan que se puede obtener los dos ácidos grasos insaturados y saturados con diferentes proporciones a la misma vez. Para tal efecto se debe someter los ácidos grasos insaturados a condiciones extremas para la ruptura de los dobles enlaces y por lo tanto se convierte en ácidos grasos saturados. (Badui, 2006)

4.3.2. Obtención de ácidos grasos por arrastre de vapor

Se realizó la prueba por arrastre de vapor a pesar que la temperatura de trabajo es elevada para observar el resultado. Teniendo en claro que este método es adecuado para obtener aceites esenciales.

Figura 19:

Obtención de ácidos grasos por arrastre de vapor



Fuente: Resultado obtenido en el proyecto

Las primeras gotas que se llegaron a recolectar contenían un aroma suave que posteriormente cambio a un aroma de grasa oxidada en pleno proceso de descomposición, al pasar los días el producto obtenido contenía colonias de mohos en forma esférica y peluda de color blanco verdusco característico de los mohos.

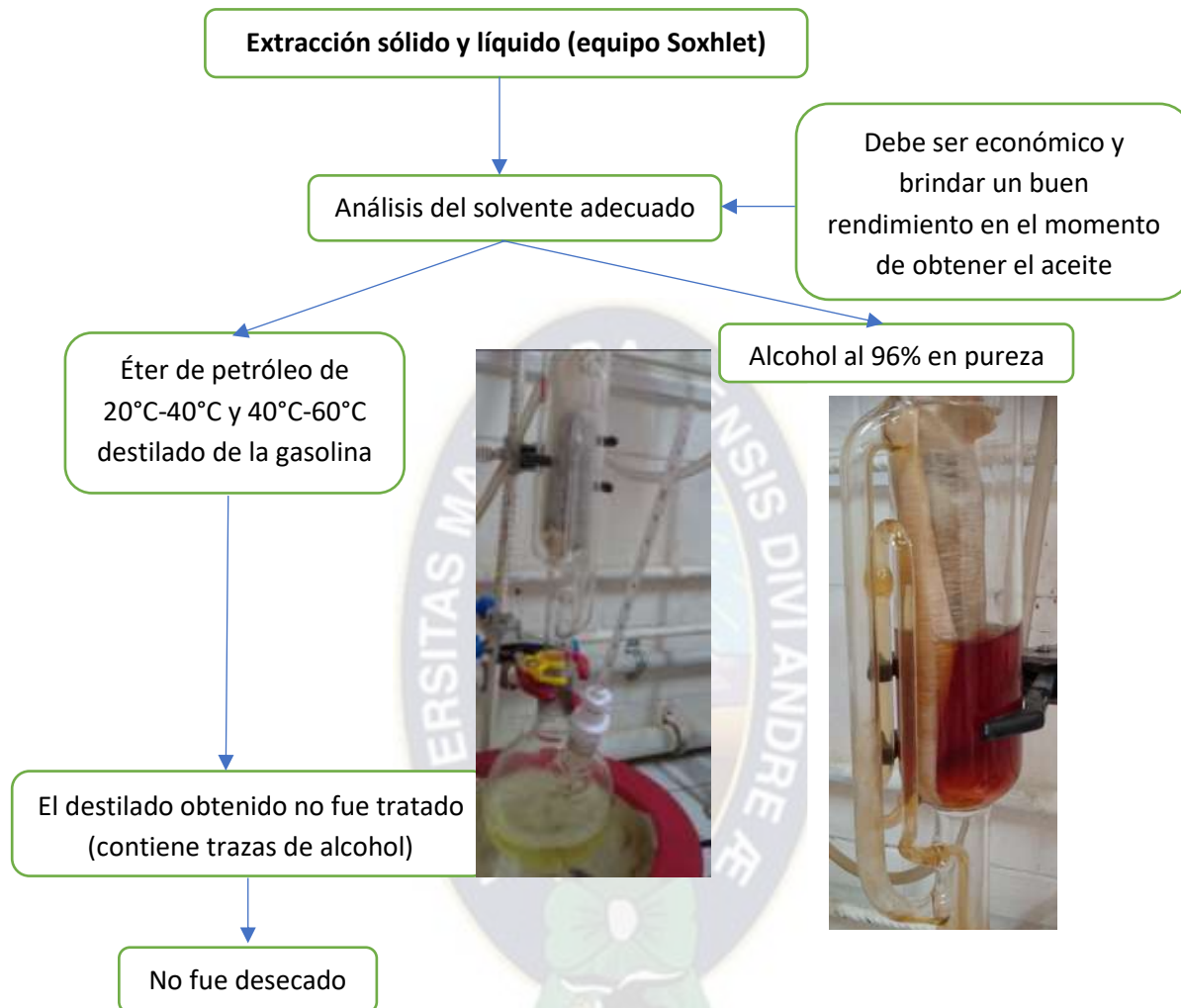
En efecto se ve que a temperaturas elevadas por tiempos largos los ácidos grasos de la semilla de uva pueden sufrir un cambio brusco que acelera su deterioro.

4.3.3. Obtención de ácidos grasos en un equipo Soxhlet

Este método fue usado para obtener ácidos grasos por extracción sólido líquido donde se realiza varias pruebas con el alcohol y éter de petróleo el cual fue obtenido de la gasolina por destilación, con el fin de ver que solvente llegaría a ser el mejor para obtener un alto porcentaje de aceite.

Figura 20:

Método usado para analizar el solvente adecuado en la obtención del ácido graso



Fuente: Método realizado en el proyecto

4.3.3.1. Extracción sólido y líquido con alcohol






El alcohol es un solvente polar que es adecuado para la obtención de compuestos fenólicos y a su vez se lo trabaja con temperaturas de ebullición superior a los 40°C.

Los resultados confirman que a temperaturas altas el aceite de semillas de uva es inestable por lo cual sus ácidos grasos insaturados se convierten en ácidos grasos saturados, esto se verifica en la **Tabla 15** donde se aprecia la materia grasa en forma de partículas en la superficie del balón y a su vez se nota un olor característico en el hidroalcohólico de color intenso y similar al café.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 15:

Extracción sólido y líquido con alcohol

MUESTRA EN EL SOCLET		RESULTADO
		
<p>El primer reflujo presenta un color intenso, el cual va en forma ascendente al aumentar los reflujo.</p>		<p>Se puede notar la presencia de ácidos grasos en forma de partículas.</p>
BALÓN CON SOLVENTE Y MATERIA GRASA.	MATERIA GRASA SIN EL SOLVENTE	POSTERIOR A LA SEDIMENTACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS.
		

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

A su vez se aprecia 3 fases, una de ellas es de color crema en forma de polvo, posterior a esta fase se ve otra que se encuentra por debajo en forma de pequeños trozos de materia grasa aglomerados en un extremo y por último un extracto hidroalcohólico en la parte superior la cual se encuentra en mayor proporción.

Estos resultados son el conjunto de varias pruebas, que, a pesar de variar el número de reflujos, el resultado sigue siendo el mismo para los ácidos grasos. Pero en el caso de que se quiera estudiar los compuestos fenólicos se puede verificar que el número de reflujos si influye.

Debido a que cada reflujo es como una extracción exhaustiva donde se obtiene la mayor cantidad de un soluto separándolo de la corteza de la semilla usando como solvente al alcohol, esta afirmación se la explica con mayor detalle en los resultados obtenidos de los compuestos fenólicos totales.

Tabla 16:

Color de la semilla después de la extracción en base alcohólica



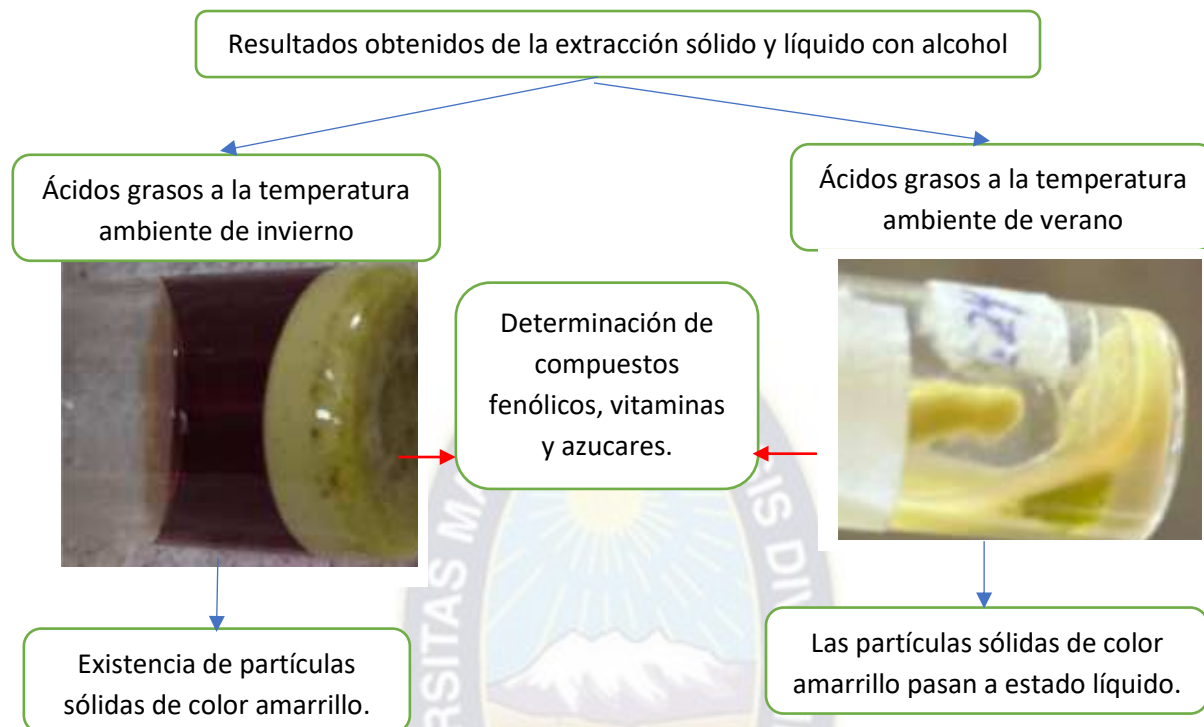
Fuente: Información obtenida en la elaboración del proyecto

Es evidente que al usar el alcohol como solvente en la extracción sólido y líquido se obtiene en mayor proporción los ácidos grasos saturados en invierno y en verano se nota que existe ácidos grasos insaturados y saturados, esta variación se debe a la temperatura de la época, para tal efecto se detalla en la **Figura 21** el cambio de fase de los ácidos grasos.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Figura 21:

Análisis de los resultados obtenidos en las 3 fases



Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

En relación a los resultados obtenidos en la maceración donde se comprobó la existencia azúcares, se decide realizar la prueba de Fehling en la fase alcohólica.

Figura 22:

Resultado de la prueba de Fehling para la fase alcohólica.



Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Debe señalarse que se usó la prueba de Fehling para determinar azúcares en la fase alcohólica, donde se confirma la existencia en menor proporción de monosacáridos por el tono verdoso y también se nota una mayor cantidad de disacáridos por el color ladrillo.

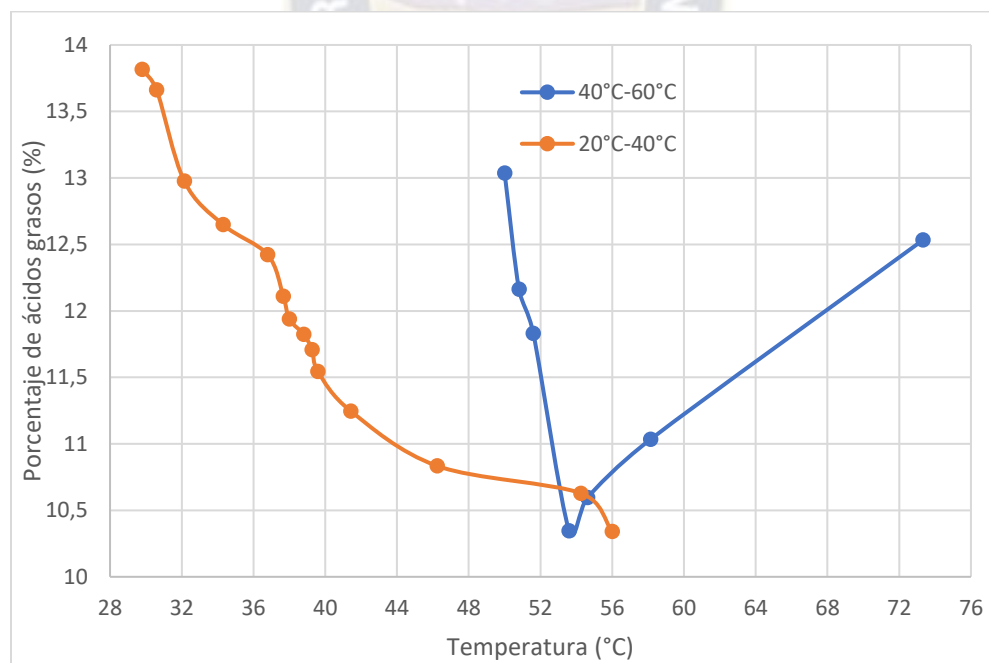
Los análisis realizados respecto a los compuestos fenólicos, vitaminas y determinación de ácidos grasos se lo detalla en los capítulos posteriores.

4.3.3.2. Extracción sólido y líquido con éter de petróleo

Otro punto importante es analizar la temperatura para trabajar con el éter de petróleo que proviene de la gasolina, por lo tanto, se estudia individualmente cada fracción del destilado para obtener los ácidos grasos y poder confirmar con qué fracción se halla un mejor rendimiento en el aceite. Para tal efecto se describe la **FIGURA 23** donde se aprecia los resultados de dos fracciones.

Figura 23:

Resultado del porcentaje de ácidos grasos a diferentes fracciones de éter de petróleo



Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

Los resultados obtenidos al trabajar con la fracción de (20–40) °C se obtiene un mayor porcentaje de aceite a temperaturas menores, las cuales van descendiendo de forma gradual al aumentar la temperatura, pero cuando se trabaja con la fracción de (40-60) °C se obtiene un



EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

descenso brusco en el porcentaje de aceite en un rango corto de temperatura y posterior a eso se ve un incremento en los ácidos grasos saturados.

Se comprueba que los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados se rompen a medida que se aumenta la temperatura, pero al trabajar por encima de los 40°C la cantidad de ácidos grasos saturados son en mayor proporción y a su vez se obtiene partículas se polímeros (aceite quemado) que se forman por someter los ácidos grasos a temperaturas elevadas las cuales pueden reaccionar entre si formando el ácido graso quemado, Esta formación de polímeros son moléculas grandes y complejas por la formación de la polimerización térmica a partir que los monómeros se combinan para formar polímeros bajo la influencia de calor. (Davis , 2023)

Tabla 17:

Ácidos grasos obtenidos a diferentes fracciones de éter de petróleo

FRACCIÓN DE ÉTER DE PETRÓLEO (20-40) °C	FRACCIÓN DE ÉTER DE PETRÓLEO (40-60) °C
	
<p>Existencia de ácidos grasos insaturados y formación de polímeros (ácidos grasos quemados).</p>	<p>Presencia de ácidos grasos insaturados, saturados y polímeros.</p>

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

El resultado obtenido al trabajar con la fracción de (20 – 40) °C refleja el comportamiento de los ácidos grasos que al trabajar por encima de los 40°C se obtiene polímeros con un olor característico al aceite quemado y en poca proporción se halla ácidos grasos saturados. Al trabajar en la fracción de (40 - 60) °C se obtiene una gran cantidad de ácidos grasos insaturados y saturados los cuales son visibles con facilidad al ojo humano y a su vez se puede ver la formación de polímeros.

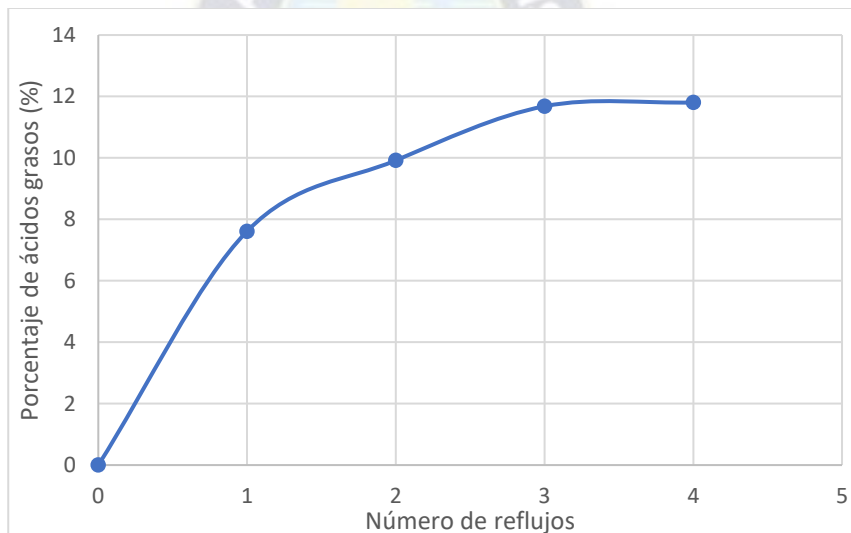
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Los resultados ya expuestos demuestran que la fracción de (20 – 40) °C es la adecuada para realizar las demás pruebas, a su vez se aclara que no se tomará en cuenta la relación del solvente respecto al soluto debido a los inconvenientes que se encontró al aumentar la cantidad de este solvente empezaba a dar saltos bruscos colapsando el sifón y el cartucho donde se encontraba la muestra, este suceso sucedía a pesar que el balón con el que se trabajaba contenía perlas de ebullición.

Por lo expuesto se analiza el número de reflujos a temperatura constante para tal efecto se realiza la **Figura 24**.

Figura 24:

Variación del número de reflujos a temperatura constante.



Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

Se puede observar que hay un aumento en el porcentaje de ácidos grasos, hasta que llega al 3^{er} reflujo donde se obtiene resultados similares al 4^{to} reflujo. Posteriormente se analiza el porcentaje de aceite al variar la temperatura, respecto a cada reflujo.

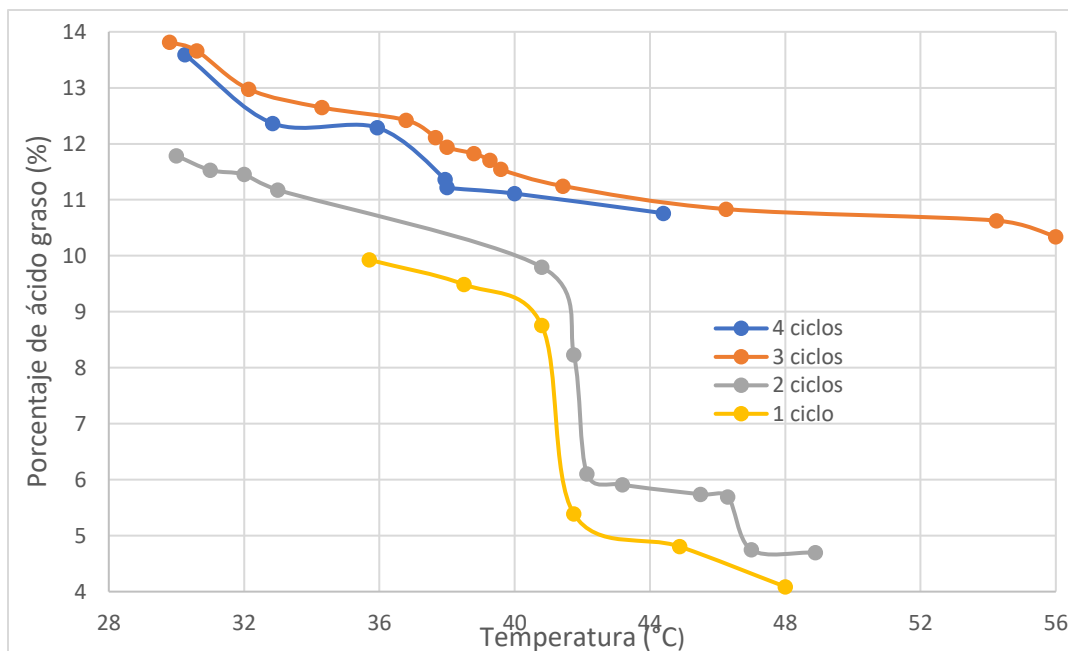
Es evidente que en la **Figura 25** al trabajar en el 1^{er} y 2^{do} reflujo el porcentaje de aceite obtenido es mucho menor a los demás reflujos, también se verifica que se obtiene mayor porcentaje de aceite cuando se trabaja en el 3^{er} y 4^{to} reflujo a temperaturas menores de los 32°C.

Resulta claro que al trabajar a una temperatura constante o al variar la temperatura se confirma que lo más recomendable es trabajar en el 3^{er} reflujo.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Figura 25:

Porcentaje de ácidos grasos obtenidos a diferentes ciclos y temperaturas



Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

4.3.4. Cantidad de ácidos grasos insaturados obtenidos

Posterior a realizar los métodos y obtener el aceite se prosigue analizando la cantidad de ácidos grasos encontrados a partir de una determinada cantidad de semillas, para tal efecto se toma en cuenta no solo el porcentaje más alto si no los que estén próximos a este.

Tabla 18:

Porcentaje de ácidos grasos insaturados obtenidos.

