

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Presentado por:

ANTONIO WILFREDO TORRES ZEVALLOS

RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA OLEORRESINA *Foeniculum vulgare* (MILLER:1769) HINOJO EXTRAÍDA MEDIANTE EL MÉTODO SOXHLET CON SOLVENTES ETANOL Y HEXANO.

Asesora:

Mg. DIANETH BULEJE CAMPOS

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ
2020



APROBACIÓN DE LA ASESORA

Quién suscribe:

Mg. Dianeth Buleje Campos por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Antonio Wilfredo Torres Zevallos ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: "RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA OLEORRESINA *Foeniculum vulgare* (MILLER: 1769) HINOJO EXTRAÍDA MEDIANTE EL MÉTODO SOXHLET CON SOLVENTES ETANOL Y HEXANO" para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 18 de octubre del 2020.

Mg. Dianeth Buleje Campos
Asesora

Br. Antonio Wilfredo Torres Zevallos
Tesisista



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Antonio Wilfredo Torres Zevallos, identificado con DNI N° 45294116 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial declaro bajo juramento que el informe final Titulado: tesis "RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA OLEORRESINA *Foeniculum vulgare* (MILLER: 1769) HINOJO EXTRAÍDA MEDIANTE EL MÉTODO SOXHLET CON SOLVENTES ETANOL Y HEXANO" Es autentico y no vulnera los derechos del autor. Además, su contenido es de entera responsabilidad del autor del proyecto, quedando la UNAJMA exenta de toda responsabilidad en caso de atentar contra la Ley de propiedad intelectual y derechos del autor.

Andahuaylas, 18 de octubre del 2020.

.....
Firma: Antonio Wilfredo Torres Zevallos
N° DNI: 45294116
E-mail: Antonio_tz16@hotmail.com
N° Celular: 978455375



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ACTA DE SUSTENTACION
DE TESIS**


Siendo las 16 horas del día 4 de setiembre del 2020, mediante uso de la plataforma virtual Google Meet, se reunieron en forma remota los docentes: PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín, MSc. Fidelia Tapia Tadeo, MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA OLEORRESINA *Foeniculum vulgare* (MILLER:1769) HINOJO EXTRAÍDA MEDIANTE EL MÉTODO SOXHLET CON SOLVENTES ETANOL Y HEXANO", cuyo autor es el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **ANTONIO WILFREDO TORRES ZEVALLOS**, la asesora Mg. Dianeth Buleje Campos con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

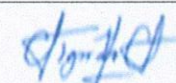
Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ**: Aprobar por Unanimidad al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **ANTONIO WILFREDO TORRES ZEVALLOS**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
14	Catorce	Bueno

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.


PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín
Presidente del Jurado Evaluador


MSc. Fidelia Tapia Tadeo
Primer Miembro del Jurado Evaluador


MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: "RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA OLEORRESINA *Foeniculum vulgare* (MILLER: 1769) HINOJO EXTRAÍDA MEDIANTE EL MÉTODO SOXHLET CON SOLVENTES ETANOL Y HEXANO" para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

PRESIDENTE: Ph.D. Florentino Lázaro Mendoza Marín

PRIMER MIEMBRO: MSc. Fidelia Tapia Tadeo

SEGUNDO MIEMBRO: MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez

Habiendo sido aprobar por UNANIMIDAD/MAYORÍA, en la ciudad de Andahuaylas el día 04 del mes de septiembre de 2020.

Andahuaylas, 18 de octubre del 2020.

Ph.D. Florentino Lázaro Mendoza Marín
Presidente del Jurado Evaluador

MSc. Fidelia Tapia Tadeo
Primer Miembro del Jurado Evaluador

MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez
Segundo Miembro del Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Jorge Torres Zarabia y Reynalda Zevallos Cusi, queridos padres por su apoyo incondicional, en el logro de objetivos y metas personales.

A Nelly Elizabeth L.U por su valioso y constante aliento en la culminación del presente trabajo de investigación.

Antonio Wilfredo, Torres Zevallos

AGRADECIMIENTO

- A la primera casa de estudio superior “Universidad Nacional José María Arguedas – Andahuaylas” en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a todos mis docentes que a lo largo de mi formación Profesional han sabido llegar a transmitir las experiencias de sus conocimientos y plasmar hacia mí.
- Al PhD. Florentino Lázaro Mendoza Marín, MSc. Fidelia Tapia Tadeo y MSc. Carlos Alberto Ligarda Samanez por sus sabios consejos y apoyo constante en el presente trabajo de investigación.
- A mi asesora Mg. Dianeth Buleje Campos por su valioso aporte en la concretización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
ÍNDICE DE IMAGEN	XI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA	XI
ABREVIATURAS Y SIMBOLOS	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
CHUMASQA	XVI
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1 Formulación del problema	18
1.2 Problema general	18
1.3 Objetivos	19
1.4 Formulación de hipótesis	19
1.5 Justificación.....	20
CAPITULO II: ANTECEDENTES	21
2.1 Internacional	21
2.2 Nacionales	22
2.3 Local.....	23
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO.....	24
3.1 Hinojo	24
3.2 La planta de hinojo.....	25
3.3 Descripción botánica	25
3.4 El hinojo como alimento	25
3.5 El hinojo como planta medicinal	26
3.6 Otras utilidades de hinojo.....	27
3.7 Clasificación de oleorresinas	28
3.8 Características físicas de oleorresinas.....	28
3.9 Características químicas de oleorresinas	28
3.10 Usos de oleorresina	29
3.11 Hinojo Florencia	29
3.12 Índice de madurez	30
3.13 Siembra, cosecha y secado	30
3.14 Procedencia	31

3.15	Principales usos de foeniculum vulgare.....	31
3.16	Clasificación de oleorresina por su composición química	31
3.17	Métodos de extracción de oleorresina.....	32
3.18	Composición.....	33
3.19	Conservación.....	34
3.20	Composición de oleorresina en las hojas	34
3.21	Análisis de calidad de oleorresina de hinojo.....	34
3.22	Propiedades físicas y químicas de etanol y hexano	34
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		36
4.1	Lugar de ejecución.....	36
4.2	Materiales, equipos e insumos químicos	36
4.3	Matriz de diseño	38
4.4	Material de estudio	39
4.5	Metodología experimental.....	39
4.6	Metodología	40
4.7	Mediciones físicas.....	42
4.8	Mediciones químicas.....	42
4.9	Manejo del experimento	44
4.10	Rendimiento de oleorresina de hinojo	45
4.11	Balance de materia para comparación de rendimiento	45
4.12	Análisis estadístico	46
4.13	Hipótesis estadístico.....	46
4.14	Comparación de parejas medias de tratamiento.....	47
CAPITULO V: RESULTADOS.....		49
5.1	Resultado de extracción de oleorresina por método soxhlet.....	49
5.2	Propiedades físicas	50
5.3	Propiedades químicas.....	52
CAPITULO VI: DISCUSIÓN		57
CONCLUSIONES		63
RECOMENDACIONES		64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		65
ANEXOS.....		71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Producción de hinojo Apurímac.....	20
Tabla 02: Composición centesimal (g/100 g) y el valor energético de hinojo	26
Tabla 03: Composición química de hinojo (100 g)	30
Tabla 04: Componentes de etanol.....	35
Tabla 05: Componentes de hexano	35
Tabla 06: Materiales de laboratorio.....	36
Tabla 07: Equipos de laboratorio	37
Tabla 08: Reactivos	37
Tabla 09: Matriz de diseño.....	47
Tabla 10: Análisis de varianza	48
Tabla 11: Rendimiento de extracción de oleorresinas de hinojo.	49
Tabla 12: Tabla de ANOVA para rendimiento por solvente.....	49
Tabla 13: Análisis de comparación para densidad	50
Tabla 14: Tabla de ANOVA para densidad por solvente	50
Tabla 15: Análisis de comparación para punto de ebullición.....	51
Tabla 16: Tabla de ANOVA para punto de ebullición por solvente.....	51
Tabla 17: Análisis de comparación para índice de acidez.....	52
Tabla 18: Tabla de ANOVA para índice de acidez por solvente.....	52
Tabla 19: Análisis de comparación para pH.....	53
Tabla 20: Tabla de ANOVA para pH por solvente.....	53
Tabla 21: Análisis de comparación para índice de saponificación.....	54
Tabla 22: Tabla de ANOVA para índice de saponificación por solvente.....	54
Tabla 23: Análisis de comparación para índice de peróxido	55
Tabla 24: Tabla de ANOVA para índice de peróxido por solvente	55
Tabla 25: Análisis de comparación para índice de yodo	56
Tabla 26: Tabla de ANOVA para índice de yodo por solvente	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Clasificación taxonómica de hinojo	24
Figura 02: Diseño de variable independiente y dependiente.....	38
Figura 03: Flujograma para la extracción de oleorresina de hinojo	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Resultado de rendimiento	72
Anexo 02: Resultado de densidad	72
Anexo 03: Resultado de punto de ebullición	72
Anexo 04: Resultado de índice de acidez	72
Anexo 05: Resultado de pH	73
Anexo 06: Resultado de índice de saponificación	73
Anexo 07: Resultado de índice de peróxido.....	73
Anexo 08: Resultado de índice de yodo.....	73
Anexo 09: Matriz de consistencia	74
Anexo 10: Porcentaje de rendimiento con etanol.....	75
Anexo 11: Porcentaje de rendimiento con hexano	75
Anexo 12: Punto de ebullición de solventes orgánicos	76

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 01: Muestra de hinojo.....	77
Imagen 02: Muestra de hinojo en papel filtro.....	77
Imagen 03: Preparando el equipo soxhlet en laboratorio.....	78
Imagen 04: Equipo soxhlet y condensador de serpentín.....	78
Imagen 05: Proceso de la extracción con equipo soxhlet.....	79
Imagen 06: Muestra en agitador electromagnético.....	79
Imagen 07: Muestra de oleorresina de hinojo.....	80
Imagen 08: Muestras de oleorresina de hinojo en laboratorio.....	80