MÉTODOS			% DE ACEITE	PROMEDIO
Prensado en frío			9,1259	9,0541
			8,9823	
Extracción sólido y líquido	Éter de petróleo	(20 - 40) °C	13,6612	13,7388
			13,8164	
		(40 - 60) °C	12,1622	12,5993
			13,0364	

Fuete: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

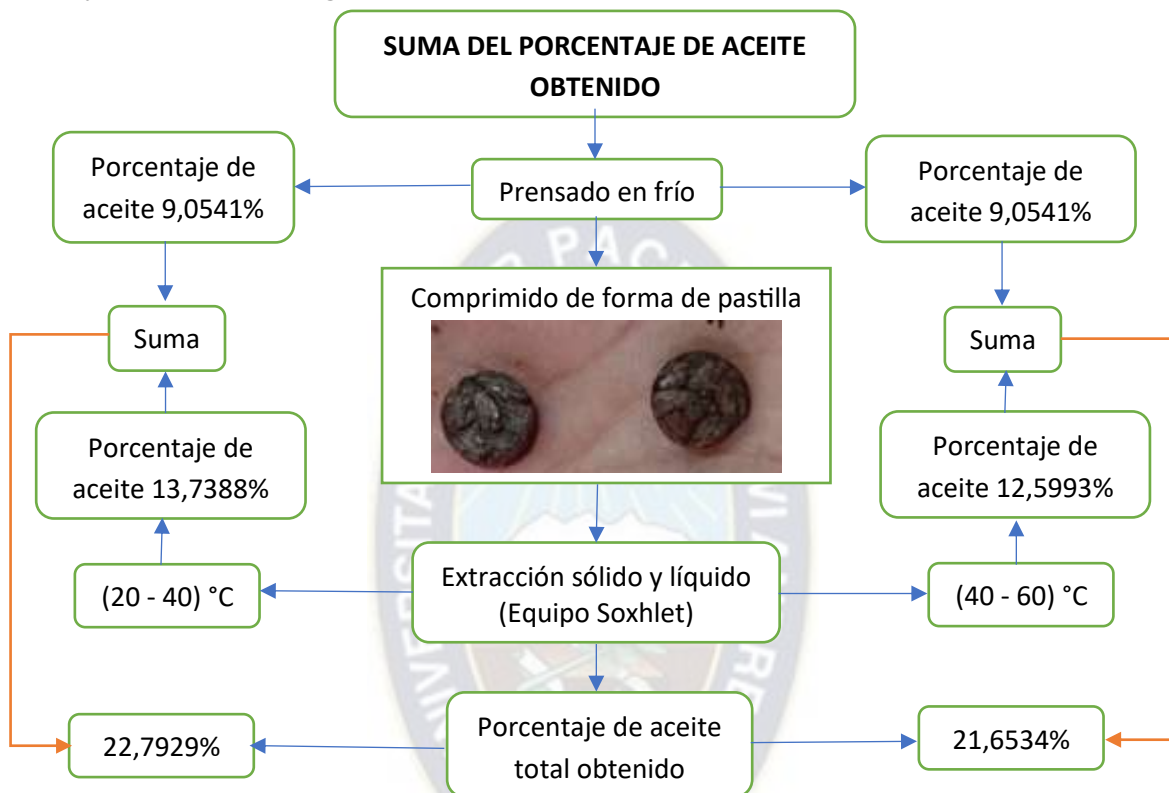
Para comprobar si se obtuvo un mayor porcentaje de aceite se usa como referencia otras investigaciones como ser el de Perú (Barriga , Churata , & Tinoco, 2018) donde indica que

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

obtuvieron $12,47 \pm 0,4\%$ con éter dietílico en la extracción sólido y líquido en un equipo Soxhlet. Por consiguiente, es evidente que se logró un mayor porcentaje de aceite.

Figura 26:

Porcentaje total del ácido graso insaturado



Fuete: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

Tabla 19:

Cantidad de aceite que se obtiene a nivel laboratorio.

MASA DE SEMILLAS (GR)	PRENSADO EN FRÍO	EXTRACCIÓN SÓLIDO Y LÍQUIDO	MASA DEL ACEITE (GR)
10 gr	0,90541	1,37388	2,27929
100 gr	9,0541	13,7388	22,7929

Fuete: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

4.4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACIÓN DE CONDICIONES ÓPTIMAS DE OPERACIÓN MEDIANTE EL DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los métodos realizados en la obtención del aceite brindan como resultado positivo la obtención del ácido graso insaturado en varios de los métodos usados. Por consiguiente, se

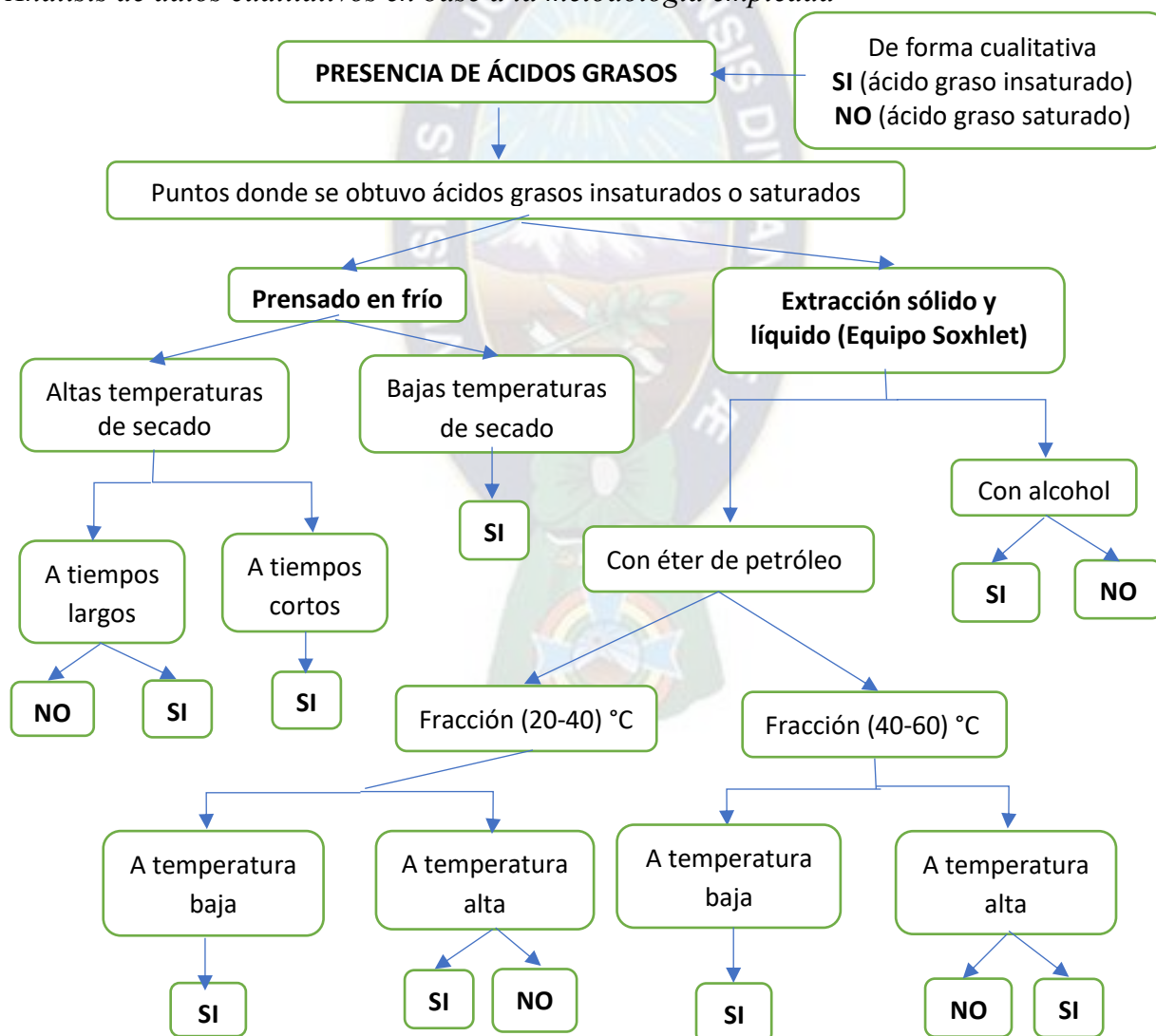
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

puede hablar de la metodología de obtención como un diseño experimental de forma cualitativa ya que en algunas pruebas no se obtuvo aceite, pero en otras si, por tal efecto se habla de la obtención de datos cualitativos al hallar o no el aceite. Y a su vez al analizar de forma individual cada proceso que se llevó a cabo se debe tomar en cuenta que los resultados obtenidos fueron numéricos y por tal razón se trata de un diseño experimental con datos cuantitativos.

4.4.1. Análisis de los datos cualitativos obtenidos

Figura 27:

Análisis de datos cualitativos en base a la metodología empleada



Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

La **Figura 27** demuestra que si se analiza los datos obtenidos de forma cualitativa el diseño experimental toma en cuenta las mediciones que no pueden medirse en una escala numérica natural, clasificándose en un grupo de categorías con una expresión no numérica o expresión verbal o símbolos convencionales (Barrera, 2019). Tal como es el caso del presente proyecto que toma una expresión verbal en toda la metodología que se llevó a cabo, donde indica si se obtuvo o no los ácidos grasos insaturados o saturados, los cuales pueden variar en su cantidad a determinadas condiciones de trabajo.

4.4.2. Análisis de los resultados obtenidos con datos cuantitativos.

Cabe considerar también que se puede analizar de forma cuantitativa los datos obtenidos en diferentes puntos de la metodología, debido a que se obtuvo datos numéricos, para tal efecto se decide tomar dos puntos que presentaron una incidencia notoria al obtener el aceite, los cuales son:

- Prensado en frío posterior al secado la semilla.
- En la extracción sólido y líquido (equipo Soxhlet) con una fracción de (20-40) °C del éter de petróleo.

Las variables independientes y dependiente que se tomará en cuenta para el diseño experimental serán obtenidas de las Figuras ya descritas anteriormente, tomando en cuenta:

- La variable predictora (variable independiente)
- La variable respuesta (variable dependiente). (Morales Maldonado, 2023)

También se toma en cuenta el número de repeticiones, entre más replicas se hagan mejor será el resultado obtenido [Universidad de las Américas Puebla], para tal efecto se tomará en cuenta las réplicas recomendadas de 3 a 4 para un diseño experimental de 2^K , con el fin de obtener una respuesta más precisa (Flores, 2011). Por lo expuesto, los puntos de estudio el diseño factorial es de 2^2 .

$$n^K$$

n = niveles (máximo y mínimo)

K = factores o variables (dos variables)

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

4.4.2.1. Diseño experimental cuantitativo del prensado posterior al secado.

Debe señalarse que al analizar los datos cuantitativos del prensado en frío se llegó a obtener variables independientes con las que se puede analizar la existencia de interacciones entre ellas, para tal confirmación se examina los resultados obtenidos en el diseño experimental y si estos llegan a ser significativos en la obtención del aceite. Por tal efecto se usará los niveles encontrados en la **Figura 17**, para obtener los límites máximos y mínimos, posteriormente realizar 4 réplicas en los niveles definidos.

Tabla 20:

Niveles y factores de estudio para el prensado en frío posterior al secado

	MÁXIMO	MÍNIMO
T (°C)	40	30
t (minutos)	90	35
Variable dependiente = Porcentaje de aceite Variable independiente = Temperatura y tiempo.		

Fuente: Información obtenida en la elaboración del presente proyecto

En función de los niveles y factores determinados se analiza su comportamiento al aumentar la temperatura en el momento de realizar el secado, para posteriormente prensarlo y obtener el aceite de las semillas de uva cabernet.

Tabla 21:

Replicas para el diseño experimental en la obtención del aceite por prensado.

	t (minutos) mínimo	t (minutos) máximo
T (°C) mínima	6,6784	6,2725
	6,6860	6,2895
	6,7515	6,2540
	6,6742	6,2853
T (°C) máximo	6,5079	3,9581
	6,5982	4,0206
	6,4177	3,8955
	6,5740	3,9810

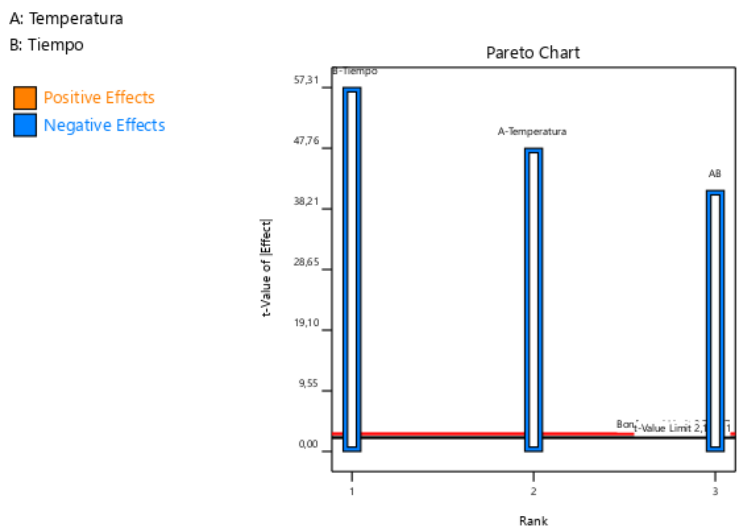
Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del presente proyecto

Estos datos fueron determinados en función de lo expuesto anteriormente dando como resultado:

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Figura 28:

Análisis del diagrama de Pareto para la obtención del aceite en el prensado

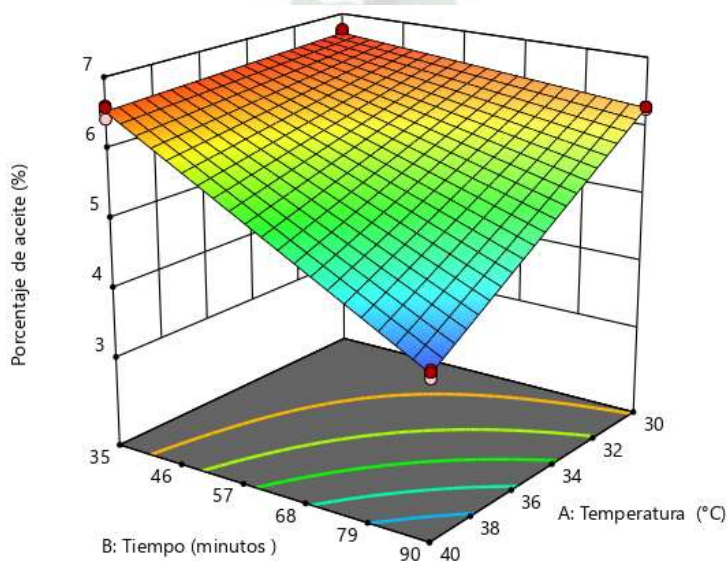


Fuente: Información obtenida a través de Design Expert

Por los datos estadísticos se puede concluir que los factores tiempo y temperatura son significativos, es decir que estos factores de forma independiente y la combinación entre ellos afecta en la extracción del aceite de forma negativa si estos prosiguen aumentando. Con el diagrama de Pareto se confirma que la temperatura máxima de secado debe ser hasta los 30°C, que posterior a esto afecta de forma negativa en la obtención del resultado.

Figura 29:

Superficie de respuesta en 3D para la obtención del aceite en el prensado



Fuente: Información obtenida a través de Design Expert

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Se verifica que, al aumentar la temperatura como factor independiente afecta de forma decreciente en la obtención del aceite, también se puede ver que el tiempo en menor proporción que la temperatura afecta a la respuesta al seguir transcurriendo. Confirmando que si los dos factores interaccionan y van en aumento se observa una caída brusca del porcentaje.

4.4.2.2. Diseño experimental cuantitativo en la extracción sólido y líquido (equipo Soxhlet) con una fracción de (20-40) °C del éter de petróleo.

Cabe considerar que los resultados obtenidos en el porcentaje de ácidos grasos posterior de aumentar el número de reflujos y al porcentaje de ácidos grasos obtenidos a diferentes ciclos y temperaturas), son datos cuantitativos y cercanos en sus niveles por tal efecto se desea verificar la interacción de las variables independientes en sus límites próximos, para confirmar si son significativos en la obtención del aceite.

Tabla 22:

Niveles y factores de estudio para obtener aceite a partir de la extracción sólido y líquido de (20-40) °C

	MÁXIMO	MÍNIMO
T (°C)	40	30
Reflujos	4	3
Reflujos	3	2
Variable dependiente = Porcentaje de aceite Variable independiente = Temperatura y número de ciclos.		

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del presente proyecto

Posteriormente se define los límites máximos y mínimos, realizando 4 réplicas con el fin de obtener una respuesta más precisa de las variables en estudio.

En función de los niveles y factores se desea analizar cuan significativo llega a ser las variables, por consiguiente, examinar en función de la variable continua la cual admite valores intermedios entre dos valores distintos debido a que toda variable cuantitativa medible es una variable continua y toda variable cuantitativa numerable o contable es una variable discreta. (Barrera, 2019)

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Al trabajar en el 3^{er} reflujo resalta los valores obtenidos de la variable continua, el cual brinda datos cercanos al 4^{to} reflujo. Para tal efecto se realiza un análisis por separado para poder definir los resultados en el nivel máximo y mínimo, que tengan una influencia más significativa en la variable respuesta.

Tabla 23:

Replicas para el diseño experimental en la obtención del aceite por sólido y líquido.

	COMO MÍNIMO	3 REFLUJOS	COMO MÁXIMO
	2 REFLUJOS		4 REFLUJOS
T (°C) mínima	11,8376	13,8164	13,4270
	11,7863	13,7776	13,5922
	11,7222	13,6612	13,6046
	11,6323	13,7291	13,5102
T (°C) máximo	11,1182	11,4778	11,0678
	9,7989	11,5445	11,1111
	10,7884	11,5103	11,1003
	11,4480	11,4453	11,1220

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del presente proyecto

Por lo tanto, se realizaron dos contrastaciones para saber las significancias para los datos determinados en la **Tabla 23** en función de lo expuesto anteriormente dando como resultado la **Tabla 24** y la **Tabla 25**.

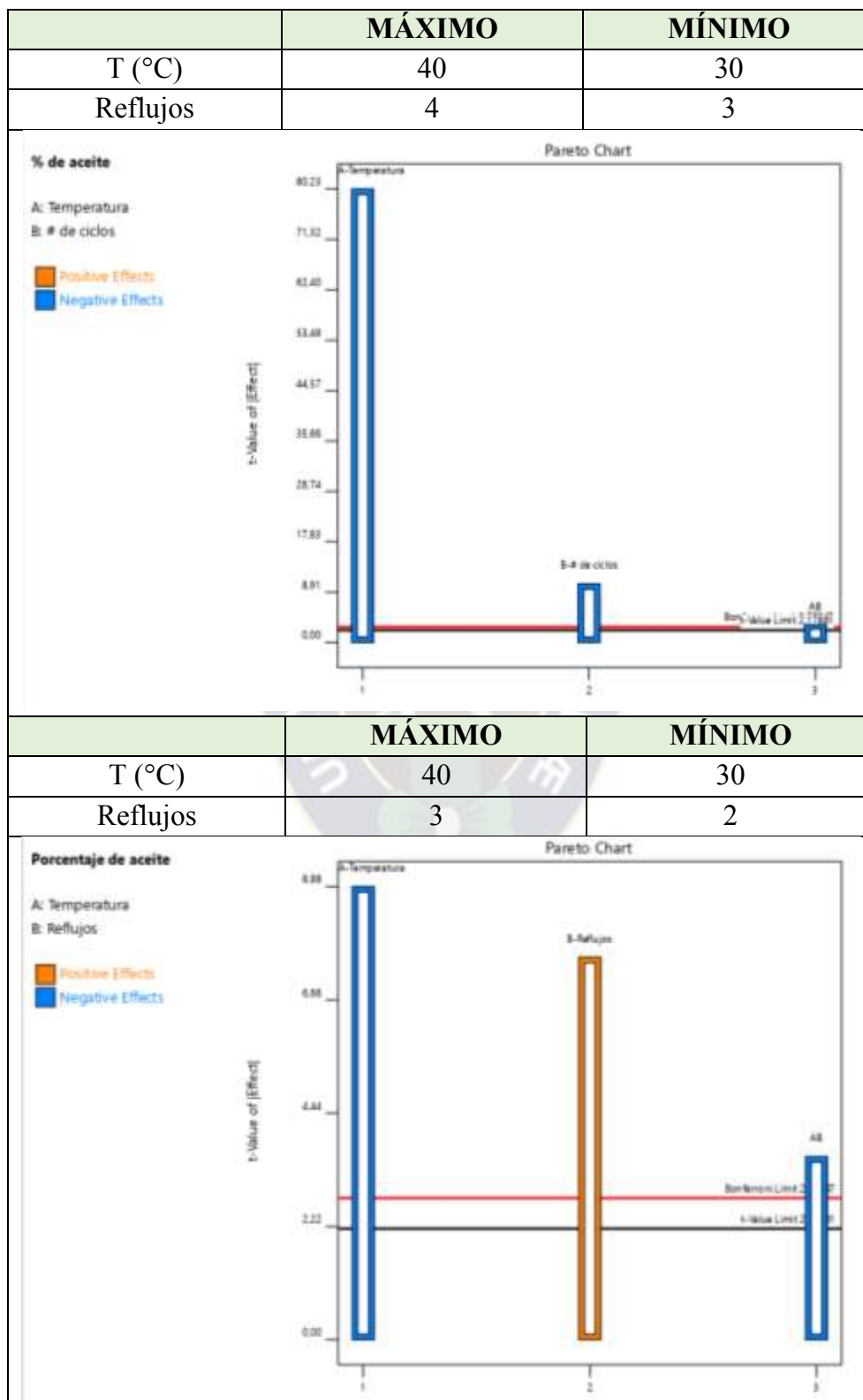
De estos datos estadísticos obtenidos en las dos contrastaciones se puede concluir que los factores reflujo y temperatura son significativos, es decir que estos factores de forma independiente así mismo la combinación entre ellos afecta en la extracción del aceite.

Cabe resaltar si se toma en cuenta el nivel 4 como máximo y 3 como mínimo para el factor reflujo, los factores llegarían actuar de forma negativa en la respuesta, pero en el caso de trabajar con el nivel 3 como máximo y 2 como mínimo para el factor reflujo, el factor temperatura actuaría de forma negativa en la respuesta y el factor reflujo actuaría de forma positiva en la variable dependiente.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 24:

Análisis del diagrama de Pareto para la extracción sólido y líquido del aceite

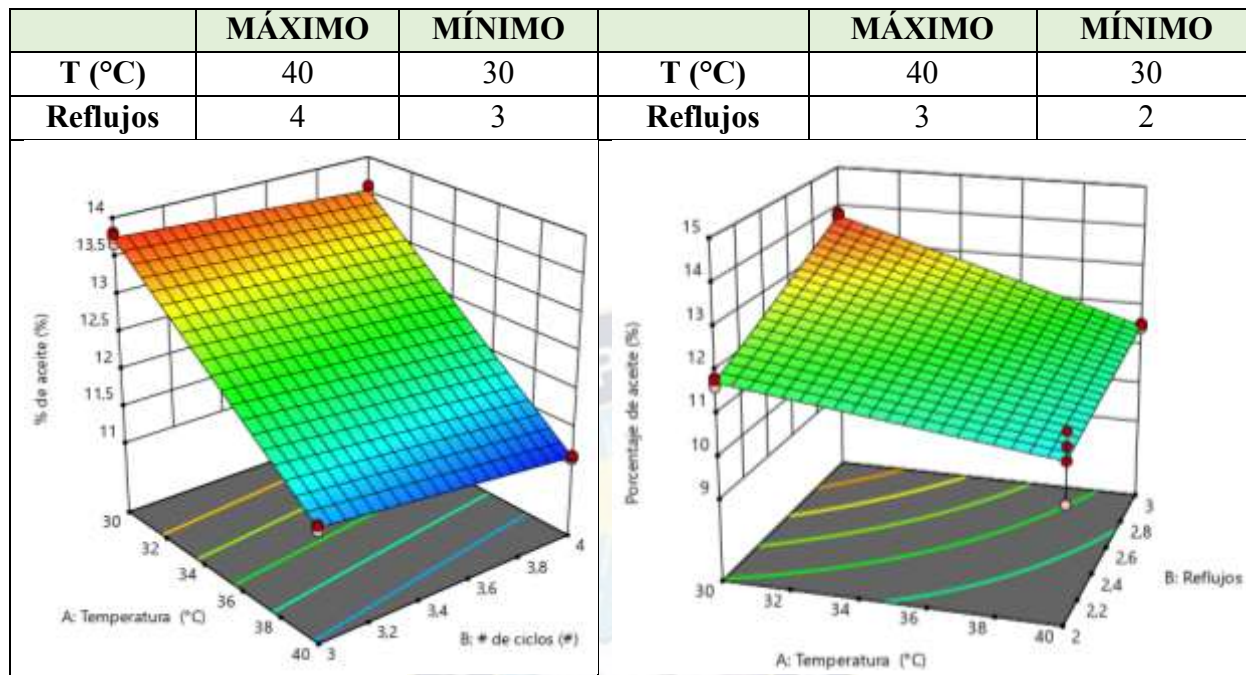


Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del presente proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 25:

Superficie de respuesta en 3D para la obtención del aceite en por extracción sólido y líquido



Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del presente proyecto

Se verifica en la contrastación del nivel 4 como máximo y 3 como mínimo para el factor reflujo que al aumentar la temperatura afecta de forma negativa en la obtención del aceite, confirmando que no se puede tomar en cuenta como nivel mínimo al 3^{er} reflujo. Pero al trabajar con el nivel 3 como máximo y 2 como mínimo para el factor reflujo, al mantener constante el reflujo a 3 afecta de forma positiva en la obtención del aceite a pesar que se aumente la temperatura, confirmando que se puede obtener un mejor resultado al trabajar con temperaturas mínimas.

CAPÍTULO N°5

DETERMINACIÓN DE

COMPUESTOS

FENÓLICOS EN EL

ACEITE



CAPÍTULO N°5

DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN EL ACEITE

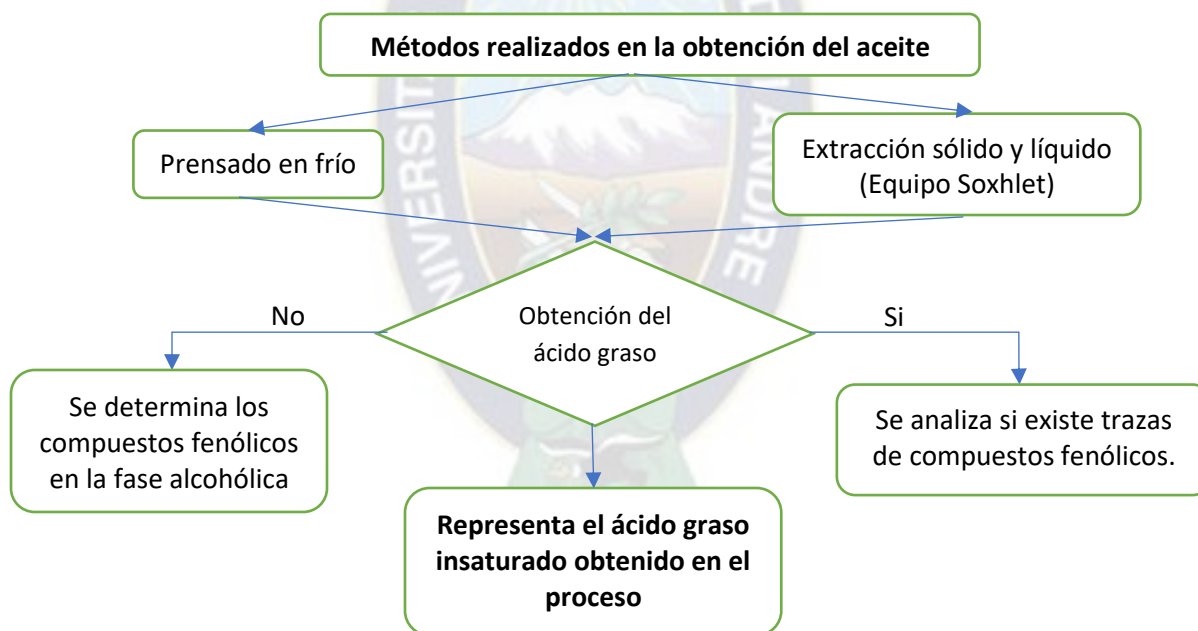
Para la determinación de compuestos fenólicos en el aceite, se describe la metodología a emplear y posteriormente los resultados obtenidos.

5.1. MARCO METODOLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN EL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET.

La existencia de los compuestos fenólicos, se lo realiza mediante la cromatografía de capa fina.

Figura 30:

Metodología para determinar los compuestos fenólicos.



Fuente: Información realizada en la elaboración del proyecto.

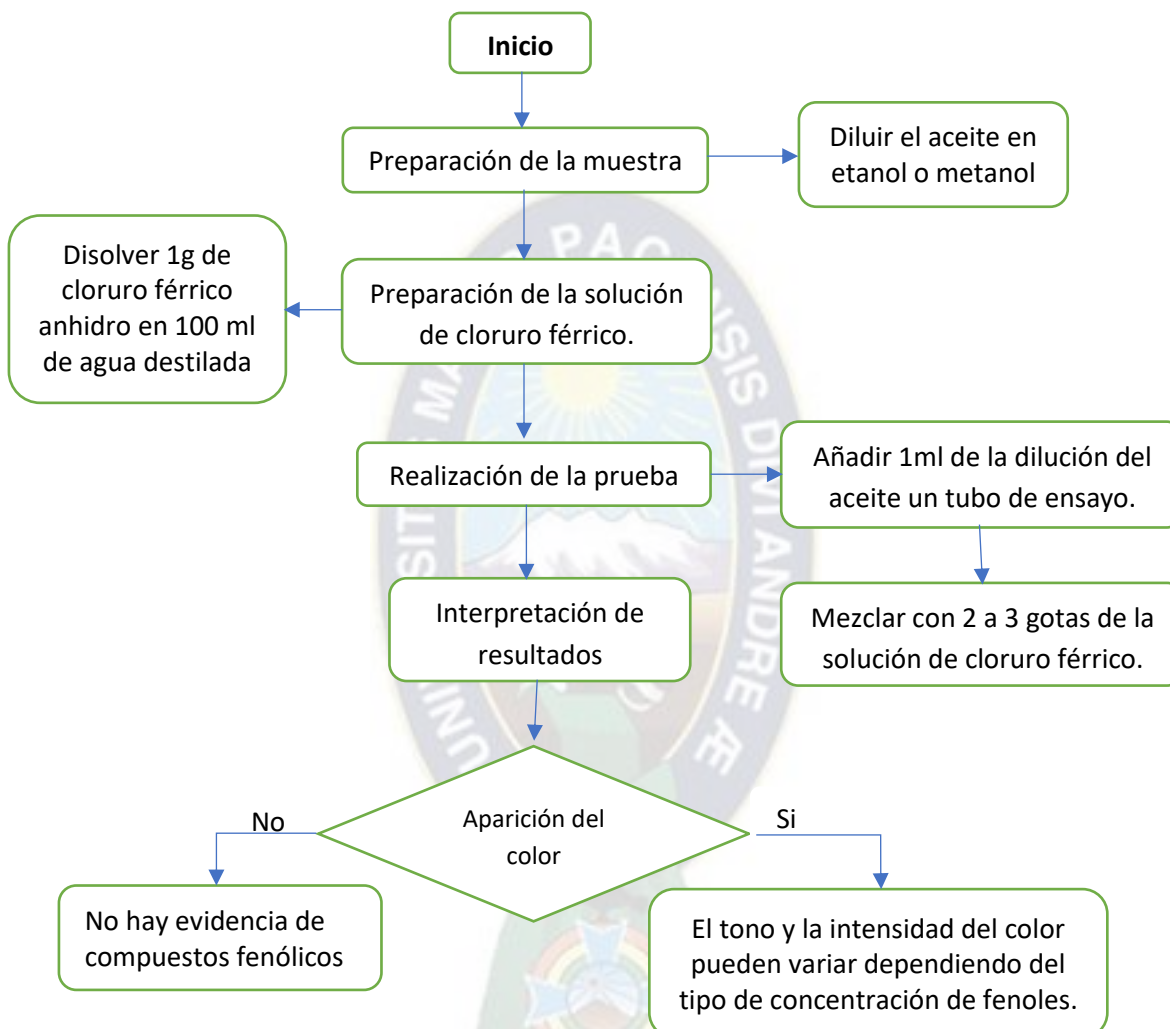
A través de la revisión de información respecto de los compuestos fenólicos hace referencia a la solubilidad que presenta con la polaridad que tiene, por tal efecto se debe tener en cuenta que los compuestos fenólicos difícilmente pueden ser extraídos en materia grasa. Sin embargo, se estudia los ácidos grasos encontrados, a su vez se analiza la fase hidroalcohólica obtenida en la maceración de las semillas y se compara con la fase alcohólica de la extracción sólido y líquido.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Para la identificación de compuestos fenólicos del aceite se usa la prueba de Cloruro Férrico.

Figura 31:

Metodología para la prueba de cloruro férrico en aceites.



Fuente: Basado en la información recolectada de Carrasco A.- Pancorbo (2006) "Métodos analíticos para la determinación de compuestos fenólicos en aceites" Granada-España

5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FASE ALCOHÓLICA Y EL HIDROALCOHÓLICO

Se compara la cantidad de masa que se obtiene en la fase alcohólica y en el hidroalcohólico, para poder obtener materia sólida. Aclarando que los resultados obtenidos en la **Tabla 26** no presenta un estudio de los parámetros más óptimos para una extracción exhaustiva en la obtención de los compuestos fenólicos totales.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 26:

Comparación de la masa obtenida en la fase alcohólica y en el hidroalcohólico

FASE HIDROALCOHÓLICA DEL MACERADO	FASE ALCOHÓLICA DE LA EXTRACCIÓN SÓLIDO Y LÍQUIDO EN SOXHLET.
	
<p>*Se obtuvo 0,75gr por cada 20 ml del macerado. *Consistencia blanda.</p>	<p>*Se obtuvo 0,35gr por cada 20 ml de fase alcohólica. *Consistencia dura.</p>

Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

Esta información demuestra que se puede obtener mayor cantidad de materia sólida si se llega a macerar las semillas y no de la misma forma si se lo recupera posterior a la extracción sólido y líquido con el alcohol. Estos datos pueden variar si se analiza condiciones óptimas de operación.

Otro punto que se analiza es el patrón para verificar que compuestos contiene la semilla de uva, por lo cual se usa una capsula que contine resveratrol y compuestos fenólicos, para realizar la cromatografía de capa fina.

Figura 32:

Composicion del patrón (Revidox)

CONTENIDOS MEDIOS POR DOSIS DIARIA	1 CÁPSULA
Extracto de uva (<i>Vitis vinifera</i> L.), del cual: Polifenoles Antocianinas	125 mg 31,3 mg 1,9 mg
Extracto de granada (<i>Punica granatum</i> L.), del cual: Punicalaginas y punicalinas	125 mg 6,3 mg
Resveratrol	8 mg
Vitamina C (ácido L-ascórbico)	12 mg (15 % VRN*)
Vitamina B2 (riboflavina)	1,4 mg (100 % VRN*)
Selenio	34 µg (61 % VRN*)
Zinc	1,5 mg (15 % VRN*)

*VRN: Valores de Referencia de Nutrientes.

Fuente: Datos de la capsula adquirida

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Para poder realizar la cromatografía de capa fina se analiza la fase móvil para el recorrido, tomando en cuenta que la polaridad de la composición del Revidox.

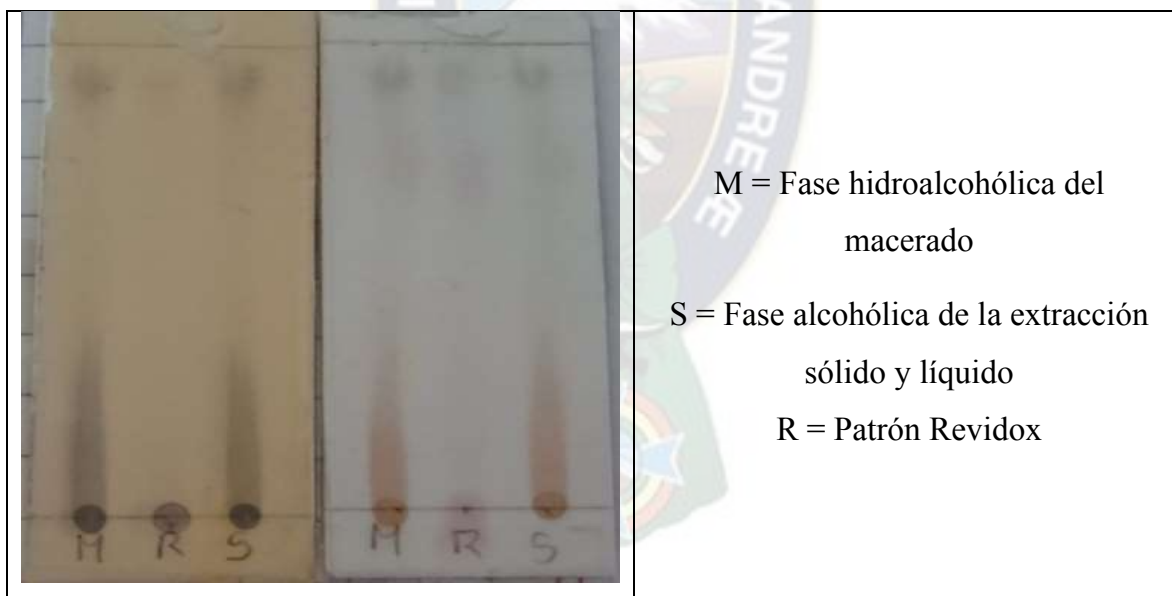
5.2.1. Comparación de la fase hidroalcohólica y alcohólica

La comparación de las dos fases se lo hace con el fin de verificar si contienen los mismos compuestos fenólicos en ambas fases y si estos no se pierden por el proceso que se les somete para su obtención, esto va más referido cuando hay una variación de temperatura en la técnica que se usa para encontrar los sólidos extraídos de la corteza de la semilla de uva.

La maceración se la realizo en una etapa para adquirir la fase hidroalcohólica, mientras que se realizó varias etapas (corridas en el sifón) en la obtención de la fase alcohólica, dando como resultado una extracción exhaustiva.

Tabla 27:

Resultados obtenidos respecto de los compuestos fenólicos



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

Se observa que al revelar la placa se comprueba que la fase hidroalcohólica del macerado con la fase alcohólica obtenida de la extracción sólido y líquido, contienen 3 puntos en común con el patrón Revidox al revelar la placa con cloruro férrico, por lo tanto, se puede concluir que hay polifenoles, antocianinas y resveratrol en la parte sólida de la semilla. A su vez es evidente que contiene otros compuestos fenólicos.



EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Para corroborar los resultados de la placa se tiene la investigación de (Yilmaz & Toledo, 2006), donde afirma que las semillas contienen flavonoides (catequinas, epicatequina, procianidinas y antocianinas) y ácidos fenólicos (ácido gálico y ácido elágico). Por lo tanto a pesar que las semillas son residuos de la elaboración de vinos y estas ya estaban en contacto con un porcentaje de alcohol de la maceración. Por tal efecto el vino ya contiene compuestos fenólicos que son extraídos del escobajo, raspón, piel de la baya y semillas.

Posterior a comprobar la existencia de polifenoles, antocianinas y el resveratrol se prosigue en analizar la cantidad de los compuestos fenólicos totales, para tal caso se usa el método de Folin Ciocalteu.

Tabla 28:

Resultado de compuestos fenólicos totales.

PARÁMETRO	FASE HIDROALCOHÓLICA	FASE ALCOHÓLICA
Fenoles totales como ácido gálico (mg/g)		
	0,3	3,15

Fuente: Resultado obtenido en el laboratorio de análisis de alimentos por Lic. Marcela Melgarejo, Ph.D.

Los fenoles totales obtenidos demuestran que se obtiene una mayor cantidad de ácido gálico en la fase alcohólica.

5.2.2. Análisis de la existencia de compuestos fenólico en los ácidos grasos

Para obtener algún resultado respecto a la existencia de compuestos fenólicos en los ácidos grasos encontrados se realiza varias placas a pesar que los aceites y grasas tienen afinidad apolar, por tal efecto se hace primeramente un sembrado de 30 veces con él tuvo capilar en la respectiva placa.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 29:

Resultado posterior de sembrar 30 veces los ácidos grasos.

ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS	ÁCIDOS GRASOS SATURADOS
	
<p>S = Aceite por extracción sólido y líquido sembrado más de 30 veces 20-40 = Aceite por extracción sólido y líquido sembrado 15 veces P = Aceite por prensado E = Vitamina "E" A = Vitamina "A" OME = Omega 3, 6 y 9</p>	

Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del presente proyecto

El aceite obtenido por prensado demuestra que el revelado con cloruro férrico no contiene compuestos fenólicos a pesar que se lo sembró varias veces, en caso del aceite obtenido por extracción sólido y líquido con el éter de petróleo dio como resultado trazas de compuestos fenólicos.

En caso de los ácidos grasos saturados que se obtuvieron en la extracción sólido y líquido con el alcohol se observa trazas poco visibles posterior de sembrar por más de 30 veces. Esto es evidente tanto para las partículas de color amarillo y para las de color blanco en las que se puede ver que el revelado con cloruro férrico muestra que los ácidos grasos de color amarillo posiblemente contienen mayor cantidad de compuestos fenólicos.

Para confirmar la presencia de compuestos fenólicos en el aceite extraído con éter de petróleo se decide realizar la prueba de cloruro férrico.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 30:

Verificación de la existencia de compuestos fenólicos en los ácidos grasos.

Ácidos grasos insaturados.

El ácido graso insaturado obtenido con el éter de petróleo contiene trazas de compuestos fenólicos.

Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del presente proyecto



CAPÍTULO N°6

CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE



CAPÍTULO N°6

CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE

Para desarrollar la caracterización del aceite obtenido, se describe a continuación la metodología a emplear y posteriormente los resultados obtenidos.

6.1. MARCO METODOLÓGICO PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE

La caracterización del ácido graso insaturado se lo realiza mediante la cromatografía de capa fina para verificar la existencia de tocoferoles, ácidos grasos esenciales (omega 3, 6 y 9) y la posible existencia de vitaminas en el aceite, para tal efecto se usa pastillas y capsulas como referencia.

Como también se realizará la caracterización por propiedades organolépticas mediante el análisis sensorial (visual, olfativo, gustativo y táctil) que de un resultado característico del aceite obtenido de acuerdo a sus factores aparentes (color, textura, aroma y sabor), también se verificará su densidad.