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 01: Con la muestra de hinojo en laboratorio de química.....	81
Fotografía 02: Pesando la muestra de hinojo en laboratorio de química.....	81

ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

Símbolo	Descripción
ρ	: Densidad
s	: Desviación estándar
\bar{x}	: Media aritmética
%	: Porcentaje
°C	: Temperatura en grados Celsius
KOH	: Hidróxido de potasio
g	: Gramos
Ha	: Hectárea
HCl	: Ácido clorhídrico
AEMPS	: Agencia española de medicamentos y productos sanitarios
ANOVA	: Análisis de varianza
C ₂ H ₆ O	: Etanol
C ₆ H ₆	: Hexano
DCA	: Diseño completamente al azar
DMS	: Diferencia mínima de significación
EMA	: Agencia europea del medicamento
H _a	: Hipótesis alternativa
H ₀	: Hipótesis nula
IA	: Índice de acidez
IS	: Índice de saponificación
IP	: Índice de peróxidos
IY	: Índice de yodo
MINAG	: Ministerio de agricultura
min	: Minutos
mL	: Mililitros
mg	: Miligramos
m.s.n.m	: Metros sobre el nivel del mar

N	: Normalidad
NTP	: Norma técnica peruana
NaOH	: Hidróxido de sodio
LIPRONAT	: Laboratorio de investigación de productos naturales
l	: Litros
OMS	: Organización mundial de salud
pH	: Potencial de hidrogeniones
p/p	: El porcentaje de peso de soluto sobre el peso de una solución
p/v	: El porcentaje entre el peso del soluto y el volumen de la solución
RFE	: Real farmacopea española
SIEA	: Sistema integrado de estadística agraria
REO	: Rendimiento de la extracción de oleoresina
SFE	: Servicio fitosanitario del estado
TM	: Tonelada métrica
μl	: Micro litro
v/v	: Volumen de soluto por cien sobre volumen de solución

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar el porcentaje de rendimiento y las características físicas y químicas que presenta la oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), extraída con solventes orgánicos de etanol y hexano que en nuestro país se emplea como alimento, planta medicinal y en el ámbito aromático.

Se utilizó un diseño de análisis de varianza con dos solventes orgánicos en la comparación de rendimiento a nivel de laboratorio durante la extracción de oleorresina a partir de hojas de hinojo *foeniculum vulgare* (Miller:1769) y luego se evaluó las características físicas y químicas, mediante el análisis de varianza ANOVA, obteniendo los siguientes resultados. La extracción de oleorresina nos permitió un rendimiento de 10.7249% y se realizó las pruebas físicas y químicas obteniendo una densidad 0.9369 g/ml con etanol y 0.9294 g/ml con hexano; punto de ebullición con etanol 74.4333 °C, con hexano 68.9666°C; índice de acidez 2.1813 mg NaOH/g con etanol, 2.1620 mg NaOH/g con hexano; pH con etanol 6.3000 y con hexano 6.0666; el índice de saponificación 4.8308 meq O₂ /Kg de grasa con etanol y 4.5693 meq O₂ /Kg de grasa con hexano; índice de peróxido 7.5000 meq O₂ /Kg de grasa con etanol, 7.5066 meq O₂ /Kg de grasa con hexano; índice de yodo 2.2483 gl /100g con etanol, 1.9124 gl /100g con hexano *foeniculum vulgare* (Miller: 1769) se comparó los resultados.

Se determinó el porcentaje y las características de oleorresina de hinojo *foeniculum vulgare* (Miller:1769) con rendimiento de 10.7249% con etanol; y 1.9236% con hexano con diseño experimental comparativo de análisis de varianza estadístico y también se realizó pruebas físicas y químicas.

Palabras clave: Oleorresina, método soxhlet, físicas y químicas.

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the yield percentage and the physical and chemical characteristics of the oleoresin of foeniculum vulgare (Miller: 1769), extracted with organic solvents of ethanol and hexane that in our country is used as food, plant medicinal and aromatic.

An analysis of variance design with two organic solvents was used in the comparison of performance at the laboratory level during the extraction of oleoresin from fennel leaves foeniculum vulgare (Miller:1769) and then the physical and chemical characteristics were evaluated, by means of ANOVA analysis of variance, obtaining the following results. The oleoresin extraction allowed us a yield of 10.7249% and the physical and chemical tests were carried out obtaining a density of 0.9369 g / ml with ethanol and 0.9294 g / ml with hexane; boiling point with ethanol 74.4333 ° C, with hexane 68.9666 ° C; acid number 2.1813 mg NaOH / g with ethanol, 2.1620 mg NaOH / g with hexane; pH 6.3000 with ethanol and 6.0666 with hexane; the saponification index 4.8308 meq O₂ / Kg of fat with ethanol and 4.5693 meq O₂ / Kg of fat with hexane; peroxide value 7.5000 meq O₂ / Kg of fat with ethanol, 7.5066 meq O₂ / Kg of fat with hexane; Iodine value 2.2483 gl / 100g with ethanol, 1.9124 gl / 100g with hexane foeniculum vulgare (Miller: 1769) the results were compared.

The percentage and characteristics of oleoresin from fennel foeniculum vulgare (Miller:1769) were determined with a yield of 10.7249% with ethanol; and 1.9236% with hexane with a comparative experimental design of statistical analysis of variance and physical and chemical tests were also performed.

Key words: Oleoresin, soxhlet method, physical and chemical.

CHUMASQA

Kay llamkayta taripaynim, tukuyninmanta, física chaymanta química qaykaman rakikusqanmanta olerresina de foeniculum vulgare (Miller:1769), ajan chaymanta upin allinim quramanta qusquaqa cay llaqtatanchic suyupi upyanaman miski asnaqinrayku.

Iskay allinmin qurapata ruwaran laboratoriumpi punanarachin hinojupa rapinman wiranta qurqurum foeniculum vulgare (Miler: 1769) chaymanta qatiparum niraqmasinta físicanta quimikantawan análisis de avarianza de anova niaqmpi tarirum kay allin tukupayninta. Kay wira qurqusqanmi 10.7249% chaymanta qatiparunmi fiscicanta quimiKANTAWAN tarirum allin pipupi 0.9369% aqanta chaymanta 0.9294 g/ml upinpi timpuqnin aqapihuan 74.4333 °C, upiwan 68.9666°C; caynanma qatqiynin 2.1813 mg NaOH/g aqanpi 2.1620 mg NaOH/g upiwan puchquchin aqata 6.3000 chaymanta upiqa 6.0666 tikrachinimmi kay 4.8308 meq O₂ /Kg wirawan aqawan 4.5693 meq O₂ /Kg upiwan wirawan yodanñataqmi 2.2483 gl /100g aqawan 1.9124 gl /100g upiwan foeniculum vulgare (Miller: 1769).

Rakisqanta risksirum chaymanta niranqmasintawan wiranta hinojopi foeniculum vulgare (Miller: 1769) allin ruruqnim kay 10.7249% aqawan 1.9236% upiwan diseño experimentalwan tupachinapaq qawaspa qatipana chaymanta ruwarum fiisca quimikatawan.

Chaninchasqa rimaykuna: Oleorresina, método soxhlet, físicantawan wan químicantawan.

INTRODUCCIÓN

El *foeniculum vulgare* (Miller:1769); tiene componentes principales de aceite esencial y oleorresina, se presenta el estudio con el propósito de contribuir a la investigación, sobre el rendimiento y caracterización en la extracción de oleorresina a partir de hojas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769); el cual tiene varias sustancias y son líquidos a temperatura ambiente y tiene usos: alimenticios, farmacéuticos, cosméticos, productos veterinarios, desodorantes y aromas y se utilizó la metodología en la extracción con solventes orgánicos y un análisis de varianza estadístico de comparación de las características físicas y químicas con etanol y hexano.

Actualmente alimentos más naturales, incentivan a la investigación de nuevos productos de origen vegetal entre estos se encuentran las oleorresinas, cuyo uso es práctico y económico, ya que no requiere de grandes espacios para su almacenamiento y permite preservar el producto por más tiempo; además, son de interés por sus propiedades nutricionales, farmacológicas y colorantes.

Por otra parte, estudios realizados por países como India, México, Colombia y Estados Unidos, han logrado extraer y caracterizar sus propiedades física y química de oleorresina utilizando metodología de extracción por soxhlet con solventes, esto debido a la importancia de producto vegetal y aromático.

Actualmente en Perú la producción de oleorresina de hinojo *foeniculum vulgare* (Miller:1769); es mínima, lo cual hace difícil de aprovechar los recursos naturales que beneficiará a la población en el sector agrícola de poder cultivar la planta de *foeniculum vulgare* (Miller:1769); que no requiere de cuidados especiales para su proliferación y así ofrecer a las industrias en nuestro país.

En la actualidad el *foeniculum vulgare* (Miller:1769); es una planta conocida a nivel mundial, más desde el punto de vista medicinal que de la alimentación y en continente de Europa se encuentra el mayor consumidor y productor mundial de *foeniculum vulgare* (Miller:1769); como Italia, Francia y Alemania y en nuestro país, se cultiva en distintas regiones de forma artesanal.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Formulación del problema

Hernández, (2007) en la región Apurímac, los agricultores se dedican en menor cantidad la siembra, pero cuentan con conocimientos de manejo de la planta de hinojo dulce y sin embargo la realidad nos muestra que se desperdicia la planta aromática y la población la utiliza como remedio por sus propiedades curativas y los conocimientos se va perdiendo a causa de no darle importancia en los últimos años, por ello las yerbas medicinales se encuentra en una posición rezagada a pesar de ser una planta muy bueno en mate y saborizante y también como alimentos saludable y su producción aumentaría en el mercado nacional e internacional y permitiría la calidad de la hinojo en nuestro territorio nacional y por ello en la extracción se requiere conocer las propiedades que contiene la oleorresina.