6.1.1. Determinación de la densidad

Para obtener una mayor certeza de la densidad del aceite que se va obtener en el transcurso de la elaboración del proyecto se va realizar la calibración del picnómetro.

Por tal efecto la calibración del picnómetro es un paso importante para asegurar la precisión de las mediciones y de esta forma determinar el volumen exacto del picnómetro.

6.1.1.1. Densidad real calculada sin corregir

La densidad se valora con la fórmula:

$$\rho_c = \frac{m_{p+m} - m_p}{V_t}$$

Donde:

ρ_c = densidad real calculada sin corregir (g/ml)

m_{p+m} = masa del picnómetro con la masa del aceite (g)

m_p = masa del picnómetro (g)

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

V_t = volumen del picnómetro teórico (ml)

6.1.1.2. Determinación del volumen para el picnómetro

El volumen del picnómetro se valora con la fórmula:

$$V_p = \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}}$$

Donde:

ρ_{H_2O} = porosidad

m_{H_2O} = masa de agua (g)

V_p = volumen del picnómetro calculado (ml)

m_{p+H_2O} = masa de agua con la masa del picnómetro (g)

Tabla 31:

Densidad del agua respecto la variación de la temperatura

Temperatura (°C)	Densidad (g/cm ³)
0	0,99984
10	0,99822
20	0,99707
30	0,99567
40	0,99404
50	0,99218
60	0,99011
70	0,98784

Fuente: Basada en la información recolectada de Gonzales J. (2016), "Metodologías para el análisis de suelos", Madrid-España.

La masa del agua se valora con la fórmula:

$$m_{H_2O} = m_{p+H_2O} - m_p$$

6.1.1.3. Factor de corrección de la densidad

El factor de corrección de la densidad del picnómetro es un valor que se utilizara para corregir la densidad real del material (para este caso el aceite). Este factor se debe a que el picnómetro no es un recipiente perfecto y tiene una pequeña cantidad de volumen muerto. (Gonzales J., 2016)

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

El factor de corrección de la densidad se valora con la fórmula:

$$K = \frac{V_p}{V_t}$$

Donde:

K = factor de corrección

V_p = volumen del picnómetro calculado (ml)

V_t = volumen del picnómetro teórico (ml)

6.1.1.4. Densidad real corregida

Para determinar la densidad real corregida se determina el factor de corrección para cada picnómetro en particular si este presenta algún desgaste por el paso del tiempo. Considerando los parámetros anteriores, se valora con la fórmula:

$$\rho_r = \frac{\rho_c}{K}$$

Donde:

ρ_c = densidad real calculada sin corregir (g/ml)

P = porosidad

ρ_r = densidad real corregida (g/ml)

6.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE OBTENIDO

La caracterización del aceite se lo realiza como un control de calidad, en el que se determina las propiedades físicas y químicas que pueda presentar.

6.2.1. Pruebas físicas realizadas en los aceites

Las pruebas físicas es un método crucial para determinar su calidad, comportamiento y posibles aplicaciones que se le puede dar al aceite obtenido. Por tal efecto se analiza los dos ácidos grasos obtenidos en la metodología.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

6.2.1.1. Análisis organolépticos o sensoriales

Se las realiza con el fin de comprobar si el aceite necesita un proceso de refinado posterior a su obtención, las pruebas realizadas fueron en base a:

- **Color:** Varía según el contenido de pigmentos naturales que se encuentran en el fruto, realizado por la percepción visual.
- **Sabor:** Implica detectar cualquier sabor inusual o desagradable, por lo cual debe tener un sabor suave y agradable. Realizado por una degustación.
- **Aroma:** Debe ser neutro o ligeramente a neutro, se lo demuestra por la percepción olfativa. (J.L. Vidal & M.T. Ruiz Castillo, 2003)

Tabla 32:

Resultado del análisis organoléptico en el aceite.

	Extracción sólido y líquido 	Prensado en frío 
Color	Amarrillo claro	Amarrillo transparente bajo
Sabor	Similar al aceite	Suave y agradable al paladar
Aroma	Delicado y diferente	Suave poco notorio
Estado físico /Aspecto	Característico a la viscosidad del aceite	Característico a la viscosidad del aceite

Fuete: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

Con los resultados obtenidos en el análisis organoléptico se puede demostrar que no es necesario realizar un refinado en el aceite.


- **Blanqueo:** Se debe a que el aceite virgen tiene un color amarillo verde bajo y el aceite que contiene un color amarillo o verde oscuro es el que llega a necesitar un refinado.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- **Neutralización:** Implica a la eliminación de ácidos grasos libres del aceite que dan un sabor inusual o desagradable dando un sabor amargo.
- **Desodorización:** Es la eliminación de cualquier olor fuerte o desagradable.
- **Desgomado:** Para evitar la emulsión en el aceite.

Tabla 33:

Procesos que son descartados para la refinación.

	Extracción sólido y líquido	Prensado en frío
		
Blanqueo	No necesita	No necesita
Neutralización	No necesita	No necesita
Desodorización	No necesita	No necesita
Desgomado	No necesita	No necesita

Fuete: Análisis obtenidos en la elaboración del proyecto

Al analizar el aceite extraído por un equipo Soxhlet de hecho no necesita de una neutralización si se llega a evaporar el solvente de forma completa y a su vez esta no debe estar quemada para no alterar su sabor, en caso contrario de que se llegue a quemar el aceite se puede observar cambios en el color, aroma y sabor.

6.2.1.2. Determinación de la densidad

Se determina la densidad real corregida usando un factor de corrección.

Datos:

$$m_p = 10,00 \text{ g}$$

$$m_{H_2O} = 5,24 \text{ g}$$

$$T = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_t = 5 \text{ ml}$$

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

La densidad del agua esta respecto a la variación de la temperatura con la que se trabaja, por lo cual se realiza una interpolación para hallar la densidad del agua a dicha temperatura. Obteniendo a la temperatura de 16°C una ρ_{H_2O} de 0,99753 g/ml.

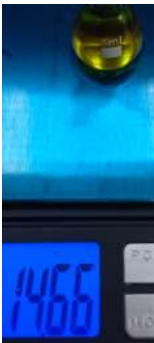


$$V_p = \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{5,24 \text{ g}}{0,99753 \text{ g/ml}} = 5,253 \text{ ml}$$

Posterior a obtener el volumen del picnómetro calculado se prosigue hallando el factor de corrección y con esto se halla la densidad real corregida.

$$K = \frac{V_p}{V_t} = \frac{5,253 \text{ ml}}{5 \text{ ml}} = 1,0506$$

Tabla 34:

Datos obtenidos de la densidad sin corregir

Aceite obtenido por extracción sólido y líquido	Comparación de ácidos grasos insaturados	Aceite obtenido por prensado
		
14,67 g	$\rho_c = \frac{m_{p+m} - m_p}{V_t}$ $\rho_r = \frac{\rho_c}{K}$	14,66 g
14,67 g		14,68 g
14,66 g		14,67 g
14,68 g		14,69 g
14,69 g		14,68 g
Promedio = 14,674		Promedio = 14,676
$\rho_c = 0,9348 \text{ (g/ml)}$		$\rho_c = 0,9352 \text{ (g/ml)}$

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

A los resultados obtenidos respecto a la densidad real calculada se los corrige con el fin de obtener un resultado más preciso en el momento de hallar la densidad del aceite.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Posteriormente se realiza la comparación que existe respecto la densidad sin corregir con la densidad corregida.

Tabla 35:

Densidad sin corregir y corregida

ACEITE OBTENIDO POR EXTRACCIÓN SÓLIDO Y LÍQUIDO	ACEITE OBTENIDO POR PRENSADO
$\rho_c = 0,934(\text{g/ml})$	$\rho_c = 0,935 (\text{g/ml})$
$\rho_r = 0,889 (\text{g/ml})$	$\rho_r = 0,890 (\text{g/ml})$

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

Al obtener la densidad real corregida se prosigue analizando la cantidad en volumen que se puede obtener en el proceso, reflejando que se halla un 25,61 ml de aceite por cada 100gramos de semilla tal como se observa en la **Tabla 36**.

Tabla 36:

Volumen de aceite que se puede obtener por cada 100 gramos de semillas.

MÉTODOS	RENDIMIENTO (%)	V (ml)
Prensado en frío	9,054	10,173
Extracción sólido y líquido Éter de petróleo (20 - 40) °C	13,739	15,437

Fuete: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

Al analizar el rendimiento se obtiene con el aceite obtenido por extracción sólido y líquido se verifica que se encuentra por encima del que se obtiene en el Perú (Barriga , Churata , & Tinoco, 2018), donde refleja que encontraron un rendimiento del $12,47 \pm 0,4\%$ con éter dietílico. A pesar que son residuos con los que se trabajó se llega a encontrar un rendimiento del $13,739\%$ con una fracción del 20 a 40 °C del éter de petróleo.

Existe una gran variedad de semillas de uva que refleja la diversidad de las bayas, por lo tanto, hay estudios donde se refleja que se puede encontrar que el rendimiento del aceite puede ser del $7,3\%$ al $22,4\%$ (Gorotiza Saez de Adad, 2022).

Con los resultados obtenidos reflejan que se obtiene un rendimiento del $9,054\%$ por prensado y a su vez con la extracción sólido y líquido se puede llegar a tener como rendimiento total un $22,793\%$, por lo tanto, se comprueba que está por encima de los resultados obtenidos

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

por (Barriga , Churata , & Tinoco, 2018) donde reflejan que posterior de usar varios métodos en la obtención del aceite en las semillas de uva obtuvieron como rendimiento máximo por extracción del ácido graso mediante fluidos supercríticos con un rendimiento de $16,5 \pm 0,4\%$.

6.2.2. Prueba de método instrumental en el aceite

Se utiliza para separar y cuantificar los diferentes ácidos grasos presentes en el aceite, para tal efecto se realiza la cromatografía de gases y masas. Como se trata de un aceite que se encuentra en fase viscosa se debe aumentar la estabilidad térmica por lo cual previo a llevar la muestra a la cromatografía de gases y masas se realiza una derivatización por el método FAMES para que pase la muestra de un estado menos volátil a un estado más volátil.

A su vez se debe tener en cuenta que la materia prima proviene de los residuos obtenidos en el mes de abril del 2022, posterior a la elaboración del vino se realiza la selección de las semillas las cuales se las almacena. Como también se aclara que para preservar las semillas y el aceite no se usa ningún compuesto adicional.

6.2.2.1. Resultado del aceite obtenido por prensado en GC-MS

El aceite es obtenido posterior a realizar el prensado en febrero de 2023, al que se lo preserva en un refrigerador hasta el mes de diciembre del mismo año donde se llega a realizar la cromatografía de gases y masas en el Instituto de Investigaciones de Química (IIQ) donde brinda resultados de los ácidos grasos presentes en la muestra.

Tabla 37:

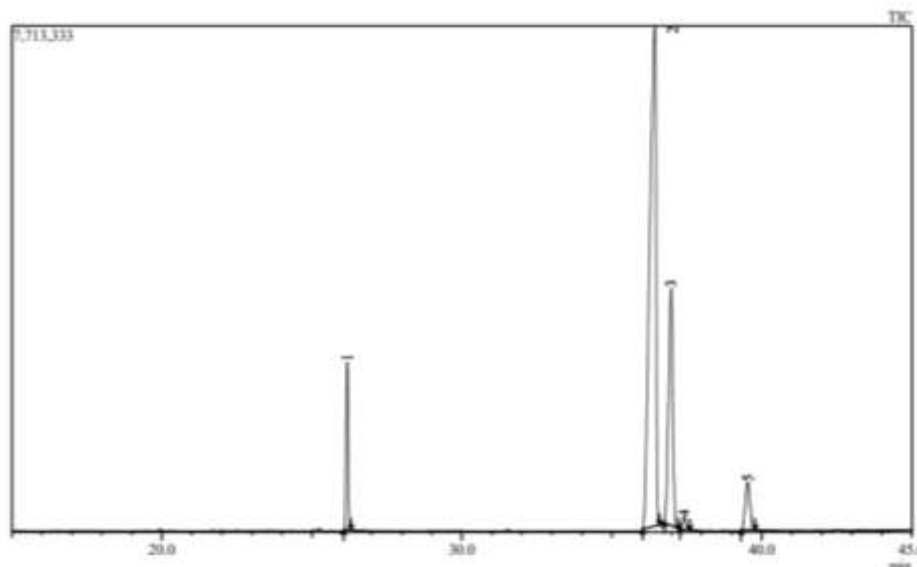
Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de uva por prensado

	R. TIEMPO	ÁREA %	ALTURA %	NOMBRE
1	26,182	7,7	17,40	Éster metílico del ácido palmítico
2	36,443	65,75	51,91	Éster metílico del ácido linoleico
3	36,986	20,93	24,55	Éster metílico del ácido oleico
4	37,417	0,88	1,21	Éster metílico del ácido eláidico
5	39,544	4,74	4,93	Ácido esteárico, éster metílico

Fuente: Resultado obtenido en el IIQ por M. Sc. Santiago Tarqui Tarqui

Figura 33:

Resultados de la espectrometría de masas del aceite por prensado



Fuente: Resultado obtenido en el IIQ por M. Sc. Santiago Tarqui Tarqui

Se debe tener en cuenta que los ácidos grasos presentes en el aceite por prensado son analizados en la cromatografía por gases y masas posterior a que se almacenara el aceite por varios meses.

Al analizar los resultados obtenidos respecto del aceite de semillas de uva por prensado en frío se comprueba que la cantidad de los ácidos oleico y linoleico se encuentran dentro de los rangos bibliográficos donde hace referencia a que se encontró entre 61,36% y 66,47% de ácido linoleico, seguido del monoinsaturado ácido oleico oscilaron entre 20,53% y 24,88% (P. B. Navas, 2009)

6.2.2.2. Resultado del aceite obtenido por extracción sólido y líquido en GC-MS

El aceite es obtenido posterior a realizar la extracción sólido y líquido en julio de 2023, al que se lo preserva a temperatura ambiente hasta el mes de diciembre del mismo año donde se llega a realizar la cromatografía de gases y masas en el Instituto de Investigaciones de Química (IIQ).

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 38:

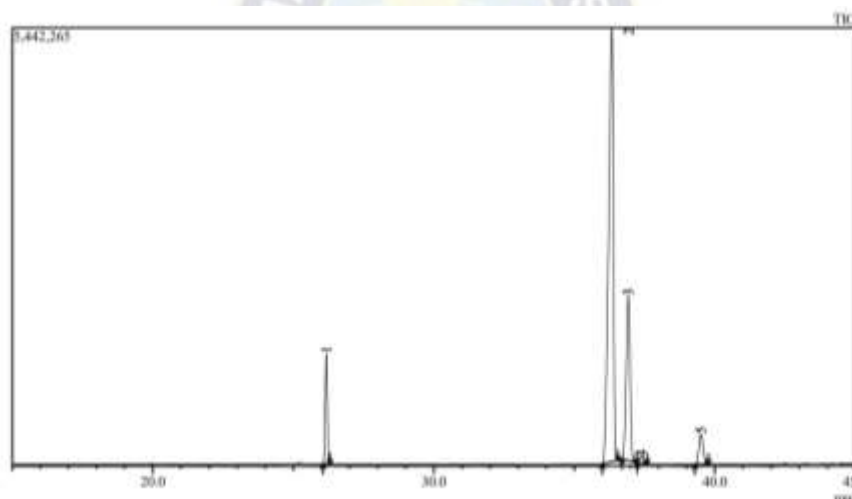
Composición de ácidos grasos del aceite de las semillas de uva por extracción sólido y líquido

	R. TIEMPO	ÁREA %	ALTURA %	NOMBRE
1	26.175	7,28	14,78	Éster metílico del ácido palmítico
2	36,340	67,10	58,16	Éster metílico del ácido linoleico
3	36,923	20,59	22,15	Éster metílico del ácido oleico
4	37,382	0,82	0,91	Éster metílico del ácido elaídico
5	39,507	4,21	4,01	Ácido esteárico, éster metílico

Fuente: Resultado obtenido en el IIQ por M. Sc. Santiago Tarqui Tarqui

Figura 34:

Resultados de la espectrometría de masas del aceite por extracción sólido y líquido



Fuente: Resultado obtenido en el IIQ por M. Sc. Santiago Tarqui Tarqui

Los resultados obtenidos por cromatografía de gases y masas son procedencia de haberlos conservado por varios meses y a su vez tener en claro que provienen de residuos.

6.2.2.3. Análisis de los resultados obtenidos por cromatografía de gases y masas en el aceite.

Se puede observar los resultados obtenidos en los dos espectros de masas donde hace referencia al porcentaje de ácidos grasos que presentan los dos aceites.

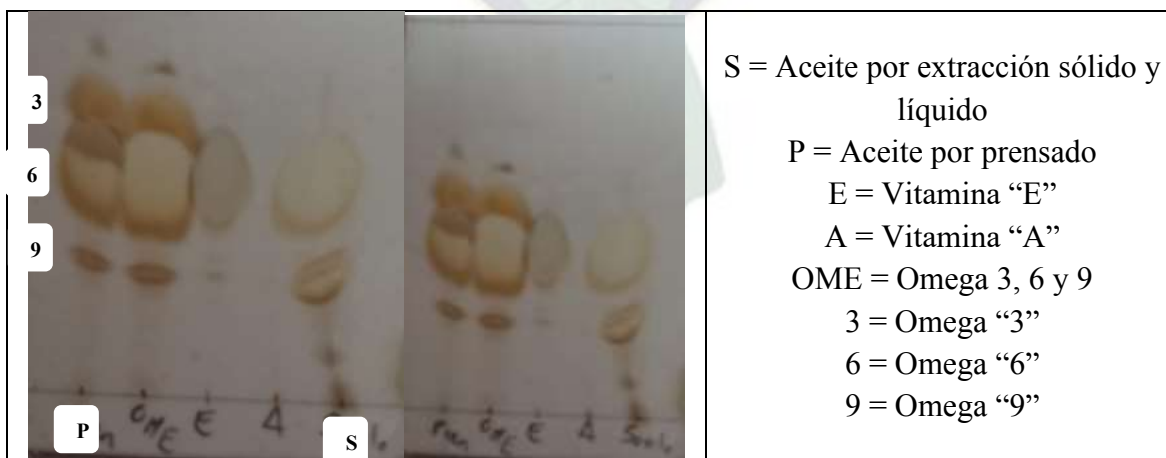
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- El ácido linoleico en ambos casos es el que predomina siendo el compuesto mayoritario, es un ácido graso poliinsaturado que contiene más de un doble enlace y a temperatura ambiente es líquido.
- En segundo lugar, para ambos casos se encuentra el ácido oleico el cual es un ácido monoinsaturado y a temperatura ambiente es líquido
- El ácido palmítico para ambos aceites se encontraría en el tercer lugar el cual se asemeja a un ácido graso saturado lo que significa que no presenta dobles enlaces y a temperatura ambiente es sólido.
- En el cuarto lugar para los dos aceites se encuentra el ácido esteárico o éster metílico como un ácido graso saturado el cual a temperatura ambiente es sólido.
- El ácido eláidico representa menos del 1% en los dos aceites y a temperatura ambiente sólido.

Por lo expuesto el aceite de semillas de uva cuenta con un alto contenido de ácidos grasos que se pueden industrializar debido a sus propiedades benéficas que estas pueden brindar al ser humano, para tal efecto se realiza una cromatografía de capa fina que se la puede observar en la **Tabla 39** para corroborar la existencia de estos ácidos grasos.

Tabla 39:

Comparación de ácidos grasos presentes en el aceite.



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

El omega 3, 6 y 9 son ácidos grasos esenciales que se observa en la placa, donde se puede verificar que el aceite obtenido por prensado contiene los tres ácidos grasos, en tanto el

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

aceite obtenido por extracción sólido y líquido solo contiene el omega 6 y 9, debido a que el omega 3 es sensible a la temperatura. Estos ácidos grasos también se los puede identificar como:

- Omega 3 o ácido alfa linolénico (ALA) es un ácido graso poliinsaturado (PUFA).
- Omega 6 o ácido linoleico (LA) es un ácido graso poliinsaturado (PUFA).
- Omega 9 o ácido oleico es un ácido graso monoinsaturado (MUFA).

Por lo expuesto se puede corroborar que los resultados obtenidos por cromatografía de gases y masas brinda los mismos resultados obtenidos por cromatografía de capa fina. Como también se puede observar que los aceites obtenidos contienen antioxidante.

6.3. ANÁLISIS DE LOS ÁCIDOS GRASOS ENCONTRADOS.

Con el fin de explicar de forma más detallada todo lo expuesto anteriormente se realiza una comparación entre los ácidos grasos encontrados con capsulas adquiridas en la farmacia de características conocidas para la comparación. Por lo tanto, se debe tener en claro que puntos se tiene que analizar.

Para tal efecto se toma en cuenta todos los ácidos grasos encontrados en los diferentes métodos usados. Los aceites y grasas que se encontraron contaban con características similares y diferentes entre ellos, tal como se ve en la **Tabla 40** la que refleja los aceites y grasas que se puede obtener en un mismo proceso.


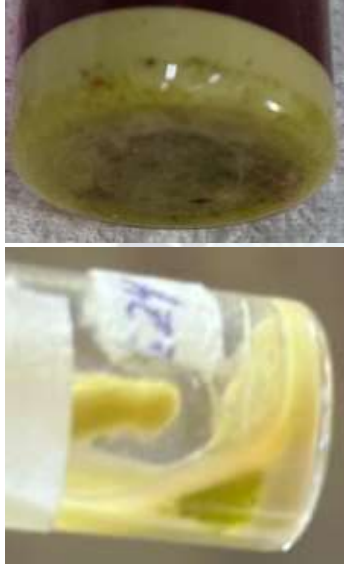


Estos resultados son verificados previamente, donde antes de confirmar que son grasas o aceites se analiza su polaridad que muestra la solubilidad con los compuestos apolares y la insolubilidad que tienen con los compuestos polares.

A su vez se comprueba que la grasa de color crema que se halla con el alcohol o con el éter de petróleo son mas resistentes a la temperatura que la grasa de color amarillo la cual muestra una debilidad con la temperatura pasando de un estado sólido a un estado líquido tal como se puede ver en la **Tabla 40**.

Al tener claro los resultados, se los describe y compara con detalle los aceites obtenidos en la **Tabla 42** y las grasas en la **Tabla 41**.

Tabla 40:

Ácidos grasos obtenidos en el proceso de la metodología.

ÁCIDO GRASO OBTENIDO POR PRENSADO	ÁCIDO GRASO OBTENIDO POR EXTRACCIÓN SÓLIDO Y LÍQUIDO (CON ALCOHOL)	ÁCIDO GRASO OBTENIDO POR EXTRACCIÓN SÓLIDO Y LÍQUIDO (CON ÉTER)	
		Éter 20-40	Éter 40-60
			
Solo se recuperó el ácido graso insaturados y no así el	Los ácidos grasos que llegan a sedimentar, se los puede observar a simple vista por su color, textura y por el tamaño que presentan. También se nota el que es sensible a la temperatura.	Los ácidos grasos obtenidos en la fracción de 20 a 40 en gran mayoría son ácidos grasos insaturados. En la fracción de 40 a 60 se obtiene ácidos grasos insaturados y saturados.	

Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

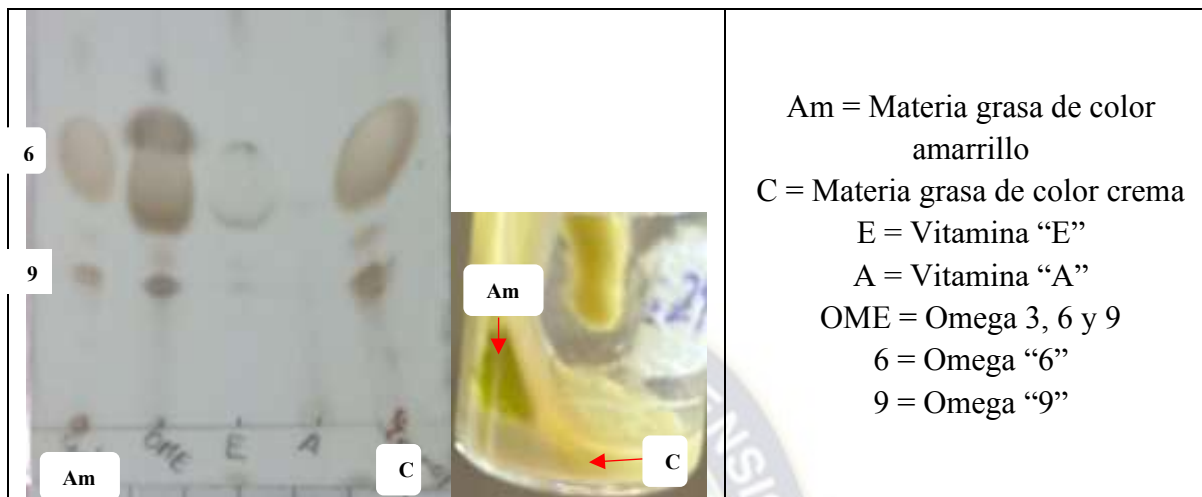
6.3.1. Ácidos grasos obtenidos por extracción sólido y líquido con alcohol.

Se confirma en la **Tabla 41** la existencia de materia grasa donde los ácidos grasos obtenidos presentan similitudes al presentar el omega 6 y 9, pero también ambas carecen del omega 3, como también se puede ver en el revelado la diferencia que presentan respecto a la cantidad de ácidos grasos obtenidos.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 41:

Ácidos grasos presentes en el aceite obtenido por extracción sólido y líquido con alcohol.



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

La materia grasa de color amarillo y de color crema muestra que ambos ácidos grasos obtenidos contienen antioxidantes debido a los tocoferoles que presentan.

6.3.1. Ácidos grasos obtenidos por extracción sólido y líquido con éter de petróleo.

Los resultados de la **Tabla 42** muestran que se obtuvo aceite en las dos fracciones con las que se trabajó y a su vez también se encontró ácidos grasos saturados. Estos datos obtenidos en las fracciones demuestran que los aceites contienen vitaminas y también presentan el omega 6 y 9, pero a su vez carecen del omega 3.

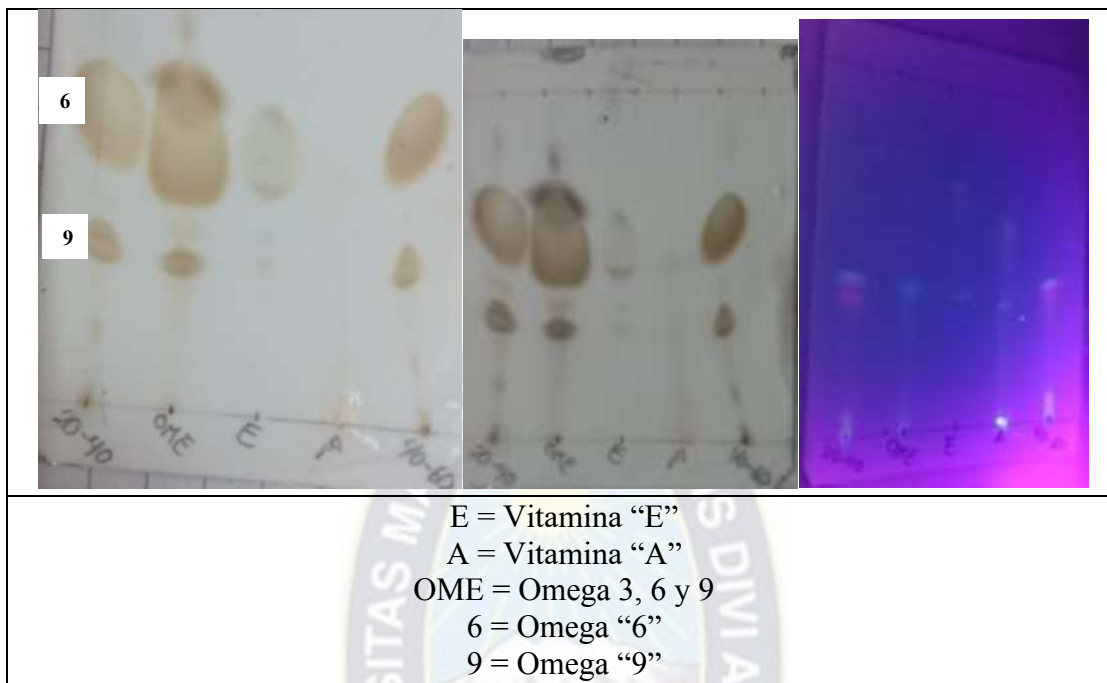
La sensibilidad con respecto a la temperatura es mayor para el omega 3 y reduce gradualmente con el omega 6 y 9. Por lo tanto, se confirma que no se encuentra en los aceites y grasas que se obtuvieron por encima de la temperatura ambiental, de esta forma se confirma que el aceite por prensado es el único que contiene omega 3.

Al trabajar a temperaturas altas por largo tiempo se puede ver polímeros de color café oscuro en la parte inferior de los ácidos grasos, esta formación de polímeros son ácidos grasos que se llegaron a quemar en el proceso.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Tabla 42:

Ácidos grasos presentes en el aceite por extracción sólido y líquido con éter de petróleo.



Fuente: Resultado obtenido en la elaboración del proyecto

CAPÍTULO N°7

DISEÑO A NIVEL BENCH SCALE PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE

CAPÍTULO N°7

DISEÑO A NIVEL BENCH SCALE PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE

Para tal efecto se toma las mejores condiciones de operación del diseño experimental, de esta manera se usa como base los datos obtenidos en el prensado en frío y en el equipo Soxhlet con los cuales se llegó a trabajar en el laboratorio. Por lo tanto, se realiza dos diseños a nivel Bench Scale en los dos puntos óptimos de obtención del aceite de semillas de uva.

7.1. DISEÑO A NIVEL BENCH SCALE PARA UN RECIPIENTE ADECUADO PARA UNA PRENSA

Para diseñar un recipiente que pueda soportar la fuerza para comprimir las semillas, primeramente, se examina que tipo de prensa puede ser adecuada. Por tal motivo se analiza de forma detallada los parámetros y características de las prensas existentes.

Tabla 43:

Parámetros y características que se debe analizar antes de la comprar la prensa

Parámetros de análisis		Características
Selección de la presión (P)	Prensa mecánica	Tiene un manejo rápido, carece de flexibilidad y es de manera mecánica. Presión mediante un volante de inercia. Necesita poco mantenimiento.
	Prensa neumática	Requiere de un armado específico, son más rápidas que las prensas hidráulicas. Presión ejercida por un gas o aire. Necesita mantenimiento.
	Prensa hidráulica	El trabajo que realiza es de forma lenta y requiere de un armado específico para comprimir. Presión ejercida por un fluido. Necesita mantenimiento constante.
Tipo de prensado	Prensado en frío	Menor cantidad de aceite pero más rico en sustancias activas.
	Prensado en caliente	Mayor cantidad de aceite y con el peligro de destrucción de algunos componentes del mismo.

Fuente: Información recolectada de varias fuentes

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

De lo anterior, es evidente que lo más recomendable es usar una prensa mecánica, debido a la facilidad de su uso, costo accesible y por qué no se trabaja con altas presiones para obtener los ácidos grasos, de este modo se asegura la integridad de las sustancias activas que puede presentar el aceite.

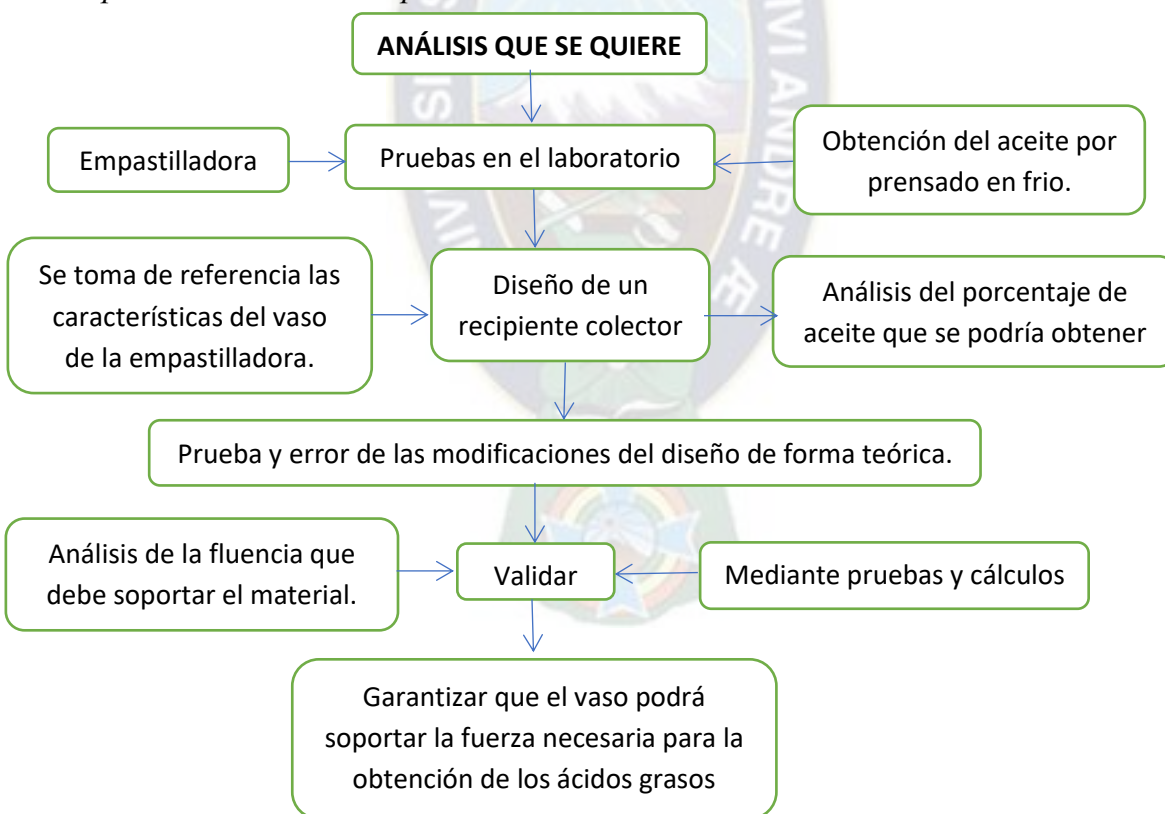
Posterior de tener claro que prensa se va usar para ejercer la fuerza se prosigue con el diseño del vaso.

7.1.1. Análisis del recipiente

El recipiente a diseñar será usado para obtener ácidos grasos en el momento de ejercer la fuerza necesaria con la prensa y de esta forma romper el hueso de la semilla.

Figura 35:

Análisis para el diseño del recipiente colector



Fuente: Información desarrollada posterior a varias pruebas realizadas.

El diseño del recipiente colector de la muestra está en base a la empastilladora de Ciencias Puras, para tal efecto se lo adecua para obtener aceite por prensado en frío. De esta manera la idea del presente diseño se toma en cuenta el manejo, limpieza y mantenimiento,

con el fin de que sea de fácil acceso para todos, como también se analiza la cantidad de fuerza necesaria que se necesita para obtener el aceite.

7.1.2. Diseño del vaso colector para la materia prima

Para el diseño del recipiente se realizará un escalamiento por similaridad estática, la cual es una extensión del concepto de similaridad geométrica.

La similaridad estática se presenta en los cuerpos sólidos sujetos a esfuerzos constantes donde sus deformaciones relativas son tales que permanecen geoméricamente similares. La relación de las fuerzas netas F que actúan en puntos correspondientes en sistemas con similaridad elástica está basada por la relación de los módulos elásticos entre el modelo y el prototipo. (Anaya A. & Pedroza H., 2008)

Donde:

σ^* = es la relación de los módulos de elasticidad entre el modelo y el prototipo.

σ'' = módulo de elasticidad del modelo

σ = módulo de elasticidad del prototipo

$$\sigma^* = \frac{\sigma''}{\sigma}$$

Por lo expuesto para analizar el módulo de elasticidad, se lo hace en función del pistón, para lo cual se toma a la fuerza constante tanto para el prototipo y para el modelo, debido a que la fuerza que se necesita para comprimir las semillas es la misma, para tal efecto el diámetro del pistón será igual a 5 cm.

$$\sigma^* = \frac{\frac{F}{\pi * R^2}}{\frac{F}{\pi * r^1}} = \frac{\frac{3}{2,5^2}}{\frac{1}{0,5^2}} = 0,12$$

Posteriormente se analiza la fuerza necesaria que debe soportar el vaso para evitar la fluencia, para tal efecto se usará la fuerza máxima encontrada en el prensado con un coeficiente de seguridad de 3, esto será con el fin de encontrar la fatiga bajo condiciones combinadas que deberá soportar el vaso en situaciones extremas.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

$$\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2 = \sigma_E = \left(\frac{S}{n}\right)^2$$

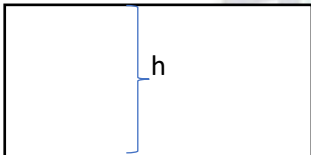
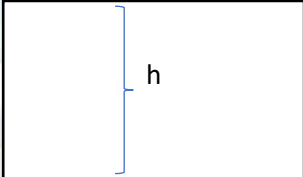
Para tal caso se analizará la tensión específica de la barra (σ_1) y la tensión específica del vaso (σ_2), con este análisis se tendrá:

$$\left(\frac{F}{A_1}\right)^2 - \frac{F}{A_1} * \frac{F}{A_2} + \left(\frac{F}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{S}{n}\right)^2$$

Además, se debe tener en cuenta que el área de estudio es la superficie donde se aplica la fuerza.

Tabla 44:

Datos para la determinación de la tensión específica

PARA σ_1	PARA σ_2
	
$A_1 = S * h = 2 * \pi * r * h$	$A_2 = S * h = 2 * \pi * r * h$

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto

$$\left(\frac{F}{A_1}\right)^2 - \frac{F}{A_1} * \frac{F}{A_2} + \left(\frac{F}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{S}{n}\right)^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_2$$

$$\left(\frac{F}{A}\right)^2 = \left(\frac{S}{n}\right)^2$$

Ahora bien, para la fuerza de trabajo se analiza la fuerza máxima que se encuentra posterior a realizar las pruebas para diferentes productos, a su vez se decide tomar un factor de seguridad.

Resulta claro que la fuerza máxima es la que se ejerce para la semilla de Cabernet dando como resultado 29,42 (N), con el fin de encontrar la fuerza adecuada para el diseño se decide redondear a 30 (N).

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

$$S = \frac{F}{A} * n = \frac{3 * 30}{2 * \pi * 1 \text{ cm} * 5 \text{ cm}} = 2,865 \left(\frac{N}{\text{cm}^2} \right)$$

Tabla 45:

Datos obtenidos para la fuerza necesaria a usar

	% Aceite	F(N)
Linaza	14,51336	19,61330
Maní	13,02956	19,61330
Sésamo	10,88437	11,76798
Uva Cabernet	2,00361	29,41995

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto.

La fluencia encontrada para la deformación del vaso se la debe comparar con la fluencia del material de acero inoxidable obtenido del código ASME.

$$S_{\text{calculado}} < S_{\text{tablas}}$$

Con esta comparación y análisis de la fluencia calculada con respecto de la fluencia de tablas se puede demostrar que el vaso no tendrá dificultad al soportar la fuerza que se le va ejercer. Posteriormente se prosigue analizando el área que se va necesitar para el diseño, para tal caso se usa el escalamiento estático.

$$0,12 = \frac{\frac{3 * F}{2 * \pi * 5 * H}}{\frac{F}{2 * \pi * 1 * 5}}$$

$$H = 25 \text{ cm}$$

Finalmente, para corroborar lo descrito anteriormente se prosigue con un escalamiento geométrico para obtener las medidas del recipiente a diseñar, para facilitar la obtención de los ácidos grasos. Para tal efecto se halla el factor de escala:

$$n_{\text{factor de escala}} = \frac{5 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 5$$

De esta manera se puede notar que si se analiza la altura del recipiente donde se va ejercer la fuerza, esta se la puede obtener ya sea por escalamiento estático o por escalamiento geométrico, donde se obtiene el mismo resultado.

$$H = n_{\text{factor de escala}} * h = 25 \text{ cm}$$

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

El análisis precedente es encontrar las medidas correspondientes al diseño del recipiente con el factor de escala. Para tal efecto lo primero que se realiza es analizar el prototipo donde se ejerce la fuerza en forma de un cilindro regular, el cual presenta las siguientes dimensiones:

Tabla 46:

Características de la empastilladora.

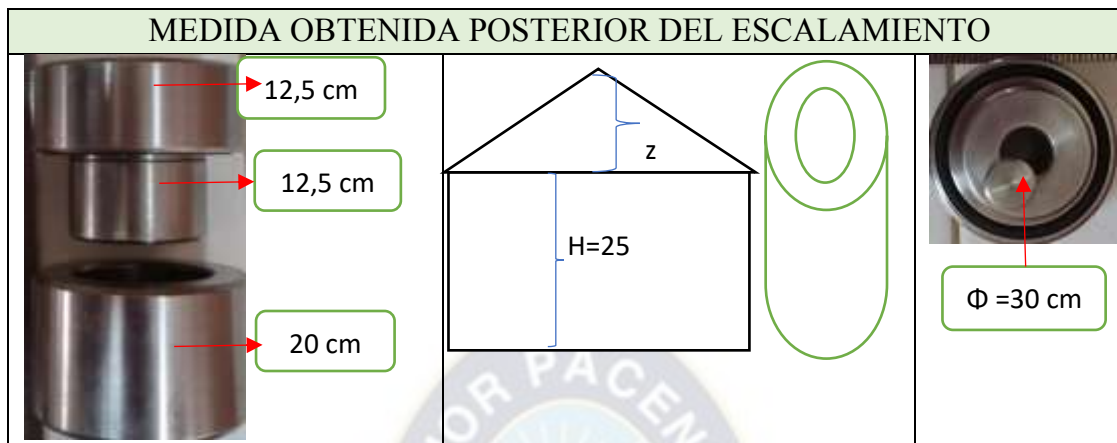
	
<p>La fuerza fue dada por una prensa mecánica la cual era adecuada para el vaso de la empastilladora.</p>	<p>El vaso usado era adecuado para obtener pastillas, por tal efecto se decide diseñar un vaso adecuado para obtener un aceite.</p>
<p>MEDIDA DEL VASO COLECTOR</p>	
	

Fuente: Resultados obtenidos en el proyecto

En función de lo planteado se halla las nuevas medidas que debe tener el recipiente y a su vez se gráfica la nueva forma que va presentar el recipiente usando el escalamiento geométrico.

Tabla 47:

Datos obtenidos por escalamiento geométrico y forma del recipiente.



Fuente: Resultados obtenidos en el proyecto

En relación al diseño y al volumen que se llega a escalar se analiza la cantidad mínima que se debe llenar el recipiente con la muestra.