Magallanes, (2008) en el Perú, diversas instituciones han prestado atención a la elaboración de productos naturales con variadas orientaciones respecto a las materias primas, usos y localización de las plantas industriales; dentro de los cuales se encuentran la oleorresina que tienen una creciente demanda en el mercado nacional y pueden proporcionar ingresos tanto a los agricultores como a los productores debido a que actualmente las personas están orientando sus consumos a productos alternativos gracias a que éstos son más saludables que los tradicionales.

1.2 Problema general

- ¿Cuál es el rendimiento y las características físicas y químicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con solventes etanol y hexano?

1.2.1 Problemas específicos

- ¿Cuál es el porcentaje de rendimiento en oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo extraída, mediante el método soxhlet con etanol y hexano?
- ¿Cuál es las características físicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano?
- ¿Cuál es las características químicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Determinar el rendimiento y las características física y química que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con solventes etanol y hexano.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de rendimiento en oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano.
- Determinar las características físicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano.
- Determinar las características químicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano.

1.4 Formulación de hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

- El rendimiento y las características físicas y químicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con solventes etanol y hexano.

1.4.2 Hipótesis específico

- El rendimiento de oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet es mayor con etanol a diferencia de hexano.
- Las características físicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller: 1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet influencio más con etanol y menos con hexano en comparación.
- Las características químicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet influencio más con etanol y menos con hexano en comparación.

1.5 Justificación

Valdez, (2012) a nivel nacional que buscan impulsar la exportación de productos aromáticos y asimismo tratan de reincorporar el uso de la planta medicinal en las comunidades campesinas a fin de que se generen nuevas fuentes de trabajo; pero de proporcionar nuevos conocimientos acerca de todos los recursos con los que ellos cuentan, se puede lograr un alto nivel de calidad para llegar a ser más competitivos en el mercado con la finalidad de plantear nuevas aplicaciones en diversos campos, como en la industria y en comunidad científica.

Arévalo, (2010) la búsqueda constante de una mejor calidad de vida nos lleva a la necesidad de emplear nuevos insumos y desarrollar productos obtenidos de fuentes naturales con solvente orgánico y consideramos que la variedad utilizada de hojas de hinojo al ser casi iguales, pero con diferente composición física y química y de otros elementos son susceptible por su propiedad puedan y cambiar su determinación y sería de gran utilidad en la industria.

Humboldt, (2003) en nuestro país el comercio de hinojo es poco tecnificado ya que estas se consumen casi en la totalidad en forma artesanal o sin ningún tratamiento previo, se cree que la importancia de extraer y caracterizar este producto que podría tener grandes intereses comerciales debido a que el año 1960 el mercado ha evolucionado ampliamente dándoles mayor uso y aumentando una fuerte demanda en países como: Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia y Japón.

Tabla 01: Producción de hinojo Apurímac

Años	Producción	Total, TM
2007	Hinojo	8.2
2008	Hinojo	8.4
2009	Hinojo	8.8
2010	Hinojo	9
2011	Hinojo	10
2012	Hinojo	9.5
2013	Hinojo	11
2014	Hinojo	11.25
2015	Hinojo	12
2016	Hinojo	12.5

Fuente: Ministerio de agricultura (2016).

CAPITULO II: ANTECEDENTES

2.1 Internacional

Suarez, (2007) la extracción y caracterización de oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), es un producto agrícola con potencial industrial y comercial. En este artículo se reportan los resultados encontrados en la investigación para la extracción de oleorresina de hinojo, evaluando los tres métodos: arrastre con vapor, Hidrodistilación y extracción con solventes. Los componentes de oleorresina se identificaron y cuantificaron por técnicas de cromatografía gaseosa asociada con espectrometría. Los rendimientos obtenidos están alrededor del 4.7% para arrastre con vapor, 3.7% para Hidrodistilación y 6.5% para extracción con solventes. Los resultados obtenidos permiten determinar las principales variables operacionales para dimensionar una planta piloto para la extracción de oleorresina.

Pereira, (2009) la extracción y caracterización de oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), en este estudio se realizó la extracción de análisis físico-químicos y microbiológicos de oleorresina de hinojo. Las extracciones realizadas fueron obtenidas a partir de hinojo previamente lavado y deshidratado a 40°C. El método soxhlet utilizando como solvente etanol al 75% presentó un mayor porcentaje de rendimiento y buenas características organolépticas en la extracción y se obtuvieron los siguientes compuestos en mayor porcentaje: Timol (96.351%), 2,5-ciclohexadieno-1,4-diona, 2-metil-5-(1-metiletil) (1.596%). La oleorresina reporto: 0.266 % de cenizas, densidad de 0.988 g/cm³, Índice de refracción 1.345 ND₂₄.

Lafont, (2010) la extracción y caracterización física y química de oleorresina de hojas de hinojo, el objetivo principal del trabajo que se presenta en este artículo. La evaluación de diferentes métodos de extracción de oleorresina de hinojo y caracterización de sus propiedades físico-químicas. El procedimiento consiste en someter la muestra a procesos de extracción mecánica o prensado y/o extracción con solventes aplicando dos métodos: inmersión e inmersión-percolación. El método más eficiente fue el de inmersión-percolación usando n-hexano como solvente y el rendimiento obtenido es de (97.78 ± 1.32) % y estos resultados se recomiendan en la extracción con solventes para la industria de jabones, cosméticos y la extracción con prensado para la industria alimentaria.

Rivas, (2009) la extracción y caracterización de oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) teniendo en cuenta el contenido de extracto etéreo de las semillas y el extracto éter fue estable física y químicamente con propiedades organolépticas óptimas de aceite comestible y no presentó características de rancidez; aceite semis cante (122.90 mg/g de KOH); índice de acidez 3.25 mg/g de KOH; la prueba presuntiva de yodo supone presencia de poli saturación y sin formación de cristales. La composición de ácidos grasos mostró: palmítico C16:0 (25.11-36.94%); esteárico C18:0 (10.79- 13.37%); linoleico C18:2 (48.23 – 62.41%); linoleico C18:3 (0.66%) y raquíico C20:0 (0.53 – 0.78%). De hojas de hinojo contiene 55.28% de ácidos grasos insaturados con una cantidad apreciable de linoleico (55.11%). La torta de semilla presentó proteína (51.11 ± 0.95%) y energía (4604. 66 ± 134.08 kcal/kg).

2.2 Nacionales

Moura, (2005) los rendimientos globales se determinaron de las hojas secas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), los experimentos de cinética se realizaron para diversas proporciones de extractos de hinojo y se obtuvieron por Hidrodistilación y extracción con disolvente a baja presión. La composición química de los extractos de hinojo se determinó mediante cromatografía de gases. El rendimiento global máximo de SFE (12.5%, base seca) se obtuvo con hojas de hinojo cosechadas en seco.

Rodríguez, (2014) es una planta aromática y se utiliza entre otras aplicaciones en la producción de licores herbales tradicionales y en este estudio las dos variables: tiempo 4 horas y 8 horas y disolventes según su polaridad de etanol 4 horas de extracción mostraron los mejores resultados tanto cualitativa como cuantitativa. La técnica de soxhlet proporcionó un mayor rendimiento de extracción y mayores cantidades de compuestos orgánicos extraídos de comparación con una concentración en menor tiempo de extracción que se ha logrado comprobar que se puede hacer un estudio experimental de aceite esencial y oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), con solventes orgánicos y determinar los parámetros de tratamiento en la extracción de oleorresina a nivel de laboratorio de química, con equipos y las pruebas de rendimiento, físicas y químicas a partir de hoja seca de hinojo.

2.3 Local

Navarrete, (2010) la extracción y caracterización de oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) obtenido agroindustrialmente en los últimos años la agroindustria de plantas aromáticas nacionales ha mostrado un dinamismo significativo y ha originado por la expansión del mercado. Este trabajo describe la extracción y caracterización de oleorresina de hinojo obtenido mediante método soxhlet, a partir de plantas aromáticas y se evaluó el efecto de material vegetal sobre el rendimiento y calidad de oleorresina y las condiciones de operación fueron ajustadas de acuerdo con las características de diseño de la planta de extracción con solventes orgánicos en la industria local.

Rafols, (2007) la oleorresina son concentrados aceitosos que se extraen por medio de proceso de extracción de las hojas, flores, semillas, corteza, raíces o frutos de diversas plantas; generalmente se evaporan al contacto con el aire por lo que también son conocidos como aceites volátiles. La mayor parte de los aceites esenciales se obtienen de plantas a través de procesos de extracción por arrastre con vapor. Los aceites esenciales y oleorresina tienen una enorme cantidad de uso y se obtienen tanto de plantas cultivadas como de plantas silvestres.

Guillen, (2014) el rendimiento y la composición de la fracción volátil de los extractos de pentano de hojas, tallos y semillas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769). El rendimiento obtenido de las semillas fue mucho mayor que de hojas y tallos y la fracción volátil del extracto de pentano tiene mayor concentración de hidrocarburos terpénicos y una menor concentración de hidrocarburos terpénicos oxigenados de las semillas. Los sesquiterpenos se han detectado en las hojas al igual que el ácido petroselínico en las semillas y se han encontrado hidrocarburos alifáticos saturados con 25 o más átomos de carbono en todas las partes y el extracto de pentano de hojas que contiene también la vitamina E y antioxidante. Los aceites esenciales y oleorresina son mezclas complejas de compuestos volátiles producidos por organismo y aislados por medios físicos ya sea prensado, destilación o extracción soxhlet de plantas aromáticas con compuestos orgánicos.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Hinojo

Aedo, (2015) es una planta originaria de Europa del mediterráneo en España se encuentra en casi todas las provincias y en algunas de ellas su recolección está regulada. Esta planta crece en los márgenes de los caminos en campos de cultivo y matorrales y está presente a nivel nacional y hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar. Actualmente se encuentra distribuido prácticamente por todo el mundo y en algunas zonas actúa como especie invasiva desplazando a la flora autóctona en cuanto a la descripción botánica *foeniculum vulgare* (Miller:1769) es una planta perenne que puede llegar a medir hasta 250 cm.