Visto de esta forma dependiendo de la muestra, se puede obtener un mínimo de 0,015% y un máximo de 20% de ácidos grasos, a su vez se debe señalar que los aceites, grasas y compuestos característicos se pueden acumular en cualquier tipo de órgano vegetal, principalmente en las semillas, frutos, flores, hojas, corteza y raíces. En algunos casos todos los órganos vegetales de la misma especie contienen los mismos compuestos característicos, sin embargo, la cantidad cualitativa y cuantitativa puede variar dependiendo de la localización de dichos órganos en la planta. (CD-P-SC, 2016)

Para tal efecto se calcula el volumen máximo y mínimo, para posteriormente tener una idea clara de la altura a la que se le debe llenar el recipiente para analizar.

Donde

V= volumen del vaso colector

H= altura = 12 cm

Ø= diámetro = 5 cm

$V_{m\acute{a}x}$ = Volumen Máximo

$V_{m\grave{i}n}$ = Volumen mínimo

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

$$V = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * H$$

$$V = \frac{\pi}{4} * 5^2 * 25 = 490,874 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{mín}} = 0,00015 * V * \frac{\% \text{llenado}}{100\%}$$

$$V_{\text{máx}} = 0,2 * V * \frac{\% \text{llenado}}{100\%}$$

Tabla 48:

Volumen máximo y mínimo que se puede obtener de aceite

PORCENTAJE DE LLENADO	VOLUMEN MÁXIMO (ml)	VOLUMEN MÍNIMO (ml)
100%	98,175	0,0736
75%	73,631	0,0552
50%	49,087	0,0368
25%	24,544	0,0184

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto.

Es evidente que al analizar los límites máximos y mínimos en la obtención de los ácidos grasos por prensado, se puede concluir que, este método no es adecuado cuando se trabaja con las hojas, flores, tallos y epicarpio de los frutos, esto se debe a que se obtendría un volumen mínimo de aceite por tal efecto lo recomendable es obtener aceites esenciales, pero en caso de contar con semillas o algún órgano de la planta que presente un porcentaje alto en ácidos grasos el prensado brinda resultados óptimos.

7.2. DISEÑO A NIVEL BENCH SCALE PARA UN EQUIPO SOXHLET

Debe señalarse que para el diseño a nivel Bench Scale se analiza la diversidad de la uva con la que se cuenta cada vendimia, para poder realizar vinos y singanis en base a la maceración de su jugo. Aclarando que la temperatura es una variable independiente y que incide de forma notoria en todo el proceso, por tal motivo se la debe controlar con un sensor de temperatura que brinde una señal que este dentro de los límites requeridos.

7.2.1. Análisis del proceso

Por los resultados obtenidos en la obtención del aceite de semillas de uva se ve conveniente realizar un escalamiento en base al proceso para llevar de un tamaño menor a mayor para una operación, en este caso es convertir de la escala de investigación (laboratorio) a escala industrial (producción), para tal efecto se hace un escalamiento geométrico porque existe similitud para todo punto en el primer cuerpo, existe un punto en el segundo. (Anaya A. & Pedroza H., 2008)

Por lo tanto, se usa los datos obtenidos en el departamento de Tarija, con el fin de tener un aproximado de la materia prima para trabajar durante un año. Dentro de este orden los cultivos de la vid presentan un rendimiento de 6,80 TM/Ha (Toneladas métricas sobre hectárea). (CENAVT, 2009)

Las hectáreas cultivadas en el departamento de Tarija van en aumento tal como se ve en la **Tabla 5** por lo que hace referencia al aumento de áreas cultivadas, encontrando como dato a la producción de las gestiones 2009 al 2013, donde las hectáreas llegaron a 2320. Por los datos expuestos se concluye, que al paso de los años sigue creciendo las hectáreas cultivadas de la vid. Tomando como inicio este punto.

$$2320\text{Ha} \times \frac{6,80\text{ TM}}{1\text{ Ha}} = 15776\text{ TM}$$

A su vez se cuenta con la distribución que se realiza de la producción total de la uva, en la que se puede hablar de que un 30% se comercializa como uva de mesa, el 44% como insumo para la producción de vino y el 26 % restante como insumo para la producción de singani (FAUDAPO, FORMIN, & ANIV, 2013). Siendo evidente que se genera una cierta cantidad de merma posterior a la producción del vino y singani.

$$15776\text{ TM} \times 0,7 = 11043,2\text{ TM}_{\text{Producción de vino y singani}}$$

La cantidad de orujo que se obtiene al elaborar el vino o singani varía según la variedad de uva a tratar. Si se analiza 100 Kg de uva se puede obtener un 12% a un 15% como aproximado de orujo el cual puede aumentar si el tamaño de la baya de la uva disminuye, el restante 85% a 88% llegaría a ser el jugo obtenido (Tolada, 2021), por consiguiente:

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

$$11043,2 \text{ TM}_{\text{Producción de vino y singani}} \times \frac{12 \text{ TM}_{\text{orujo}}}{100 \text{ TM}_{\text{Producción de vino y singani}}} \\ = 1325,184 \text{ TM}_{\text{orujo}}$$

Posteriormente se tomará en términos de peso húmedo, las semillas de uva que representan un 25% a un 35% del orujo. (Gorotiza J. & Gómez A., 2013)

$$1325,184 \text{ TM}_{\text{orujo}} \times \frac{25 \text{ TM}_{\text{semilla}}}{100 \text{ TM}_{\text{orujo}}} = 331,296 \text{ TM}_{\text{semilla}} = 331296 \text{ Kg}_{\text{semilla}}$$

Por lo expuesto se debe aclarar que la información recopilada de las áreas cultivadas es de aproximadamente 10 años atrás por lo cual este diseño estará adecuado para analizar la cantidad de semillas con las que se podría trabajar, como también se toma en cuenta los porcentajes mínimos para contar con un aproximado de 331296 Kg_{semilla} como reserva para la obtención del aceite, hasta que llegue la próxima vendimia.

Para tal efecto se prosigue analizando que cantidad de semilla llegaría a ser el flujo diario a trabajar, considerando que cada mes se podría tener como un aproximado de 20 días hábiles de trabajo, excluyendo los feriados y los fines de semana.

$$\frac{331296 \text{ Kg}_{\text{semilla}}}{12 \text{ meses}} \times \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}} = 1380,4 \frac{\text{Kg}_{\text{semilla}}}{\text{día}}$$

La cantidad aproximada que se tendría por día para trabajar es de 1380,4 Kg_{semilla}/día, por consiguiente, se prosigue examinando el tiempo que se necesita para cada lote. Para tal efecto se usa los datos obtenidos en el laboratorio.

Como se obtiene mayor porcentaje de aceite al trabajar a una temperatura menor a los 30°C donde se evidencia que el tiempo que demora en llegar al 3^{er} reflujo tarda aproximadamente 140 minutos y posterior al aumento de la temperatura el tiempo va en descenso, estos datos respecto del tiempo se reflejan en el Anexo C. Con estos resultados se concluye que para cada proceso se va necesitar 140 minutos, además se debe tomar en cuenta que es un proceso discontinuo por tal razón se asume que necesita 40 minutos para continuar trabajando en el equipo. Se asume que al día se va trabajar 8 horas diarias.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

$$180 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ hora}} \times \frac{1380,4 \text{ Kg}_{\text{semilla}}}{1 \text{ día}} = 517,65 \text{ Kg}_{\text{semilla}}$$

Para cada proceso de obtención del aceite de semilla de uva se necesita como aproximado 517,67 Kg _{semilla}, es por ello que de aquí se toma como referencia para el escalamiento $\frac{1}{4}$ de 517,67Kg _{semilla}, debido a que no se puede afirmar que todos los productores de vinos y singanis puedan unir sus residuos para posteriormente obtener las semillas.

Todo este estudio fue realizado debido a la entrevista con el director de CENAVIT, Candido Tolada (2021), donde hace referencia que Tarija (CENAVIT) contaba con un equipo que tiene la capacidad de procesar una gran cantidad de semillas para obtener aceite de estas, pero a su vez indica que era una inversión que habían realizado los productores con ayuda del municipio y otras fundaciones, con un resultado negativo debido a que toda la semilla recolectada en la vendimia no alcanzaba para satisfacer al equipo ni por un mes. Por tal razón indica que su falla fue confiar en alguien que no realizo el estudio adecuado de la producción que se realiza cada vendimia y según eso realizar la compra.

Por lo expuesto el resultado de $\frac{1}{4}$ de 517,67 Kg _{semilla} da 129,42 Kg _{semilla}, a partir de este resultado el equipo a escalar será para trabajar con 120 Kg _{semilla}.

7.2.2. Determinación del factor de escala

En ingeniería, un factor de escala es un número que se utiliza para aumentar o disminuir las dimensiones de un objeto, sistema o proceso. El factor de escala se calcula dividiendo las dimensiones del sistema a escalar por las dimensiones del proceso original (Shirgley J. & Mischke C., 2013). La cantidad de semillas que se usó en el cartucho del sifón era como máximo 30 gramos, por lo cual no se llegó a sobrepasar del límite máximo del cartucho.

En relación de la idea se decide primeramente hallar el límite máximo que se puede colocar de muestra en el cartucho, para tal fin se determina el volumen del cartucho en el sifón, para tal efecto se usa la **Tabla 25**.

$$V = \frac{\pi * 4,128^2 * 12}{4} = 160,6 \text{ cm}^3$$

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Posteriormente se realiza la conversión de masa a volumen, para tal efecto se usa la densidad de la semilla de uva la cual es de $0,89 \text{ g/cm}^3$.

$$160,6 \text{ cm}^3 \times \frac{0,89 \text{ g}_{\text{semilla}}}{1 \text{ cm}^3} = 142,934 \text{ g}_{\text{semilla}}$$

Si se desea llenar el cartucho por completo con semillas de uva nos indica que para $160,6 \text{ cm}^3$ se necesita $142,934 \text{ g}_{\text{semilla}}$, por lo tanto, se debe tomar en cuenta que no es aceptable llenar el cartucho por completo, por eso se asume que se va llenar hasta el 80% de su capacidad dando como resultado $114,35 \text{ g}_{\text{semilla}}$. Por lo expuesto para $160,6 \text{ cm}^3$ se usará $114,35 \text{ g}_{\text{semilla}}$.

Cabe considerar que para trabajar $120 \text{ Kg}_{\text{semilla}}$, es una cantidad grande por tal motivo se decide realizar un diseño en serie, por donde se pueda recircular el agua de 24 refrigerantes dado como resultado $5 \text{ Kg}_{\text{semilla}}$, a su vez ayudaría a tratar en conjunto variado de semillas por separado.

Por lo expuesto el factor de escala es:

$$n_{\text{factor de escala}} = \frac{5000 \text{ g}_{\text{semilla}}}{114,35 \text{ g}_{\text{semilla}}} = 43,725$$

Tabla 49:

Dimensiones del proceso original (Equipo Soxhlet)

	DIMENSIÓN ORIGINAL
REFRIGERANTE	D** = 3,8197 cm H**= 20 cm
SIFÓN	d* = 4,128 cm h* = 12cm
MATRAZ	D = 7,816 cm

Fuente: Información obtenida en la elaboración del presente proyecto

Volumen original del cartucho

$$V = \frac{\pi \times 4,128^2 \times 12}{4} = 160,6 \text{ cm}^3$$

Volumen original del matraz

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

$$V = \frac{\pi \times 7,816^3}{6} = 250 \text{ cm}^3$$

Volumen original del refrigerante

$$V = \frac{\pi \times 3,819^2 \times 20}{4} = 229,1 \text{ cm}^3$$

7.2.3. Resultados del escalamiento geométrico

Posterior de contar con el factor de escala se prosigue multiplicando las dimensiones del proceso original por 36,71.

Volumen del cartucho posterior al escalamiento

$$V = \frac{\pi \times 4,128^2 \times 12}{4} \times 43,725 = 7022,315 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{escalado}} = 7,02 \text{ L}$$

Volumen del matraz posterior al escalamiento

$$V = \frac{\pi \times 7,816^3}{6} \times 43,725 = 10931,56 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{escalado}} = 10,93 \text{ L}$$

Volumen refrigerante posterior al escalamiento

$$V = \frac{\pi \times 3,819^2 \times 20}{4} \times 43,725 = 10017,26 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{escalado}} = 10,02 \text{ L}$$

7.3. ANÁLISIS DEL ACEITE QUE SE OBTIENE EN LABORATORIO O A NIVEL BENCH SCALE

El diseño realizado para el proceso tiene el fin de poder analizar la cantidad de aceite que se obtiene en el laboratorio y que cantidad se podría obtener a nivel Bench Scale. Por lo tanto, para cada equipo Soxhlet se necesita 5 Kg y a su vez si se pone en funcionamiento los 24 equipos Soxhlets se llega a necesitar 120 Kg de semillas. Como también no se debe ignorar

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

que habrá un porcentaje de aceite que se obtiene en el prensado en frío y posterior a eso se obtiene el otro porcentaje de aceite extraído por sólido y líquido.

Tabla 50:

Cantidad de aceite que se obtiene a nivel laboratorio y a nivel Bench Scale.

A NIVEL BENCH SCALE			
Masa de semillas (gr)	Prensado en frío (gr)	Extracción sólido y líquido (gr)	Masa del aceite (Kg)
5000	452,705	686,95	1,139
120000	10864,92	16486,8	27,352

Fuente: Resultados obtenidos en la elaboración del proyecto



CAPÍTULO N°8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CAPITULO N°8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

De las características de la materia prima.

- Se comprueba la existencia de minerales en la semilla gracias a que se determinó 2,08 % de cenizas, también se confirma la existencia de compuestos fenólicos y vitaminas en la corteza de la semilla.

Del desarrollo del proceso y determinación de condiciones óptimas de operación

- Se confirma que posterior a los 30°C se obtiene un descenso gradual en el porcentaje de aceite y al aumentar la temperatura con el tiempo se evidencia la presencia de ácidos grasos saturados.
- Se confirma que la metodología realizada dio datos cualitativos significativos en el diseño experimental respecto al porcentaje de confirmación (SI).
- Los resultados obtenidos con los datos cuantitativos del diseño experimental respecto la influencia que tiene la temperatura en el secado posterior del lavado de la semilla, se confirma que por encima de los 30°C son significativos de forma negativa si se aumenta la temperatura respecto al tiempo. En la extracción sólido y líquido en el equipo Soxhlet se confirma que, al trabajar con la fracción de 20°C a 40°C del destilado de éter de petróleo, se demuestra que los factores y los niveles escogidos en el diseño experimental muestran resultados significativos respecto a la variable respuesta.

De la verificación de compuestos fenólicos en el aceite

- Se halló 0,75 gramos de sólidos en el macerado y 0,35 gramos en la fase alcohólica de la extracción sólido – líquido. Confirmando la existencia de compuestos fenólicos totales en la corteza de la semilla donde se halla en mayor proporción de en la fase alcohólica de la extracción sólido y líquido encontrando un 3,15 mg/g de ácido gálico.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- Al analizar los ácidos grasos obtenidos se puede comprobar que el aceite hallado por prensado no contine compuestos fenólicos, sin embargo, el aceite por extracción sólido y líquido presenta trazas en menor escala.

De la caracterización de ácidos grasos

- La densidad obtenida es 0,89 g/ml, estos ácidos grasos presentan antioxidantes por la presencia de tocoferoles. El aceite obtenido por prensado contiene omega 3, 6 y 9, a su vez se nota que el omega 3 se pierde en el aceite por extracción sólido – líquido, concluyendo que llega a ser sensible a la temperatura.
- Los ácidos grasos obtenidos en cromatografía de capa fina y por cromatografía de gases – masas brindan los mismos resultados donde se evidencia el ácido linoleico y oleico.

Del diseño a nivel Bench Scale para la extracción del aceite

- Se comprobó que el escalamiento geométrico brinda los mismos resultados que un escalamiento estático en el diseño del vaso colector.
- Se realizo un escalamiento geométrico para el equipo Soxhlet con un análisis en base a la materia prima que se puede obtener cada año posterior a la vendimia es 15776 TM de uva.

8.2. RECOMENDACIONES

- Realizar análisis del solvente adecuado para la maceración con el fin de recuperar la mayor cantidad de sólidos, para posteriormente separar y purificar compuestos fenólicos presentes en la corteza de las semillas de uva Cabernet.
- Estudiar más variedades de uva y comparar los resultados obtenidos.
- Analizar si los limites encontrados respecto a la temperatura se mantienen constantes o llegan a variar en otras especies de uvas.
- Realizar un estudio de los compuestos fenólicos que presenta la corteza de la semilla de uva para identificarlos y posteriormente purificarlos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya A., & Pedroza H. (2008). Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas Piloto, el paso entre el huevo y la gallina. *Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos*. Monterrey, Mexico.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Mexico.
- Balboa Zalles, J. (2011). Estudios de las variedades de uva de vinificación del valle central de Tarija. La Paz, Bolivia.
- Baracatt Sabat, J. (2009). Memoria de Apoyo a la Cadena Productiva de Uvas, de Vinos y Senganis. Tarija, Bolivia.
- Barrera, D. (2019). Estadística informatizada. La Paz, Bolivia.
- Barriga, M., Churata, O., & Tinoco. (2018). Optimización del rendimiento de la extracción de aceite de semillas *Vitis Vinifera* con CO₂ supercrítico. Lima, Peru.
- Cabeller, C. (2017). Momento adecuado para la cosecha de la uva.
- Catania, C. (Septiembre de 2007). Cabernet Sauvignon.
- CD-P-SC, C. p. (2016). Guía de aceites esenciales en productos cosméticos. España.
- CENAVT. (2009). Memoria Programa de Apoyo a la Cadena Productiva de Uvas, Vinos y Senganis. Tarija, Bolivia.
- Ciruelo.com, E. (s.f.). Propiedades medicinales de la uva.
- Comastri Horacio, T. (1942). Composición química del aceite de semillas de uva Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- Davidiv Pardo, J., & Mc. Clements. (2014). Nutraceutical delivery systems Resveratrol encapsulation in grape seed oil nanoemulsions formed by spontaneous emulsification Food Chemistry.
- Davis. (2023). Polimerización térmica. California, E.E.U.U.
- Diago Santamaria, M. (2010). Efectos sobre el desarrollo vegetativo como así de la producción y composición de la uva. Bolivia.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- Dr. Montes, A. (1993). La alimentación y los alimentos, conservación de los alimentos, los aditivos, legislación bromatológica . *Curso de Bromatología* . Buenos Aires, Argentina.
- Dra. Campos M., G. (2019). Soxhlet del inventor al método. Veracruz, Mexico.
- Fanzone Sanches. (s.f.). Caracterización de la composición fenólica de uvas vinos de la variedad Malbec (*Vitis Vinifera* I). Sevilla, España.
- Farid, & Neda. (2014). Evaluation and determination of minerals Content in fruit *International Journal of Plant, Animal and Environment Sciences*.
- FASER. (s.f.). Todo lo que debes saber sobre el diseño de la máquina industrial .
- FAUDAPO, F., FORMIN, F., & ANIV, A. (Septiembre de 2013). Estudio socioeconómico de la cadena de uvas, vinos y singanis de Bolivia. Tarija, Bolivia.
- Flores Quispe, G. (2018). Las elites de la uva en la región de Luribay. La Paz, Bolivia .
- Flores, V. (2011). Estadística experimental y diseño de experimentos. La Paz, Bolivia.
- Gilvonio, A., Luna, J., & Rios , V. (2017). Condiciones favorables para la extracción de aceites de semillas de uva (*Vitis*) en un equipo soxhlet. Callao, Peru.
- Gonzales J. (2016). Metodología para el análisis de suelos. Madrid , España.
- Grotiza J., & Gómez A. (2013). Valorización de residuos de la vinificación: Semillas de uva.
- Grotiza Saez de Adad, A. (2022). Valoración de residuos de la vinificación de semillas de uva como fuente de productos de interés para la industria alimentaria .
- J.L. Vidal, & M.T. Ruiz Castillo. (2003). Análisis de Grasas y Aceites.
- Juarez Trujillo. (2017). Caracterización del aceite y harina obtenido de la semilla de uva silvestre (*Vitis tilifol*). Mexico.
- Loren J. (2011). Reactivo de Fehling. CEU. San Pablo, Madrid.
- M. Gonzales, U. (2018). Determinación de ácidos grasos, compuestos fenólicos y efecto gastro protector de semillas de uva (*Vitis Vinifera*) variedad Malbec, subproducto de la industria vitivinícola, Ica.Peru. Lima, Peru.
- Manual de química orgánica UTB. (2018). Extracción de aceites esenciales a través de arrastre con vapor . La Paz, Bolivia .

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

- Masias, A., Vega, M., & Sanchez, J. (2013). El resveratrol y sus posibles usos como nueva terapia farmacologica . Costa Rica.
- Morales Maldonado, S. (2023). Analisis de datos en la investigación y aplicación . La Paz, Bolivia .
- Moya Garcia , C. R. (2017). Extracción y caracterización de aceite vegetal de las semillas de la uva BORGONA (vitis vinifera) utilizando enzimas., (pág. 4). Lima-Peru.
- N. El and P. (2015). Escuela politecnica nacional.
- Norma Boliviana, N. (2007). Norma especies y condimentos-muestreo. Bolivia.
- Nuñez C. (2008). Extracciones con equipo soxhet.
- OIV, B. d. (15 de Julio de 2019). Sobre la situación vinicula mundial .
- P. B. Navas, H. (2009). Composición química del aceite virgen obtenido por extracción mecánica de algunas variedades de uva (Vitis Vinifera L.) con énfasis en los componentes minoritarios. Central de Venezuela Maracay, Venezuela.
- Programa de fortalecimiento al complejo de uvas, v. y., & FUNDACION FAUDAPO. (20, 21 y 22 de Noviembre de 2013). Jornadas Internacionales de viticultura y etnología . Tarija, Bolivia.
- Santiana Andres. (2014). *Universidad tecnologica equinoccial*.
- Shirgley J., & Mischke C. (2013). Fundamentos de ingeniería mecánica. México.
- Timoshenko, S., & D.H. Young. (1979). Elementos de resistencia de materiales. E.E.U.U.
- Tolada, C. (Mayo de 2021). Residuos de la elaboración del vino. Tarija, Bolivia .
- Vasquez Iriarte, P. (2017). Analisis comparativo de la reacción del azúcar resveratrol en la elaboración de vinos de altura . La Paz, Bolivia.
- Velez Marin , M., Uribe Velasquez , L., & Lenz Souza PhD, M. (Junio de 2012). Papel del resveratrol de la uva como antioxidante.
- Vermerries , W., & Nicholson , R. (2006). Phenolic Compound Biochemistry. Florida, E. E. U.U.
- Yilmaz, Y., & Toledo, R. (2006). Oxygen radical absorbance capacities of grape/wine industry by products and effect of solvent type on extraction of grape seed polyphenols J. Food Compos .

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO A

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA FUERZA ÓPTIMA DE PRENSADO

ANEXO A.1.

Semillas secadas a una temperatura mayor a los 40 °C

Fuerza(N)	Porcentaje de aceite (%)	Promedio del porcentaje de aceite
24,5166	4,0083	3,1080
24,5166	2,2077	
19,6133	2,3119	2,3119
13,2390	1,9894	1,9894
12,7486	2,1990	2,2700
12,7486	2,3409	
12,2583	1,1494	2,1024
12,2583	2,2491	
12,2583	2,6944	
12,2583	1,7396	
12,2583	2,6795	
10,7873	2,2253	1,3998
10,7873	1,3283	
10,7873	2,2517	
10,7873	0,5366	
10,7873	0,4096	
10,7873	1,3125	
10,7873	1,7348	
9,8067	0,6139	

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

ANEXO A.2.

Semillas secadas a temperatura ambiente próximo a los 20 °C

Fuerza (N)	Porcentaje de Aceite (%)
24,5166	8,9823
19,6133	9,1259
17,6520	7,3158
16,6713	6,5914
15,6906	5,4446
14,7100	4,6875
13,7293	3,9255
12,7486	3,4982
9,8067	1,0417

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO B

RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL SECADO A DIFERENTES TEMPERATURAS DE TRABAJO

ANEXO B.1.

Semillas secadas a 30°C

Tiempo	Cantidad de semilla usada.	Cantidad de aceite obtenido.	Porcentaje de aceite	Humedad en base seca	Promedio de resultados
Minutos (min)	Gramos (g)	Gramos (g)	(%)	%X	
72	1,7230	0,1040	6,0360	0,99988	% aceite = 6,36578 %X = 0,99987
	1,9730	0,1130	5,7273	0,99983	
	1,9120	0,1330	6,9561	0,99988	
	2,0760	0,1400	6,7437	0,99988	
139	1,7200	0,1200	6,9767	0,99965	% aceite = 6,08201 %X = 0,99965
	1,7000	0,1010	5,9412	0,99965	
	1,7320	0,0970	5,6005	0,99970	
	1,6180	0,0940	5,8096	0,99960	
179	1,5720	0,0870	5,5344	0,99947	% aceite = 5,95758 % X= 0,99950
	1,7630	0,0970	5,5020	0,99948	
	1,4600	0,0860	5,8904	0,99954	
	1,9700	0,1360	6,9036	0,99949	
216	1,6270	0,1070	6,5765	0,99941	% aceite = 5,45773

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

	1,6720	0,0690	4,1268	0,99936	%X = 0,99937
	1,9560	0,0960	4,9080	0,99935	
	2,0580	0,1280	6,2196	0,99934	
255	1,8590	0,1120	6,0247	0,99924	% aceite = 5,42367 %X = 0,99931
	1,8790	0,1070	5,6945	0,99935	
	1,5190	0,0770	5,0691	0,99935	
	1,8140	0,0890	4,9063	0,99929	
295	1,5620	0,0860	5,5058	0,99929	% aceite = 5,28253 %X = 0,99922
	1,9630	0,1020	5,1961	0,99913	
	1,6130	0,0830	5,1457	0,99923	

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO B.2.

Semillas secadas a 35°C

Tiempo	Cantidad de semilla usada.	Cantidad de aceite obtenido.	Porcentaje de aceite	Humedad en base seca	Promedio de resultados
Minutos (min)	Gramos (g)	Gramos (g)	(%)	%X	
80	1,4540	0,0000	0,0000	0,9995	% aceite = 4,20720 %X = 0,99948
	1,4080	0,0720	5,1136	0,9995	
	1,9040	0,1220	6,4076	0,9994	
	1,6580	0,0880	5,3076	0,9995	
107	1,5030	0,0790	5,2562	0,9995	% aceite = 6,10791 %X = 0,99944
	1,6330	0,1170	7,1647	0,9995	
	1,7400	0,1090	6,2644	0,9994	
	1,6010	0,0920	5,7464	0,9994	
133	1,6290	0,1330	8,1645	0,9993	% aceite = 6,49006 %X = 0,99938
	1,5640	0,0830	5,3069	0,9994	
	1,4180	0,0900	6,3470	0,9994	
	1,1560	0,0710	6,1419	0,9994	
150	1,5020	0,0930	6,1917	0,9993	% aceite = 6,23769 %X = 0,99932
	1,2040	0,0760	6,3123	0,9994	
	1,4580	0,0750	5,1440	0,9993	
	1,6980	0,1240	7,3027	0,9992	
164	1,6110	0,0950	5,8970	0,9992	% aceite = 6,52903 %X = 0,99921
	1,3140	0,0940	7,1537	0,9993	
	1,6250	0,1020	6,2769	0,9992	

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

	1,5320	0,1040	6,7885	0,9992	
196	1,6750	0,0900	5,3731	0,9991	% aceite = 5,99076 %X = 0,99911
	1,5390	0,0810	5,2632	0,9990	
	1,6030	0,1110	6,9245	0,9992	
	1,4370	0,0920	6,4022	0,9992	
231	1,2710	0,0750	5,9009	0,9989	% aceite = 5,97089 %X=0,99892
	1,0640	0,0640	6,0150	0,9990	
	1,4170	0,0870	6,1397	0,9987	
	1,0810	0,0630	5,8279	0,9990	

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO B.3.

Semillas secadas a 37°C

Tiempo	Cantidad de semilla usada.	Cantidad de aceite obtenido.	Porcentaje de aceite	Humedad en base seca	Promedio de resultados
Minutos (min)	Gramos (g)	Gramos (g)	(%)	%X	
82	1,275	0,065	5,098	0,99949	% aceite = 5,218 %X = 0,9995
	1,107	0,052	4,697	0,99951	
	1,28	0,072	5,625	0,99942	
	1,326	0,059	4,449	0,99977	
	1,242	0,07	5,636	0,99932	
	1,157	0,066	5,704	0,99934	
	1,166	0,062	5,317	0,99959	
159	1,237	0,058	4,689	0,99904	% aceite = 5,808 %X = 0,9989
	1,269	0,081	6,383	0,99853	
	1,299	0,085	6,543	0,99853	
	1,234	0,069	5,592	0,99852	
	1,071	0,058	5,415	0,99901	
	1,202	0,065	5,408	0,99853	
	1,284	0,08	6,231	0,99985	
	1,241	0,077	6,205	0,99949	
99	1,387	0,059	4,254	0,99934	% aceite = 5,036 %X = 0,9993
	1,13	0,061	5,398	0,99948	
	1,259	0,056	4,448	0,99953	
	1,201	0,067	5,579	0,99915	
	1,128	0,05	4,433	0,99901	

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

	1,174	0,054	4,600	0,99950	
	1,183	0,067	5,664	0,99946	
	1,269	0,075	5,910	0,99910	
65	1,128	0,047	4,167	0,99975	% aceite = 5,468 %X = 0,9996
	1,133	0,066	5,825	0,99974	
	1,136	0,065	5,722	0,99975	
	1,226	0,053	4,323	0,99970	
	1,195	0,082	6,862	0,99976	
	1,258	0,064	5,087	0,99974	
	1,205	0,07	5,809	0,99975	
127	1,109	0,066	5,951	0,99875	% aceite = 5,535 %X 0,9992
	1,474	0,077	5,224	0,99871	
	1,178	0,068	5,772	0,99933	
	1,42	0,083	5,845	0,99933	
	1,054	0,055	5,218	0,99932	
	1,262	0,064	5,071	0,99948	
	1,179	0,062	5,259	0,99877	
42	1,145	0,068	5,939	0,99971	% aceite = 6,457 %X = 0,9998
	1,194	0,081	6,784	0,99985	
	1,139	0,065	5,707	0,99970	
	1,255	0,124	9,880	0,99980	
	1,182	0,076	6,430	0,99989	
	1,227	0,071	5,786	0,99967	
	1,214	0,064	5,272	0,99970	
	1,075	0,063	5,860	0,99968	

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO B.4.

Semillas secadas a 40°C

Tiempo	Cantidad de semilla usada.	Cantidad de aceite obtenido.	Porcentaje de aceite	Humedad en base seca	Promedio de resultados
t(min)	m (g)	m (g)	% aceite	%X	
92	1,1080	0,0590	5,3249	0,9993	% aceite = 3,8330 %X = 0,9993
	1,4430	0,0820	5,6826	0,9993	
	1,1190	0,0430	3,8427	0,9993	
	1,4530	0,0070	0,4818	0,9992	
64	1,1270	0,0580	5,1464	0,9995	% aceite = 5,0084

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

	1,1000	0,0530	4,8182	0,9995	%X = 0,9995
	1,4320	0,0730	5,0978	0,9994	
	1,0560	0,0570	5,3977	0,9994	
	1,3750	0,0630	4,5818	0,9995	
138	1,1870	0,0680	5,7287	0,9988	% aceite = 5,3510 %X = 0,9989
	1,2690	0,0610	4,8069	0,9989	
	1,1650	0,0480	4,1202	0,9989	
	1,2210	0,0750	6,1425	0,9989	
	1,1080	0,0660	5,9567	0,9989	
172	1,2460	0,0800	6,4205	0,9985	% aceite = 6,2611 %X = 0,9985
	1,0440	0,0580	5,5556	0,9986	
	1,1700	0,0760	6,4957	0,9984	
	1,2780	0,0840	6,5728	0,9984	
33	1,6270	0,1080	6,6380	0,9999	% aceite = 6,6885 %X = 0,9999
	1,7890	0,1080	6,0369	0,9999	
	1,7380	0,1110	6,3867	0,9998	
	1,7030	0,1310	7,6923	0,9998	
56	1,6840	0,1260	7,4822	0,9996	% aceite = 5,2133 %X = 0,9996
	1,4880	0,0760	5,1075	0,9997	
	1,5210	0,0680	4,4707	0,9996	
	1,8720	0,0710	3,7927	0,9996	
80	1,5810	0,0690	4,3643	0,9994	% aceite = 4,4219 %X = 0,9994
	0,9740	0,0570	5,8522	0,9994	
	1,2690	0,0540	4,2553	0,9993	
	1,6170	0,0520	3,2158	0,9995	
120	1,5020	0,0580	3,8615	0,9992	% aceite = 4,2218 %X = 0,9992
	1,5210	0,0510	3,3531	0,9991	
	1,3010	0,0620	4,7656	0,9992	
	1,6710	0,0820	4,9072	0,9992	
84	1,6690	0,0480	2,8760	0,9993	% aceite = 4,3334 %X = 0,9994
	1,5200	0,0660	4,3421	0,9995	
	1,9620	0,1070	5,4536	0,9994	
	1,5230	0,0710	4,6619	0,9995	
47	1,2230	0,0680	5,5601	0,9998	% aceite = 5,4248 %X = 0,9998
	1,1850	0,0710	5,9916	0,9998	
	1,4900	0,0770	5,1678	0,9999	
	1,7270	0,0860	4,9797	0,9997	

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO C

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA EXTRACCIÓN SÓLIDO LÍQUIDO EN UN EQUIPO SOXHLET

ANEXO C.1.

Resultados obtenidos con la fracción de éter a (40-60) °C para 3 reflujos.

Porcentaje de aceite (%)	Temperatura (°C)
12,5333	73,33
11,0345	58,14
10,5960	54,62
10,3448	53,6
11,8310	51,6
12,1622	50,8
13,0364	50

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO C.2.

Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C al variar los reflujos.

Reflujos	Porcentaje de aceite (%)
0	0,0000
1	7,6109
2	9,9188
3	11,6805
4	11,8056

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO C.3.

Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 1 reflujo.

Porcentaje de aceite (%)	Temperatura (°C)
4,0881	48
4,8048	44,88
5,3881	41,75
8,7574	40,8
9,4877	38,5
9,9274	35,7

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

ANEXO C.4.

Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 2 reflujos.

Porcentaje de aceite (%)	Temperatura (°C)
4,6985	48,89
4,7468	47
5,6943	46,3
5,7391	45,5
5,9113	43,19
6,1061	42,14
8,2322	41,75
9,7989	40,8
11,1765	33

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO C.5.

Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 3 reflujos.

Tiempo (min)	Porcentaje de aceite (%)	Temperatura (°C)
51	10,3415	56
58	10,6280	54,25
63	10,8333	46,25
96	11,2454	41,43
98	11,5445	39,59
102	11,7073	39,27
103	11,8239	38,8
107	11,9377	38
107	12,1107	37,66
111	12,4224	36,79
130	12,6486	34,3
139	12,9756	32,14
156	13,6612	30,6
173	13,8164	29,8

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

ANEXO C.6.

Resultados obtenidos con la fracción de éter a (20-40) °C para 4 reflujos

Porcentaje de aceite (%)	Temperatura (°C)
10,7595	44,4
11,1111	40
11,2195	38
11,3636	37,95
12,2892	35,94
12,3649	32,85
13,5922	30,25

Fuente: Resultados obtenidos en el presente proyecto

ANEXO D

RESULTADOS OBTENIDOS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES - MASAS

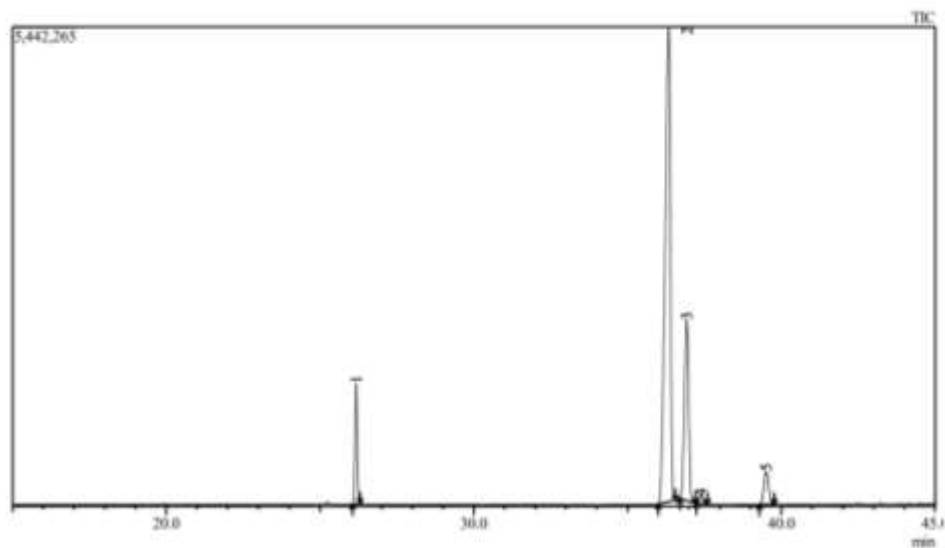
ANEXO D.1.

Resultados obtenidos del aceite por extracción sólido y líquido

		Sample Information
Analyzed by	:	M.Sc. Santiago Tarqui Tarqui - IIQ
Analyzed	:	07/12/2023 03:32:44 p.m.
Sample Type	:	Aceite - Pepas de UVA - FAME
Level #	:	1
Sample Name	:	Muestra S1 UVA
Sample ID	:	Muestra S1 UVA
IS Amount	:	[1]=1
Sample Amount	:	1
Dilution Factor	:	1
Vial #	:	4
Injection Volume	:	1.00
\$EndIf\$Modified by	:	Admin
Modified	:	07/12/2023 04:33:16 p.m.

Peak Report TIC				
Peak#	R.Time	Area%	Height%	Name
1	26.175	7.28	14.78	Palmitic acid methyl ester
2	36.340	67.10	58.16	Linoleic acid, methyl ester
3	36.923	20.59	22.15	Oleic acid, methyl ester
4	37.382	0.82	0.91	Elaidic acid, methyl ester
5	39.507	4.21	4.01	Stearic acid, methyl ester

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET



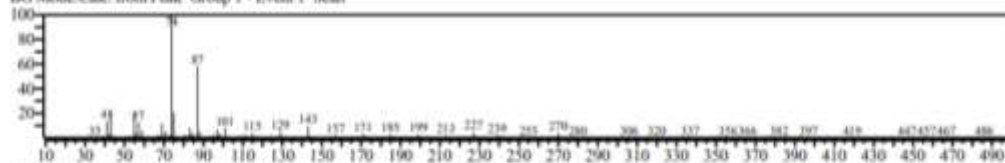
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:26.175(Scan#:4436) MassPeak:307

RawMode:Averaged 26.170-26.180(4435-4437) BasePeak:74.00(340316)

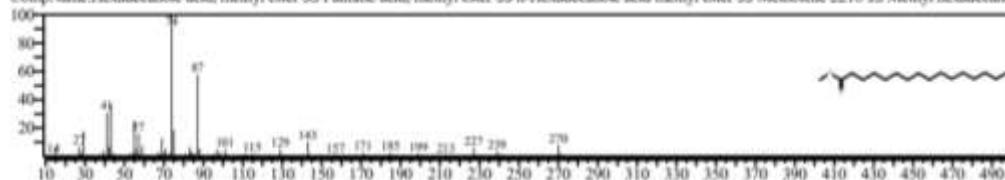
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:2 Entry:26269 Library:NIST14c.lib

SI:93 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:187H

CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester SS Palmitic acid, methyl ester SS n-Hexadecanoic acid methyl ester SS Metholene 2216 SS Methyl hexadecano

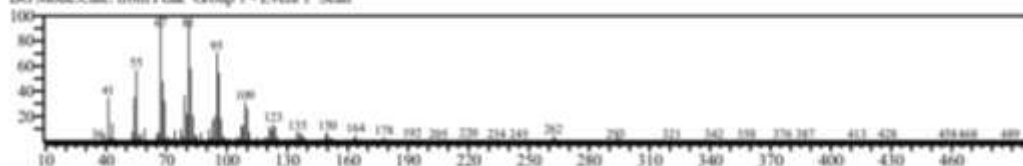


<< Target >>

Line#:2 R.Time:36.340(Scan#:6469) MassPeak:366

RawMode:Averaged 36.335-36.345(6468-6470) BasePeak:67.00(476556)

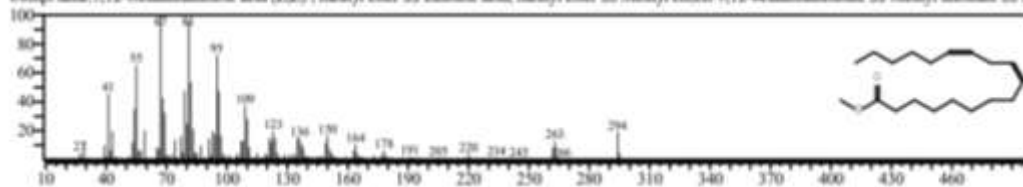
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:2 Entry:125935 Library:NIST14c.lib

SI:94 Formula:C19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:2093

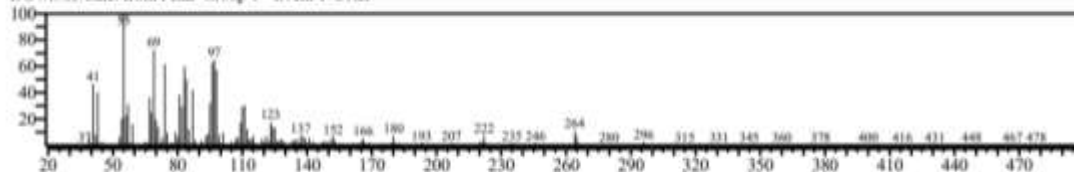
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester SS Linoleic acid, methyl ester SS Methyl cis,cis-9,12-octadecadienoate SS Methyl linolate SS M



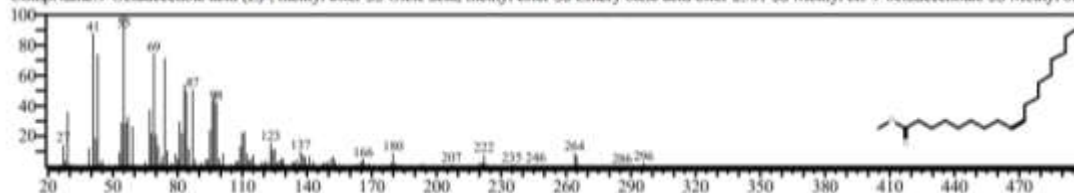
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