Grosh, (2004) los aceites esenciales y oleorresina se obtienen preferentemente por método soxhlet y destilación en corriente de vapor de la planta de *foeniculum vulgare* (Miller:1769). Después de la destilación en corriente de vapor, los aceites esenciales se separan de la fase acuosa, se clarifican y almacenan. La presión y temperatura del proceso se selecciona a fin de incurrir lo menos posible en pérdidas de sustancias aromáticas por descomposición térmica, oxidación o hidrólisis. Muchos aceites esenciales y oleorresina, tales como los de los cítricos, contienen hidrocarburos terpenos que contribuyen poco al aroma pero que se auto oxidan fácilmente y se polimerizan. La destilación fraccionada también se utiliza para enriquecer o aislar un compuesto aromático único. Ordinariamente este compuesto es el constituyente dominante del aceite esencial y oleorresina de compuestos aromáticos únicos aislados como el principal constituyente de oleorresina tenemos: el 1.8-cineol del aceite de hinojo.

Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden..... Apiales
Familia: Apiaceae
Género: Foeniculum vulgare
Especie.....Foeniculum vulgare Miller

Fuente: Mujica (2011).

Figura 01: Clasificación taxonómica de hinojo

3.2 La planta de hinojo

Alonso, (2015) es una planta herbácea que puede alcanzar los dos metros de altura y las hojas de color verde intenso, son largas y delgadas, acabando en segmentos y se endurecen exteriormente en el verano para evitar la pérdida de agua y la Inflorescencias es una umbela de péndulos largos y flores enteramente amarillas doradas sobre pedúnculos cortos en el ápex de los radios primarios. Tienen simetría con pétalos conspicuos, cinco estambres y gineceo bicarpelar con un par de estilos divergentes y algo reflejos. El fruto es un esquizocarpo de dos mericarpios claramente separados, de color pardo oscuro hasta negruzco, de unos 5 mm de largo, pentagonales bien marcadas.

Braverman, (2001) los aceites esenciales de oleoresina son sustancias odoríferas, volátiles de naturalezas químicas muy variables y complejas, solubles en etanol que generalmente se hallan en forma natural en órganos y tejidos de diversos vegetales los cuales confieren a la planta el aroma y fragancia característico.

Pretell, (2004) los aceites esenciales son sustancias volátiles y olorosas de naturaleza química muy variable, sólidos y líquidos que generalmente se encuentran en el reino vegetal, capaces de producir una sensación generalmente agradable al olfato. Los aceites volátiles difieren, en su composición y en sus propiedades de los aceites grasos o fijos, que se componen de glicéridos y de los aceites minerales que se componen de hidrocarburos.

3.3 Descripción botánica

Fernández, (2010) es una planta herbácea que se endurecen exteriormente en el verano para evitar la pérdida de agua y tiene pedúnculos largos y las flores están organizadas en umbelales terminales de diez a cuarenta florecillas enteramente amarillas doradas sobre pedúnculos cortos en el ápex de los radios primarios y con pétalos conspicuos de cinco estambres y gineceo carpelar con par de estilos divergentes de dos mericarpios claramente separados de color pardo oscuro hasta negruzco de unos 5 mm de largo pentagonales y con cinco costillas más claras bien marcadas.

3.4 El hinojo como alimento

Málaga, (2010) el hinojo es una planta totalmente comestible y posee sabor y aroma anisados y existen varios platos del sur de España que emplean las hojas como ingrediente principal tales como el puchero en Granada y la tortilla de hinojo en Almería. En algunas zonas de Castilla la Mancha se toma una porción de tallo

de hinojo silvestre y se lleva a la boca por su agradable sabor sin llegar a ingerirlo en cuanto al hinojo cultivado y destaca el uso del bulbo siendo Italia uno de los consumidores más importantes y aunque su uso está ampliamente difundido en muchos países de Europa y posee hasta el momento un papel destacado en la gastronomía española si bien es cierto que en los últimos años su consumo se ha visto aumentado y se encuentra disponible en muchos establecimientos comerciales; las hojas y las semillas de hinojo cultivado también pueden encontrarse en algunos establecimientos porque se usan como el bulbo en una planta herbácea.

Tabla 02: Composición centesimal (g/100 g) y el valor energético de hinojo

	Brotos	Tallos	Inflorescencias	Hojas
Humedad	73.88	77.76	71.31	76.36
Proteínas	1.33	1.08	1.37	1.16
Grasa	0.49	0.45	1.28	0.61
Carbohidratos	21.91	19.39	22.82	18.44
Cenizas	2.39	1.62	3.23	3.43
Valor energético	97.37	85.91	108.23	83.9

Fuente: Person (2008).

Salcedo, (2008) las semillas poseen unos valores de humedad muy bajos en comparación a las hojas y destaca proteínas de grasa y especialmente fibra y en algunas ocasiones se utilizan en forma de infusión. Al ser el bulbo la parte de la planta con mayor consumo y se ha estudiado la composición nutricional no sólo crudo sino también cocido. El bulbo de hinojo presenta una humedad elevada de grasa y proteínas en baja cantidad y la fracción mayoritaria es la hidrocarbonada de una vez cocido y partiendo de agua hirviendo dicho bulbo pierde un 6.6% de su peso sin variar prácticamente la composición; el valor energético es bajo (18.13 Kcal/100 g en el crudo y 16.8 Kcal/100 g en el cocido) y en la fracción de fibra uno de los componentes mayoritarios son las sustancias pépticas.

3.5 El hinojo como planta medicinal

Müller, (2011) existen distintas referencias en cuanto a las propiedades medicinales de hinojo a lo largo de la historia principalmente se utiliza como carminativo a la hora de valorar la importancia del *foeniculum vulgare* (Miller: 1769), sin tener en cuenta subespecies y variedades lo más destacable y estudiado es aceite esencial de oleorresina que contiene hasta 87 compuestos volátiles diferentes y el compuesto mayoritario es el trans-anetol que representa hasta el 75% *foeniculum vulgare* (Miller:1769) y el segundo componente más

abundante es la fenchona entre 8 y 15% seguido del estragol con un 5-9% en su composición.

Palacios, (2010) la Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios y en esta ficha técnica se hace referencia únicamente a la especie *foeniculum vulgare* (Miller:1769) sin mencionar subespecies ni variedades se hace referencia de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) amargo y dulce respectivamente el fruto de hinojo dulce y fruto de hinojo amargo y la agencia europea del medicamento cuenta con tres trabajos: fruto de hinojo dulce y fruto de hinojo amargo y oleorresina de fruto de hinojo amargo y la indicación de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) como expectorante mientras que las indicaciones para problemas gastrointestinales sólo aparecen reflejadas en dos ya que no se le atribuye dicha indicación a la oleorresina del fruto de hinojo amargo. Esta planta aromática ofrece muchos beneficios y cuenta con diversidad de propiedades y aporta vitaminas del grupo B (B3, B6, B9), ácido fólico, provitamina A, vitamina C y minerales tales como el potasio, fósforo, hierro, calcio o magnesio.

3.6 Otras utilidades de hinojo

Giosafatto, (2007) es uso de aplicación de hinojo más allá de su uso como alimento y como planta medicinal en la obtención de biopolímeros. El hinojo posee pectinas compuestas, principalmente, por ácidos uránicos y pequeñas cantidades de ramosa, galactosa y arabinosa. Estas pectinas se extraen del bulbo de hinojo en condiciones ácidas y son la fuente de carbohidratos necesaria para la preparación de biopolímeros. Estos biopolímeros experimentan un hinchamiento isotrópico que aumenta si disminuyen la fuerza iónica y la presión osmótica del medio; en cuanto al pH, un cambio brusco produce la disociación de grupos ionizables y disminuye la carga del polímero, por lo que disminuye el efecto y la capacidad de hinchamiento se reduce.

Quitosano, (2010) la resistencia mecánica de estos biopolímeros es considerable y estas características hacen de los biopolímeros de pectinas de hinojo un posible candidato a formar parte de matrices poliméricas en administración de fármacos con liberación modificada y otra aplicación de hinojo en uso de obtención industrial de acetol ya que durante muchos años se ha empleado esta planta por su alto contenido de aceite esencial y oleorresina.

3.7 Clasificación de oleorresinas

Munares, (2013) son extractos naturales obtenidos de un arbusto o un árbol y se caracterizan por tener un alto contenido de ácido benzoico y cinámico y así como sus correspondientes ésteres son de consistencia más espesa y son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización dentro del grupo de resinas y podemos encontrar a su vez una serie de posibles combinaciones o mezclas de plantas aromáticas.

3.8 Características físicas de oleorresinas

Pengelly, (2006) las oleorresinas son volátiles y son líquidos a temperatura ambiente y recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos y su densidad es inferior a agua y casi siempre tienen un índice de refracción elevado y son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales como éter, cloroformo y alcohol de alta gradación.

Rodríguez, (2014) son sustancia líquida que presenta propiedades ligeramente viscosas, su color es originariamente de amarillo intenso y con aroma típico de hinojo según las calidades, orígenes de los frutos y con presencia de colores homogéneas, es empleada en la industria por presentar buenas propiedades de fluidez a temperatura ambiente y es muy poco soluble en agua y en algunas ocasiones para lograr que se disuelva se añaden tensos activos. En algunas concentraciones la cascipia se encuentra presente y su extracción se realiza mediante el empleo de solventes orgánicos como etanol y hexano. La oleorresina posee una gran variedad de compuestos químicos (casi más de 100). Suele componerse de sustancias lipofílicas como son triglicéridos; de ácidos grasos libres, así de diversas estructuras hidrocarbonadas de aceites esenciales; resinas ácidas así como sus ésteres; terpenos, ceras, esteroides de origen vegetal y en diversa cantidad.

3.9 Características químicas de oleorresinas

Núñez, (2008) son más importantes en cuanto a sus propiedades químicas y comercialmente los terpenos son sustancia química que se halla en los aceites esenciales y oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), resinas y otras sustancias aromáticas de muchas plantas como los cítricos pueden ser alifáticos, cíclicos o aromáticos.