<< Target >>

Line#:3 R.Time:36.925(Scan#:6586) MassPeaks:323
 RawMode:Averaged 36.920-36.930(6585-6587) BasePeak:55.00(145143)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

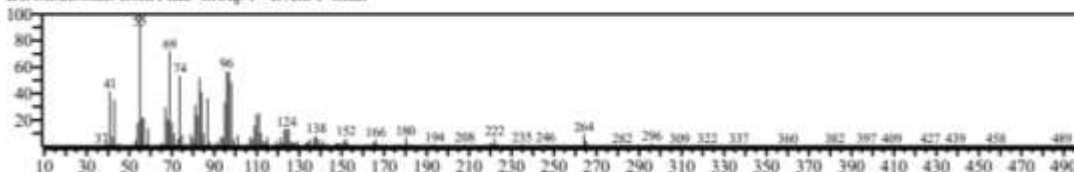


Hit#:3 Entry:28135 Library:NIST14s.lib
 SI:92 Formula:C19H36O2 CAS:112-62-9 MolWeight:296 RetIndex:2085
 CompName:9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester SS Oleic acid, methyl ester SS Emery oleic acid ester 2301 SS Methyl cis-9-octadecenoate SS Methyl ole

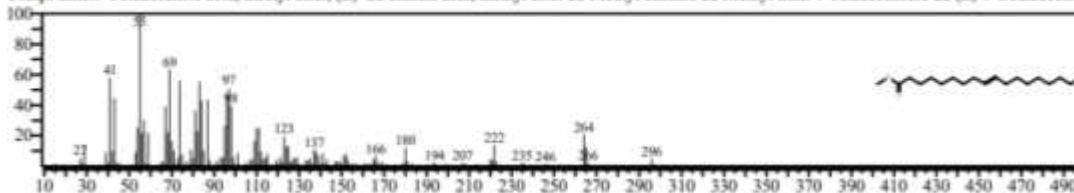


<< Target >>

Line#:4 R.Time:37.380(Scan#:6677) MassPeaks:293
 RawMode:Averaged 37.375-37.385(6676-6678) BasePeak:55.00(6814)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

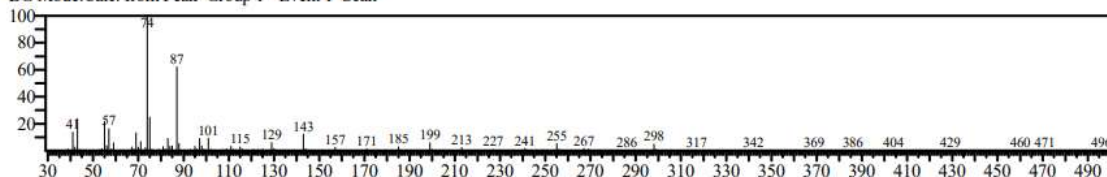


Hit#:2 Entry:28138 Library:NIST14s.lib
 SI:92 Formula:C19H36O2 CAS:1937-62-8 MolWeight:296 RetIndex:2085
 CompName:9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- SS Elaidic acid, methyl ester SS Methyl elaidate SS Methyl trans-9-octadecenoate SS (E)-9-Octadecenoic

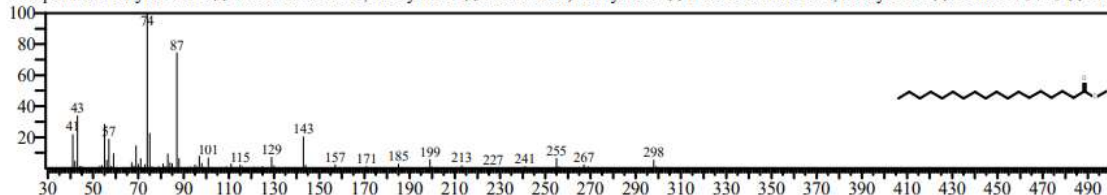


<< Target >>

Line#:5 R.Time:39.505(Scan#:7102) MassPeaks:339
 RawMode:Averaged 39.500-39.510(7101-7103) BasePeak:74.00(82799)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:28257 Library:NIST14s.lib
 SI:95 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:2077
 CompName:Methyl stearate SS Octadecanoic acid, methyl ester SS Stearic acid, methyl ester SS n-Octadecanoic acid, methyl ester SS Kemester 9718 SS Me



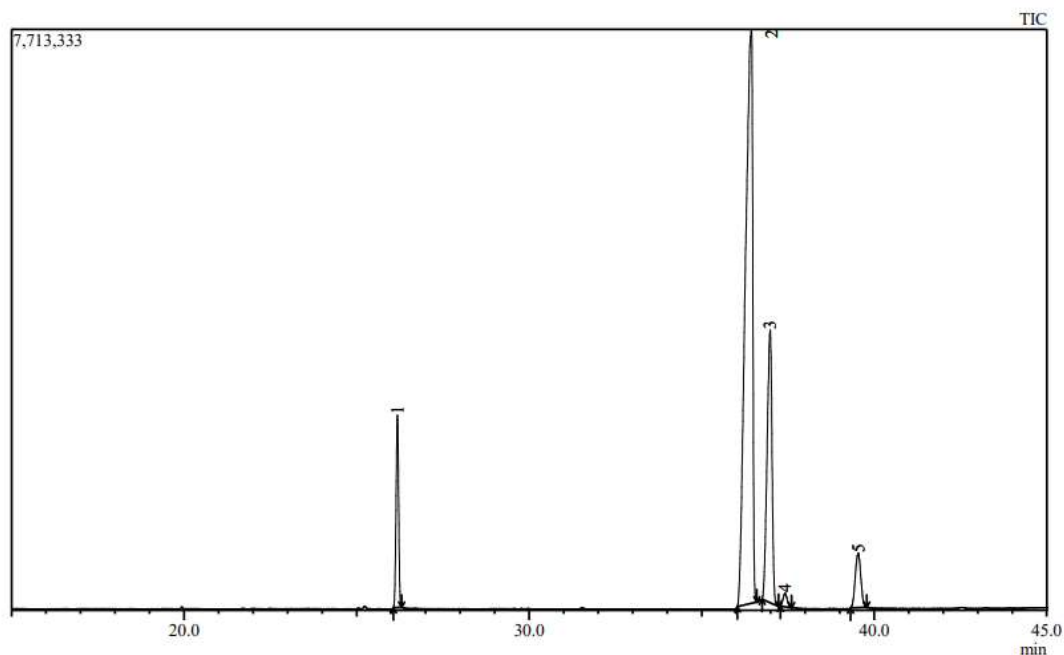
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

ANEXO D.1.

Resultados obtenidos del aceite por prensado

Sample Information	
Analyzed by	: M.Sc. Santiago Tarqui Tarqui - IIQ
Analyzed	: 07/12/2023 05:46:35 p.m.
Sample Type	: Aceite - Pepas de UVA
Level #	: 1
Sample Name	: Muestra P2 UVA
Sample ID	: Muestra P2 UVA
IS Amount	: [1]=1
Sample Amount	: 1
Dilution Factor	: 1
Vial #	: 5
Injection Volume	: 1.00
Modified by	: Admin
Modified	: 07/12/2023 06:47:10 p.m.

Peak Report TIC				
Peak#	R.Time	Area%	Height%	Name
1	26.182	7.70	17.40	Palmitic acid, methyl ester
2	36.443	65.75	51.91	Linoleic acid, methyl ester
3	36.986	20.93	24.55	Oleic acid, methyl ester
4	37.417	0.88	1.21	Elaidic acid, methyl ester
5	39.544	4.74	4.93	Stearic acid, methyl ester

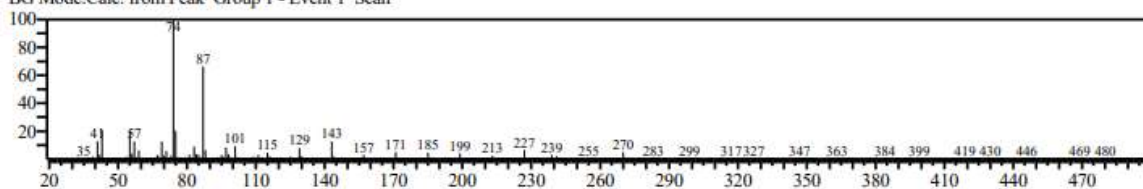


EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

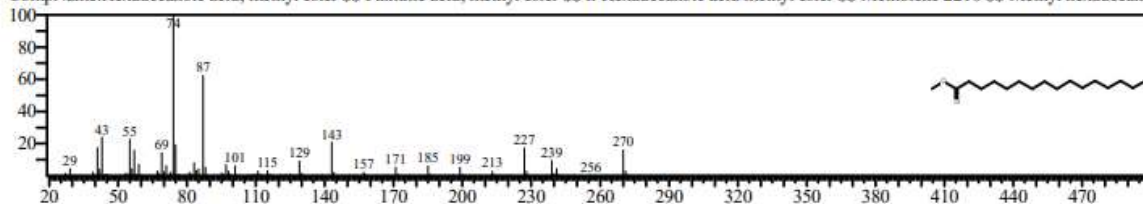
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:26.180(Scan#:4437) MassPeaks:369
 RawMode:Averaged 26.175-26.185(4436-4438) BasePeak:74.00(584528)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

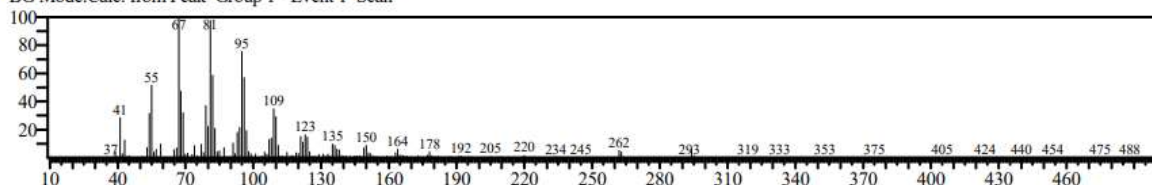


Hit#:1 Entry:26273 Library:NIST14s.lib
 SI:93 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:1878
 CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester \$\$ n-Hexadecanoic acid methyl ester \$\$ Metholene 2216 \$\$ Methyl hexadecano

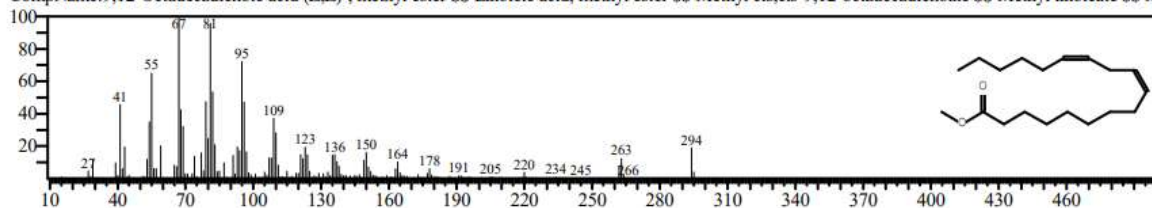


<< Target >>

Line#:2 R.Time:36.440(Scan#:6489) MassPeaks:330
 RawMode:Averaged 36.435-36.445(6488-6490) BasePeak:67.00(644693)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

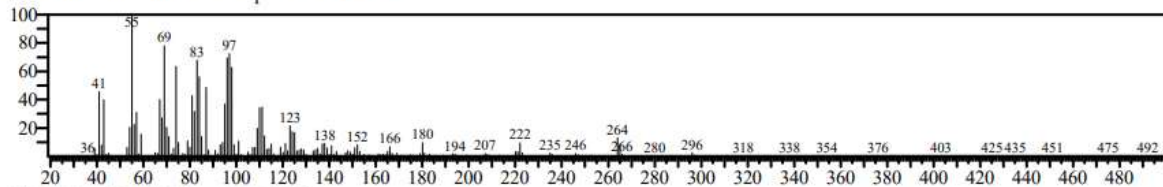


Hit#:1 Entry:125935 Library:NIST14.lib
 SI:94 Formula:C19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:2093
 CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester \$\$ Linoleic acid, methyl ester \$\$ Methyl cis,cis-9,12-octadecadienoate \$\$ Methyl linoleate \$\$ M

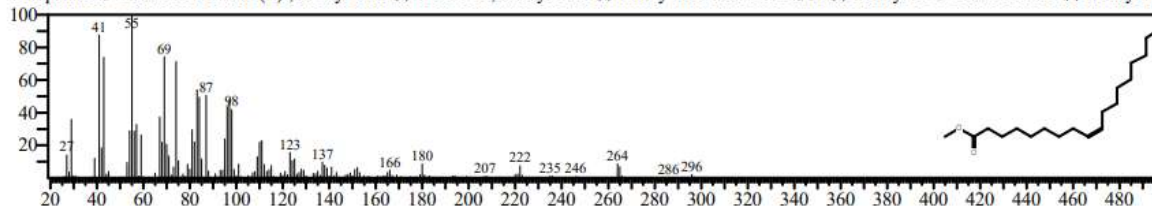


<< Target >>

Line#:3 R.Time:36.985(Scan#:6598) MassPeaks:349
 RawMode:Averaged 36.980-36.990(6597-6599) BasePeak:55.00(228970)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



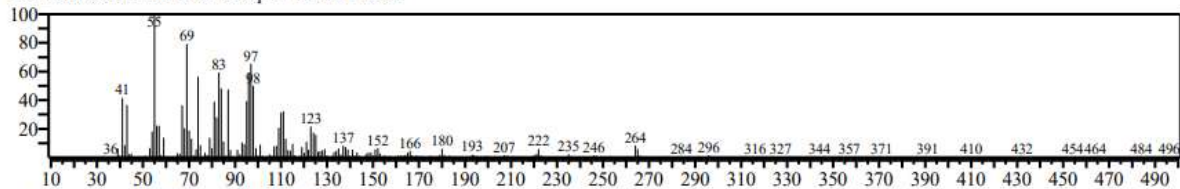
Hit#:4 Entry:28135 Library:NIST14s.lib
 SI:91 Formula:C19H36O2 CAS:112-62-9 MolWeight:296 RetIndex:2085
 CompName:9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester \$\$ Oleic acid, methyl ester \$\$ Emery oleic acid ester 2301 \$\$ Methyl cis-9-octadecenoate \$\$ Methyl ole



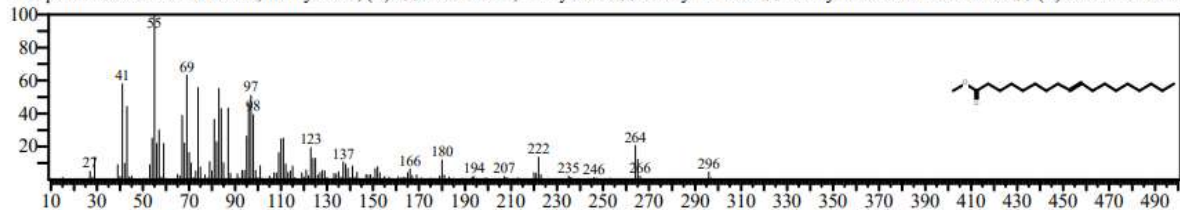
EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

<< Target >>

Line#:4 R.Time:37.415(Scan#:6684) MassPeaks:351
 RawMode:Averaged 37.410-37.420(6683-6685) BasePeak:55.00(12305)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

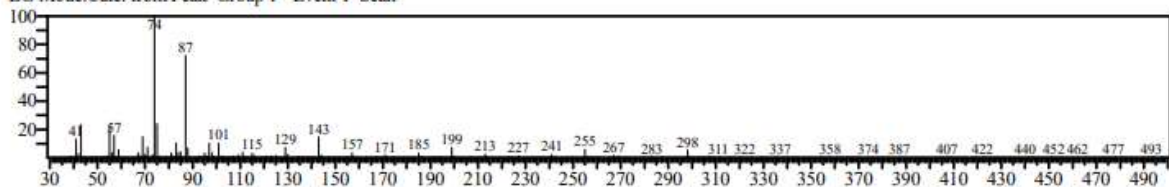


Hit#:1 Entry:28138 Library:NIST14s.lib
 SI:91 Formula:C19H36O2 CAS:1937-62-8 MolWeight:296 RetIndex:2085
 CompName:9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- \$\$ Elaidic acid, methyl ester \$\$ Methyl elaidate \$\$ Methyl trans-9-octadecenoate \$\$ (E)-9-Octadecenoic

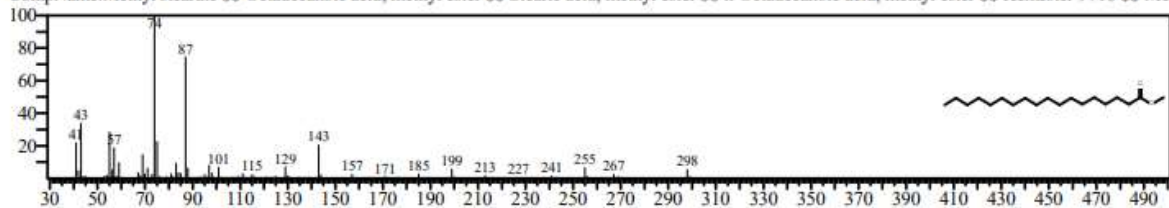


<< Target >>

Line#:5 R.Time:39.545(Scan#:7110) MassPeaks:316
 RawMode:Averaged 39.540-39.550(7109-7111) BasePeak:74.00(148644)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#:1 Entry:28257 Library:NIST14s.lib
 SI:95 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:2077
 CompName:Methyl stearate \$\$ Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Stearic acid, methyl ester \$\$ n-Octadecanoic acid, methyl ester \$\$ Kemester 9718 \$\$ Me



EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

ANEXO E

DERECHO DE AUTOR



MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL



DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-733/2024
 La Paz, 18 de marzo de 2024

VISTOS:

La solicitud de inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **11 de marzo de 2024**, por **VIVIANA HUANCA ALAVI** con **C.I. N° 6168780 LP**, con número de trámite **DA 418/2024**, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: **"EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE UVA (VITIS VINÍFERA) A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE UVA CABERNET"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO:

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el "Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración".

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece "Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión". En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: "la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: "...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: "...en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes



Oficina General de Información
 Av. 26 de Julio N° 201,
 Avda. 14 de Agosto y
 C. España - La Paz
 Telf: 219000
 219004 - 219005

Oficina de Atención al Ciudadano
 Av. 26 de Julio, Calle
 Placeres de España,
 N° 201, Edif. Seminario,
 Telf: 219000 - 219004

Oficina de Asesoría
 Edificio N° 201, Avda. 14 de Agosto,
 Telf: 219000 - 219005

Oficina de Registro
 Av. San Pedro N° 201,
 Edif. Nacional de Obras,
 Torre N° 10, Sala 10,
 Telf: 219000 - 219005

Oficina de Gestión
 Calle 4 de Agosto N° 177, Edif.
 Casa de la Cultura,
 Torre N° 10, Sala 10,
 Telf: 219000

Oficina de Seguimiento
 Av. 14 de Agosto y Avda. 26 de Julio,
 Edif. Seminario, N° 201,
 Telf: 219000

Oficina de Asesoría Técnica
 Calle 4 de Agosto N° 201,
 Edif. Seminario,
 Torre N° 10, Sala 10,
 Telf: 219000

Oficina de Atención al Ciudadano
 Av. 26 de Julio y Avda. España,
 Edif. Seminario N° 201,
 Torre N° 10, Sala 10,
 Telf: 219000

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET



de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO:

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: **"EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE UVA (VITIS VINIFERA) A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE UVA CABERNET"** a favor de la autora y titular: **VIVIANA HUANCA ALAVI** con C.I. Nº 6168780 LP, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CI/AM/16

Enmado Digitalmente por:
 Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI
CARLOS ALBERTO SORUCO ARROYO
 DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
 LA PAZ - BOLIVIA



uB8qj16A2Kx0G

PARA LA VALIDACIÓN DEL FIRMANTE ACCIONAR AL SERVIDOR A LA URL: www.senapi.gob.bo/verificador Y CONSULTAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN Y FIRMANTE: CI/AM/16



Oficina General de la Ley
 Al: 26000107 201,
 Avda. José Gualberto
 C. Sucre - Cochabamba
 Telf: 2161000
 2160004 - 2160002

Oficina de Asesoría
 Av. Huelgas 020
 Plaza España - Cochabamba
 Telf: 2161000
 Telf: 2161000 - 2160004

Oficina de Asesoría
 Edificio de la Ley
 Avda. de la Libertad - Cochabamba
 Telf: 2161000 - 2160004

Oficina de Asesoría
 Av. de la Libertad N° 2200
 Edificio de la Ley - Cochabamba
 Telf: 2161000
 Zona Tirol de Cochabamba
 Telf: 2160004 - 2160002

Oficina de Asesoría
 Calle Górriz N° 100
 Edificio de la Ley - Cochabamba
 Telf: 2161000

Oficina de Asesoría
 Av. de la Libertad N° 2200
 Edificio de la Ley - Cochabamba
 Telf: 2161000

Oficina de Asesoría
 Calle de la Libertad N° 2200
 Edificio de la Ley - Cochabamba
 Telf: 2161000

Oficina de Asesoría
 Av. de la Libertad N° 2200
 Edificio de la Ley - Cochabamba
 Telf: 2161000

www.senapi.gob.bo



EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE UVA CABERNET

Viviana Huanca Alavi

Correo de contacto: vivianaalavi@gmail.com

Cel: 74076768