3.10 Usos de oleoresina

3.10.1 Industria alimentaria

Prieto, (2007) *foeniculum vulgare* (Miller:1769) en la industria como: cilantro, naranja y menta entre otros y también son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos con respecto a su utilidad podemos citar las esencias extraídas del naranjo, limón, mentas e hinojo entre otros y estas esencias también se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas.

3.10.2 Industria farmacéutica

Masschelein, (2006) se usan en cremas dentales aceite de menta y *foeniculum vulgare* (Miller:1769), analgésicos e inhalantes para descongestionar las vías respiratorias y el eucalipto es muy empleado en odontología y son utilizados en la fabricación de neutralizantes de sabor desagradable de muchos medicamentos en la industria.

3.10.3 Industria cosmética

Medina, (2008) la industria cosmética se emplea de plantas aromáticas en la producción de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje y en este campo se pueden citar a aceite de hinojo y entre otras. La oleoresina de hinojo se emplea en aromaterapia para tratar la celulitis y los dolores reumáticos, sobre pieles grasas envejecidas y para aliviar las náuseas y las flatulencias.

3.10.4 Desodorantes industriales

Prieto, (2007) en la actualidad se ha desarrollado el uso de esencias para disimular el olor desagradable de algunos productos industriales como el caucho, los plásticos y las pinturas y en la industria de pinturas se emplea limoneno como disolvente biodegradable y también en olor de juguetes, textiles en teñido, papelería para impregnar de fragancias cuadernos, tarjetas, papel higiénico, toallas faciales y entre otras.

3.11 Hinojo Florencia

Calderón, (2006) es una planta de bulbo de excelente presentación y muy redondeado y de gran calibre y las diferentes variedades de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) se pueden clasificar también según la forma del bulbo en variedades estrechas y alargadas o redondas y casi esféricas.

Tabla 03: Composición química de hinojo (100 g)

Composición	cantidad
Valor energético	12 kilocalorías
Carbohidratos	0.6 g
Proteínas	1.9 g
Grasas totales	0.2 g
Grasas saturadas	0.05 g
Grasas mono insaturadas	0.01 g
Grasas poliinsaturadas	0.09 g
Colesterol	0 mg
Fibra alimentaria	3 g
Sodio	50 mg
Potasio	402 mg
Vitamina A	7 µg
Vitamina D	0 µg
Vitamina C	15.9 mg
Vitamina B1 (Tiamina)	0.04 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.04 mg
Niacina	0.3 mg
Ácido Fólico (Vitamina B ₉)	26.19 µg
Vitamina B12 (Cobalamina)	0 µg
Calcio	48 mg
Hierro	0.7 mg
Zinc	0.2 mg
Fósforo	49 mg

Fuente: Perry (2012).

3.12 Índice de madurez

Carbajal, (2008) las hojas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) se consideran en estado óptimo para el consumo cuando han alcanzado las características morfológicas de la variedad (longitud, anchura y espesor del pericarpio) y tienen la piel tersa, brillante y toleran la presión manual sin daños; pero el aspecto más visible de la madurez es el cambio del color verdoso.

3.13 Siembra, cosecha y secado

Clinton, (2010) la siembra directa de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) y trasplante de plántulas de almácigo y trasplante de plantones en épocas de siembra son de agosto a octubre y las de trasplante de agosto a enero y la cosecha se realiza manualmente cuando la planta tiene entre 70% a 80% de frutos que hayan completado su maduración es decir aquellos que se hayan secado en la planta y de color verdoso intenso. Esta etapa se inicia aproximadamente al quinto mes después de la siembra y antes de alcanzar su completa maduración de *foeniculum*

vulgare (Miller:1769) se presentan tersos y amarillentos brillante pero no están totalmente maduros y se puede comprobarse la maduración de forma natural en sus respectivas parcelas de almacigo.

3.14 Procedencia

Málaga, (2010) es originario de la zona mediterráneo y actualmente se cultiva en Europa, Asia y algunas partes de África y Sudamérica los principales países productores son China, India, Pakistán, Egipto, Indonesia, Bulgaria, Hungría, Rumania y Argentina.

3.15 Principales usos de *foeniculum vulgare*

3.15.1 Propiedades nutritivas

Afnor, (2008) la planta de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) tiene escaso aporte energético si bien es una verdura rica en hidratos de carbono, fibra y la variedad vitamínica es discreta y sobresalen en su composición los folatos, la vitamina B3 y la provitamina A, aunque en menor cantidad que en la mayoría de las verduras. Además del potasio, el mineral más abundante con diferencia el hinojo también contiene cantidades mínimas de fósforo, calcio y magnesio y en la composición de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) abunda un aceite esencial y oleorresina y el acetol, aunque está repartido por toda la planta y se concentra en mayor medida en las semillas y sus propiedades nutritivas.

Escobar, (2007) la producción de glóbulos rojos y blancos de la síntesis de material genético y la formación de anticuerpos del sistema inmunológico de potasio que es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular y participa en el equilibrio acuoso dentro y fuera de la célula y su agradable sabor de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) en hortaliza curiosa que puede resultar apetecible para incluirlo en la dieta habitual y en todas las edades en la industria alimentaria y lo emplea como saborizante o aromatizante.

3.16 Clasificación de oleorresina por su composición química

Benavides, (2008) están formados por unidades químicas y son muy importantes como elementos predominantes de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) como: anís, badiana, canela, clavo de olor de acuerdo a su naturaleza. En los frutos (mericarpios), no semillas como muchos creen (las semillas se hallan en su interior), encontramos los siguientes componentes bioquímicos: azúcares, fitosteroles, cumarinas y aceite esencial con acetol, estragol, limoneno, fencon, pineno y otros componentes volátiles.

Flores, (2006) son comúnmente llamados fijadores en su frecuencia y generalmente muy elevado en su peso molecular. Además de los fijadores podemos incluir en este grupo a los productos balsámicos y a las esencias resinosas como: clavel, sándalo, benjuí (resina), ámbar gris (resina), almizcle (resina), y son muy volátiles por su acción solo dura unas pocas horas y peso molecular relativamente bajo como los del anís, bergamota, menta, pimienta y ruda y *foeniculum vulgare* (Miller:1769) se concentra principalmente en la semilla, pero se reparte por toda la planta en las hojas: azúcares(glúcidos), el aceite esencial de oleoresina de hinojo posee fibra, sales minerales (potasio, calcio, magnesio y fósforo) y vitaminas A y B3.

3.17 Métodos de extracción de oleoresina

3.17.1 Arrastre con vapor seco

Domínguez, (2008) la destilación directa con vapor saturado o sobre calentado es provisto por una caldera y a presiones más elevadas que la atmosférica, se inyecta por medio de serpentinas cribadas que están debajo de la carga y se dirige hacia arriba atravesando la masa vegetal colocada sobre una parrilla interior. Conviene realizar la destilación inmediatamente de cosechado el vegetal y después de un oreado o un desecado al aire que le quite algo de la humedad. En el vegetal los *foeniculum vulgare* (Miller:1769) se almacenan o sitúan en glándulas, conductos o simplemente reservorios dentro de vegetal y por lo que conviene hacer un desmenuzamiento del material a destilar para exponer esos reservorios a la acción del vapor de destilación.

3.17.2 Lixiviación (extracción por solvente)

Brunhilde, (2011) es uno de los procesos más difundidos y si bien se puede realizar con disolventes orgánicos para preservar los compuestos termolábiles que pudiera contener el material. Consisten colocar el material fragmentado en un embudo o recipiente cónico y hacer pasar un disolvente adecuado a través del mismo. El tamaño de partícula no puede ser menor a 3 mm, como tampoco pueden extraer resinas o materiales que se hinchen dado que el disolvente no percollará y la maceración no tiene ventajas sobre la lixiviación, aunque ésta última requiere de ciertos cuidados a saber: la disolvente ebullición con cierta lentitud dando tiempo al mismo a tener contacto con los tejidos e ingresar en las estructuras celulares y extraer los componentes de otra manera el residuo desechado contendrá el principio de interés, además se necesita agregar solvente constantemente.

3.17.3 Extracción de prensado en frío

Medina, (2008) la extracción donde no se aplica un calor adicional al producto crudo, aunque no sea un método práctico de extracción para todos los aceites vegetales del mercado, es el recomendado como método de extracción preferido ya que ayuda al aceite a mantener su estado original en cuanto a constituyentes e intensidad y cuando en una materia oleaginosa, el contenido graso no excede de 10 a 12% no se puede efectuar la extracción del mismo por medio de prensas ni de otros elementos mecánicos porque la exigua cantidad que se obtendría si no es una grasa de mucho valor y no compensa el costo de la extracción y cuando en una materia oleaginosa aquella proporción es solamente de 6 a 7% en su extracción sea cualquiera la intensidad de presión que se ejerza sobre dicha materia.

3.17.4 Extracción soxhlet

Núñez, (2008) la extracción convencional se basa en la técnica de arrastre con vapor y ésta trabaja con solvente orgánico de etanol y hexano inicialmente en estado líquido y a presión atmosférica y eleva su temperatura superando el punto de ebullición, cambia a estado gaseoso para permitir que el vapor penetre en el interior de materia vegetal y así extraer los componentes de su interior por diferencia de concentración y el material vegetal y el solvente en estado líquido inicialmente no se encuentran en contacto directo por esta razón la tasa de saturación del solvente es baja y el rendimiento del método es alto.

3.18 Composición

Clinton, (2010) en la composición contiene del 0.5% al 13% de aceite esencial y oleorresina, constituido por hasta más de un 80% de trans-anetol que tiene sabor dulzón y hasta un 20% de (+) (-) fenchona con sabor amargo canforaceo y el fruto de hinojo amargo (*Foeniculi amari fructus*) contiene un mínimo del 4% de esencia constituida por al menos un 60% de anetol y un 15% de fenchona mientras que para el fruto de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) tiene un contenido mínimo de aceite esencial del 2%, con una riqueza de anetol no inferior a al 80% y en la esencia se encuentran también metilchavicol aldehído anísico y algunos hidrocarburos terpenos y el fruto de hinojo contiene además de aceite graso, proteínas, ácidos orgánicos y flavonoides y por lo que se refiere a la presencia de dianetol y dianisoína, con acción estrogénica.

3.19 Conservación

A.O.A.C, (2005) se debe de proteger de la luz y de la humedad y guardar en contenedores de vidrio o de hojalata y no de plástico debido a oleorresina que es altamente de aceite volátil por su composición.

3.20 Composición de oleorresina en las hojas

Gildardo, (2009) los datos sobre oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) y el fruto contiene 0.5 a 18% de aceite esencial de oleorresina y sus principales componentes son anetol (69.2%), fenchona (8.7%), y estragol (5.6%). En pruebas realizadas a intervalos durante 4 años en la india, se determinó el contenido de oleorresina en semillas de hinojo, que fue de 0.83 - 2.25%. Un estudio sobre los compuestos volátiles de las especies que forman parte y mostró que el principal compuesto de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) es anetol (79.92%) y se ha determinado la presencia de un ácido graso importante para uso industrial de aromatizantes y saborizantes.

3.21 Análisis de calidad de oleorresina de hinojo

Jacobe, (2008) el *foeniculum vulgare* (Miller:1769) y oleorresinas son mezclas que pueden llegar a ser muy complejas por lo que la identificación de sus componentes no es una tarea simple; anteriormente esta identificación se convertía en una larga y tediosa operación que consumía muchísimo tiempo ya que requería el aislamiento y purificación de cada componente y utilizando método de cromatografía en capa fina , cromatografía en columna y destilación fraccionada por su posterior determinación estructural por métodos tradicionales obtención de derivados, reacciones de coloración, pruebas de grupos funcionales en el análisis.

3.22 Propiedades físicas y químicas de etanol y hexano

3.22.1 Etanol

Morales, (2013) la composición de etanol $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ se utiliza industrialmente para la obtención de acetaldehído, vinagre, butadieno, cloruro de etilo, nitrocelulosa y entre otros. Es muy utilizado como disolvente en síntesis de fármacos, plásticos, lacas, perfumes, cosméticos y también se utiliza en mezclas anticongelantes, como combustible, como antiséptico en cirugía, como materia prima en síntesis y en la preservación de especímenes fisiológicos y patológicos durante el proceso.

Tabla 04: Componentes de etanol

Componentes	Solvente
Estado físico	Líquido
Apariencia	Incoloro
Olor	Olor característico 100 a 180 ppm
Temperatura de ebullición	78.3°C
Temperatura de fusión	-114°C
Densidad de agua	0.789 kg/l a 20°C
Presión de vapor 44.3 mmHg	20°C
Densidad de vapor aire	1.59

Fuente: Rafols (2007).

3.22.2 Hexano

Arévalo, (2010) la forma química es C_6H_{14} de hexano. Existen varios isómeros de esta sustancia, siendo la más conocida e importante la de la *n*-hexano: 2.3-dimetilbutano. Se trata de un líquido incoloro, fácilmente inflamable y con un olor característico a disolvente. Es poco soluble en agua, pero se mezcla bien con los disolventes orgánicos apolares como el alcohol, el éter o el benceno.

Tabla 05: Componentes de hexano

Componentes	Solvente
Apariencia	Incoloro
Densidad	0.6548 g/ml
Masa molar	86.18 g/ml
Temperatura de fusión	-95°C
Punto de ebullición	69°C
Viscosidad	0.294 cp. a 25°C

Fuente: Clinton (2010).

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicada en la Av. 28 de julio Nro. 1102, sede Santa Rosa con coordenadas geográficas de (S13°39'02.2698", W73°26'29.9432") que pertenece al distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas y Región de Apurímac. La parte experimental se realizó en el laboratorio de química.

4.2 Materiales, equipos e insumos químicos

Para desarrollar este trabajo se utilizó, las instalaciones del Laboratorio de Química de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Materiales

Tabla 06: Materiales de laboratorio

Cantidad	Unidad medida	Descripción	Marca
06	Unid.	Embudo de separación	Pirex
02	Unid.	Cuchillo de acero inoxidable	Tramontina
20	Unid.	Tubos de ensayo	Pirex
02	Unid.	Bureta de 25 ml	VRM
02	Unid.	Varilla de vidrio	Pirex
02	Unid.	Mortero con pilón	Schott
02	Unid.	Pesetas	s/m
01	Unid.	Pinzas de laboratorio	s/m
03	Unid.	Pipetas 2.5 y 10 ml	Fortuna
03	Unid.	Probetas de 100 ml, 50 ml	Kyntel
03	Unid.	Vasos precipitados de 100 ml	Pirex
02	Unid.	Pro pipetas	DyN
06	Unid.	Matraz Erlenmeyer de 100 ml	Fortuna
01	Unid.	Desecador	s/m
02	Unid.	Soporte Universal metálico	s/m
03	Unid.	Papel filtro, filtro lento	Watman
01	Rollo.	Papel filtro	Roy

Equipos

Tabla 07: Equipos de laboratorio

Cantidad	Unidad medida	Descripción	MARCA
02	Unid	Termómetro digital	GN modelo (ISC)
01	Unid	Balanza analítica de capacidad de 100g con sensibilidad de 0.0001	Kern
01	Unid	Cronometro digital	Casio
01	Unid	Estufa secador con temporizador, velocidad de aire 1m/s	Bender
01	Unid	Potenciómetro de mesa	Hana Instruments
01	Unid	Soxhlet y condensador de serpentín	s/n
01	Unid	Agitador termo magnético CAT velocidad ajustable desde 60 a 1600 RPM	s/n
01	Unid	Estufa memert 400 UNB capacidad 14L	s/n

Reactivos

Tabla 08: Reactivos

Cantidad	Unidad medida	Descripción
25	G	Ácido clorhídrico puro 99%
100	MI	Reactivo de Wells
1000	MI	Hexano Baker German
10	MI	Fenoltaleína
70	G	Solución de yoduro
05	L	Solución de almidón al 1%
05	G	Solución de tiosulfato de sodio al 0,1N
50	MI	Tetracloruro de carbono
30	MI	Hidróxido de Sodio 0.1N
5	MI	Hipoclorito de sodio al 5.5%
1000	MI	Etanol Merck German

4.3 Matriz de diseño

Sánchez, (1996) la presente investigación es tipo descriptiva comparativa y causalidad durante el proceso de rendimiento con solventes orgánicos extraído por método soxhlet.

La investigación descriptiva comparativa consiste en recolectar en dos o más muestras con el propósito de observar el comportamiento de un variable, tratando de controlar estadísticamente otras variables que se considera pueden afectar la variable estudiada (variable independiente).

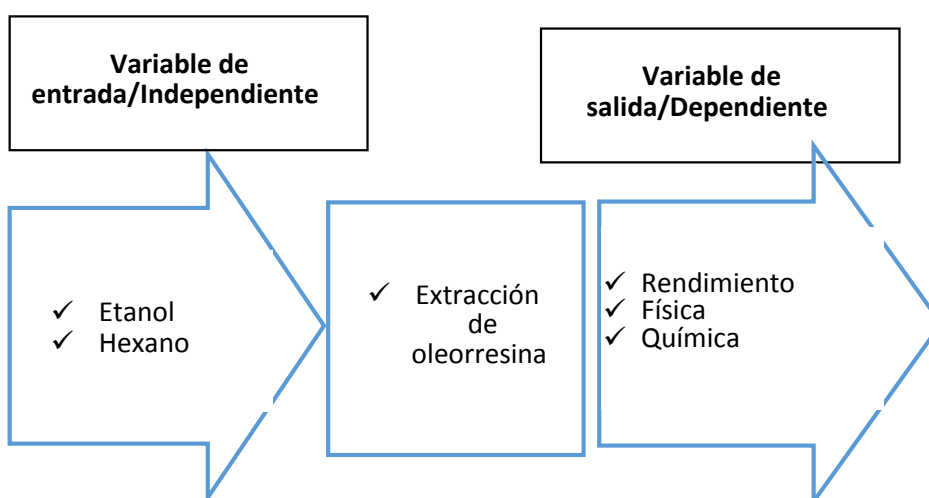


Figura 02: Diseño de variable independiente y dependiente

En el diagrama de variable independiente y dependiente son las muestras de las observaciones y mediciones realizadas; mientras las representantes de punto de ebullición con cada solvente orgánico de variables controladas estadísticamente.

Por otro lado, la investigación causalidad se orienta a la determinación del grado de relación existente entre dos o más variables de interés en una misma muestra de hinojo o el grado de relación en la comparación entre dos eventos observados. El investigador observa la presencia de las variables que dese comparar y luego relacionar por medio de técnica estadística de análisis causalidad.

La esencia, de investigación es casualidad que busca probables relaciones entre variables medidas. El termino variable medida se diferencia del concepto variable manipulable, que corresponde al método experimental. En efecto, en la investigación causalidad no se manipulan variables en el sentido de que las variaciones en la variable independiente generen cambios en la variable dependiente.

La utilidad y el propósito principal de los estudios causalidad son saber cómo se puede comportar un concepto y variable conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas.

4.4 Material de estudio

Para la investigación se recolectaron las hojas de hinojo *foeniculum vulgare* (Miller:1769) por conveniencia del investigador, de Huancane del distrito de Uranmarca, provincia de Chincheros y de Región Apurímac. El clima es templado y cálido de acuerdo a la variación climática de temperatura varían entre 14 a 27°C.

- **Población**

Las hojas secas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) de centro poblado de Huancane del distrito de Uranmarca, provincia de Chincheros y de Región Apurímac.

- **Muestra**

La cantidad de muestra seca de hinojo es 1.5 kg por conveniente del investigador y esto consistió en seleccionar las hojas sin ningún rastro de ataque de enfermedades o plagas y una vez obtenido la muestra se tomó para su respectiva investigación.

4.5 Metodología experimental

Diseño de tratamientos

Se evaluó el rendimiento y las características físicas y químicas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), con solventes orgánicos de etanol y hexano proveniente de centro poblado de Huancane para los cuales se realizaron tres repeticiones para cada muestra a nivel laboratorio.

Manejo experimental

La materia prima vegetal seco de hojas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) y con lo cual se procedió a realizar los procedimientos durante el proceso de extracción con solventes orgánicos de etanol y hexano por método soxhlet por cada tratamiento a nivel laboratorio.

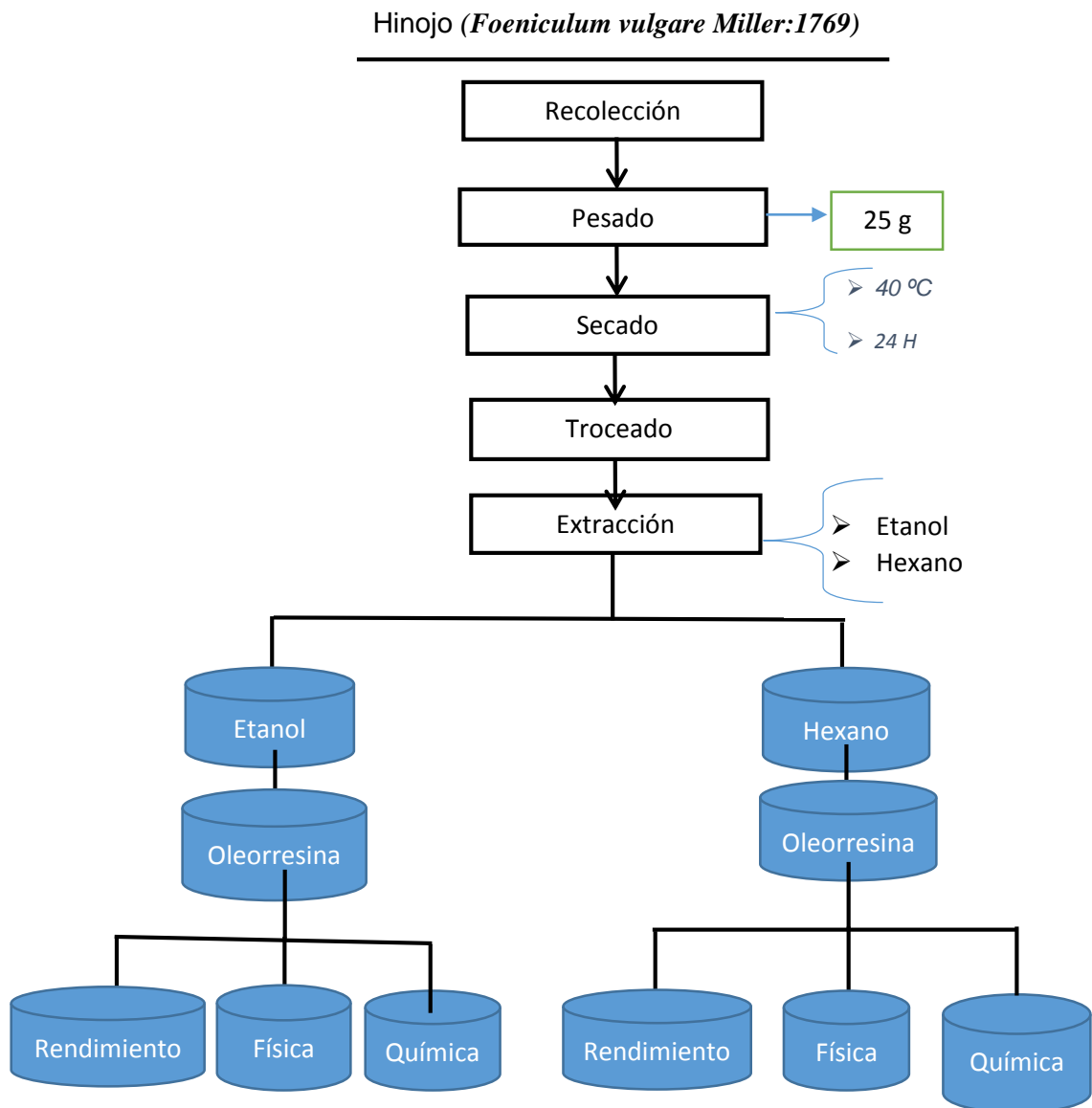
Diseño experimental

Se realizó por diseño completamente al azar (DCA) y análisis de varianza (ANOVA) durante la extracción de oleorresina por método soxhlet con solventes orgánicos de etanol y hexano.

4.6 Metodología

4.6.1 Preparación de hojas de hinojo

Las hojas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) de la variedad hinojo florencia, se sometieron a la molienda y tamizado, obteniendo un material con tamaño de partícula menor, que permita mejorar el grado de extracción de la oleorresina.



Fuente: Pastor (2012).

Figura 03: Flujograma para la extracción de oleorresina de hinojo

Descripción de operaciones para la extracción de oleorresina de hinojo

Para procesar la materia prima se siguió las siguientes etapas:

Recolección

La materia prima, se recolecta en la zona de centro poblado de Huancane, distrito de Uranmarca, provincia de Chincheros y distrito de Uranmarca. Las cuales son puestas a secar a temperatura ambiente sin interacción con los rayos del sol y para su respectivo proceso en laboratorio.

Pesado

Teniendo ya seleccionada la materia prima se procede al pesado, para lo cual se dio uso a una balanza analítica, para cada muestra de materia prima seleccionada para la extracción por método soxhlet.

Secado

El secado por lo tanto constituye una etapa importante en el proceso de extracción de oleorresinas, ya que contribuye a la desactivación de las enzimas. Durante el secado, mientras que la eliminación de agua no ha sido total, es necesario considerar algunos factores que impidan la actividad enzimática.

Troceado

Es fraccionar de menor tamaño de partícula las hojas de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) por conveniente del investigador y luego introducir al equipo soxhlet durante la extracción por método soxhlet.

Extracción

La extracción se realizó con solventes orgánicos de dos variedades como etanol y hexano con el equipo soxhlet durante el proceso de la extracción de oleorresina de hojas de hinojo en el laboratorio.

Eliminación de impurezas

El solvente mezclado con el aceite extraído se evaporó en un baño maría haciendo giros del matraz para que actúe de forma similar a una rota vapor, el cual separa el solvente de oleorresina.

Almacenamiento

La oleorresina extraída se almacenó a temperatura de ambiente en botellas de vidrio ámbar y protegidas de la luz.

4.7 Mediciones físicas

4.7.1 Densidad

Fenema, (2011) las determinaciones densimétricas son simples y de ejecución rápida y generalmente aplicables a los alimentos líquidos o en solución. Algunas veces la gravedad específica es referida como densidad relativa. En el sistema de unidad de masa específica será la correspondiente a un cuerpo que tenga en un centímetro cúbico de volumen un gramo de masa. Si el gramo fuera exactamente la masa del cm^3 de agua a 4°C , la densidad del agua a esta temperatura sería la unidad; pero siendo tan próxima a un gramo la masa de un cm^3 de agua a 4°C , para estudios que no requieran absoluta precisión no hay inconveniente en tomarla como unidad. Por eso usualmente, se toma como referencia la densidad del agua a 4°C .

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots\text{Ec: (01)}$$

ρ : densidad

M: masa de la muestra en gramos

V: volumen de muestra en mililitros

4.7.2 Punto de ebullición

Helman, (2013) el método de Siwoloboff es un análisis físico que tiene como fundamento el equilibrio entre presión de vapor de líquido que se está midiendo con la presión atmosférica. Este equilibrio se alcanza en la temperatura de ebullición del líquido, por esta razón, el punto de ebullición medido depende de la presión atmosférica del lugar donde se realiza el experimento.

4.8 Mediciones químicas

4.8.1 Índice de acidez

Masschelein, (2006) la cantidad de hidróxido de potasio necesario para neutralizar a los ácidos liberados contenidos en 1 g de esencia. Se introduce la muestra en un dispositivo de saponificación y se agrega 5 ml de etanol al 95% (V/V) 5 gotas de fenolftaleína, neutralizándose la solución obtenida con KOH al 0.1N hasta que de coloración rosada que persiste por unos segundos por titulación directa.

$$I.A = \frac{5.61(v)}{P} \dots\dots\dots\text{Ec: (02)}$$

Donde:

I.A= índice de acidez

V= Volumen en ml de KOH alcohólico 0.1N

P= Peso de gramos de la muestra

4.8.2 pH

Sharapin, (2011) el pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia. Las siglas pH significan potencial hidrógeno o potencial de hidrogeniones y pueden medir en una solución acuosa utilizando una escala de valor numérico que mide las soluciones ácidas (mayor concentración de iones de hidrógeno) y las alcalinas (base, de menor concentración) de las sustancias.

4.8.3 Índice de saponificación

N.M.X.R, (2011) el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar 1g de grasa bajo condiciones específicas y para la medida calcular el peso molecular promedio de todos los ácidos grasos presentes, ya que, a mayor longitud de cadena, menor cantidad de potasa será requerida de saponificación en hidrólisis de un éster grasa más álcali Jabón (sal alcalina de ácidos grasos) más glicerina álcali.

$$I.S = \frac{28.05 * M(B-M)}{P} \dots\dots\dots Ec: (03)$$

Donde:

I.S. = Índice de saponificación

M = Gasto de la solución de tiosulfato en la muestra

B = Gasto de la solución de tiosulfato en el blanco

P = Peso de la muestra en gramos

4.8.4 Índice de peróxido

Jacobe, (2008) la estimación del contenido de sustancias que oxidan en el ioduro potásico y se expresa en términos de mili equivalentes de oxígeno activo por kg de grasa. Se asocia con la presencia de peróxidos derivados de los ácidos grasos presentes en la muestra.

Los aceites y grasas son enlaces insaturados absorben oxígeno y reaccionan analógicamente al peróxido y la reacción es relativamente lenta, pero se acelera al aumentar la concentración del ácido.

$$I.P = \frac{1000 * N(M-B)}{p} \dots\dots\dots Ec: (04)$$

Donde:

I.P. = Índice de peróxido (meq O₂/kg de grasa)

M = Gasto de la solución de tiosulfato en la muestra

B = Gasto de la solución de tiosulfato en el blanco

P = Peso de la muestra en gramos.

4.8.5 Índice de yodo

Medina, (2008) el análisis químico que se realiza en las industrias del aceite y oleorresina comestible en donde muestra el grado de insaturación del lípido, que es uno de los parámetros característicos de muchos triglicéridos y ácidos grasos que conforman un triglicérido (dobles enlaces) y los ácidos grasos no saturados son líquidos a temperatura ambiente.

$$I.Y = \frac{12.69 * M(B-M)}{P} \dots\dots\dots Ec: (05)$$

Donde:

I.Y = índice de yodo

M = ml. de la solución gastada de tiosulfato en la muestra.

B = ml. de la solución gastada de tiosulfato en el blanco.

N = Normalidad de la solución de tiosulfato.

P = Gramos de muestra de oleorresina empleado

4.9 Manejo del experimento

4.9.1 Extracción por método soxhlet

- a. Se selecciona las hojas de hinojo de menor tamaño de partícula y material vegetal seco.
- b. Se utiliza la cantidad sugerida por el Manual Internacional de Métodos Oficiales de Análisis AOAC, 50 gramos por cada corrida.
- c. Se arma el aparato soxhlet y se conecta a una fuente de calor permanente con una temperatura óptimo.
- d. Se coloca la cantidad de hojas de hinojo envuelto en pape filtro en la recámara de Soxhlet.

- e. Se agrega el solvente etanol y hexano a través del condensador hacia la recámara Soxhlet y luego cae en el balón aforado, con el fin de empezar la destilación.
- f. Los solventes orgánicos cumplen un ciclo o factor importante durante el proceso como vapor por el ascensor de vapores hasta el condensador.
- g. Los solventes caen nuevamente a la recámara de soxhlet y se mezcla con las hojas de hinojo durante el proceso de extracción.
- h. Al llegar la solución a nivel de proceso, regresa nuevamente con solvente más la oleorresina extraído al balón aforado para comenzar nuevamente el ciclo de extracción.
- i. Transcurridas 4 a 6 horas se retira la solución obtenida de aparato de soxhlet.
- j. La muestra con un porcentaje de solvente, el cual debe ser extraído y se introducido a temperatura de ebullición para evaporarlo en su totalidad y así obtener una muestra libre de solventes orgánicos.

4.10 Rendimiento de oleorresina de hinojo

Heath, (2013) el rendimiento es la cantidad de producto en gramos que se obtiene en relación a la cantidad de muestra utilizada en gramos y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rendimiento = \frac{\text{Peso de oleorresina}}{\text{Peso de hinojo}} * 100 \dots\dots\dots Ec: (06)$$

4.11 Balance de materia para comparación de rendimiento

López, (2012) el balance de materia es la expresión matemática de una ecuación del principio de conservación de la materia, por lo tanto, en cualquier proceso será la expresión y nos servirá para calcular el rendimiento como muestra.

4.11.1 Bance de masa

Valiente, (1998) el proceso de sistema, al cual se le aplicará un balance, en el sistema al que se le realizará. Un sistema se refiere a cualquier porción de totalidad durante un proceso establecido específicamente para su análisis. Se representa esquemáticamente una columna de destilación y el condensador durante la extracción por método soxhlet y transformación química que necesita alguna ecuación o gráfica de equilibrio para su solución. Generalmente se presentan los siguientes casos de balances simples de masa: mezclado, separación, contacto a contracorriente, contacto en paralelo, balance con recirculación y balance con derivación anexos 10 y 11.

$$E = S + A + D \dots\dots\dots Ec: (07)$$

E: caudal másico que entra

S: caudal másico que sale

A: caudal másico que se acumula o se produce

D: caudal másico que desaparece

4.12 Análisis estadístico

4.12.1 Diseño completamente al azar

Gutiérrez, (2008) el diseño completamente al azar, considera el efecto de un factor por bloques que a su vez están constituidos por tratamientos, el diseño se utilizó en esta investigación ya que el factor directo que interviene para la evaluación de rendimiento de oleorresina es etanol y hexano como variables independientes. La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente entre las unidades de comparación de sus características físicas y químicas de hinojo *foeniculum vulgare* (Miller:1769) que es variable independiente de la variedad de hinojo de florencia y el diseño se debe a que en cada bloque se prueban todos los tratamientos.

4.13 Hipótesis estadístico

La hipótesis de interés es la misma para todos los diseños comparativos, y está dada por:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

Si se acepta H_0 se confirma que los efectos sobre la respuesta de los tres tratamientos son estadísticamente nulos, y en caso de rechazar se estaría concluyendo que al menos un efecto es diferente de cero. En cualquiera de estas hipótesis la afirmación a probar es que la respuesta media Poblacional lograda con cada tratamiento es la misma para los tres tratamientos, y que por tanto cada respuesta media μ_i es igual a la respuesta media global poblacional, μ . De manera alternativa, se puede afirmar que los efectos de tratamientos sobre la variable de respuesta son nulos, porque el efecto de significancia tiene suficiencia evidencia para concluir que los datos no siguen una distribución normal.

$$T_i = \mu_i - \mu = 0,$$

entonces necesariamente la respuesta del tratamiento es igual a la media global ($\mu_i = \mu$).

Tabla 09: Matriz de diseño

Variables	Mediciones	Dimensiones	Métodos
Etanol	Físicas	Densidad	Picnómetro
		Punto de ebullición	método siwoloboff
		Índice de acidez	Titulación directa
Hexano	Químicas	pH	Potenciómetro
		Índice de saponificación	Método koettstorfer
		Índice de peróxido	Método wijs
		Índice de yodo	Método wijs

4.14 Comparación de parejas medias de tratamiento

Gutiérrez, (2008) es cuando no se rechaza la hipótesis nula H_0 : $m_1 = m_2 = \dots = m_k = m$, el objetivo del experimento está cubierto y la conclusión es que los tratamientos no son diferentes. Si por el contrario se rechaza H_0 , y por consiguiente se acepta la hipótesis alternativa H_A : es necesario investigar cuál de los tratamientos resultaron diferentes, o cuáles provocan la diferencia. Como se acaba de ilustrar en la gráfica de medias, estas interrogantes se responden probando la igualdad de todos los posibles pares de medias por métodos de comparaciones múltiples o pruebas de rango múltiple y la diferencia primordial entre los métodos.

4.14.1 Método LSD (diferencia mínima significativa)

Una vez que se rechazó H_0 en el cual análisis de varianza (ANOVA), el problema es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con la hipótesis:

Para los tratamientos se tienen en total de tres repeticiones por muestra en la comparación. El estadístico de prueba para cada una de las hipótesis dada correspondiente diferencia en valor absoluto entre sus medias muestrales. La cantidad LSD se llama diferencia mínima significativa, ya que es la diferencia mínima que debe existir entre dos medias muestrales para considerar que los tratamientos correspondientes son significativamente diferentes.

Se determinó mediante la evaluación de análisis de la varianza (ANOVA) y comparación de rendimiento, físicas y químicas. El software ha dado resultados y gráficos de contorno y se generaron las respuestas de dos variables independientes de etanol y hexano, manteniendo siempre la solución óptima y para cada variable la respuesta y los gráficos se hicieron por el software STATGRAPHICS.

Tabla 10: Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F _o	P(F>F _o)
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y^2 \dots}{N}$	k-1	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	
Error	$CM_{TRAT} = SC_T - SC_{TRAT}$	N-k	$CM_E = \frac{SC_E}{N - K}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} - \frac{Y^2 \dots}{N}$	N-1			

Fuente: Gutiérrez (2008)

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 Resultado de extracción de oleorresina por método soxhlet

A continuación, se muestran los resultados de la extracción de oleorresinas de hinojo en el estudio con solventes orgánicos.

En la tabla 11 se muestran los resultados del rendimiento para la extracción de oleorresinas de hinojo utilizando solventes orgánicos.

Tabla 11: Análisis de comparación para rendimiento

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	10.7249	0.0349348	10.6808	10.7690
Hexano	3	1.9236	0.0324019	1.8795	1.9677
Total	6	6.3243			

Se reporta la media de rendimiento de oleorresina de hinojo en porcentaje y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 99%, la media de llenado de las cajas esta entre 10.6808 y 10.7690 con etanol y 1.8795 y 1.9677 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleorresinas de hinojo se muestran en la tabla 11 la media que se realizó en análisis de varianza de los cuales el rendimiento mayor es con etanol de 10.7249 y el menor con hexano de 1.9236; anexo 01.

Tabla 12: Tabla de ANOVA para rendimiento por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	116.195	1	116.195	76770.15	0.0000
Intra grupos	0.00605419	4	0.00151355		
Total (Corr.)	116.201	5			

- En la tabla 12 se observa que el Valor-P es 0.0000 el que es menor a 0.05 por lo tanto se rechaza hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Rendimiento entre un nivel de solvente y otro, con un nivel del 99% de confianza.

5.2 Propiedades físicas

5.2.1 Densidad

Tabla 13: Análisis de comparación para densidad

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	0.9369	0.000132288	0.9354	0.9383
Hexano	3	0.9294	0.00156205	0.9280	0.9309
Total	6	0.9332			

Se reporta la media de densidad de oleorresina de hinojo en g/ml y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 99%, la media de llenado de las cajas esta entre 0.9354 y 0.9383 con etanol y 0.9280 y 0.9309 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleorresinas de hinojo se muestran en la tabla 13 la medida de comparación que se realizó de los cuales el rendimiento mayor es con etanol de 0.9369 y el menor con hexano de 0.9294; anexos 02.

Tabla 14: Tabla de ANOVA para densidad por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0000836267	1	0.0000836267	51.04	0.0020
Intra grupos	0.00000655333	4	0.00000163833		
Total (Corr.)	0.00009018	5			

- En la tabla 14 se observa que el Valor-P es 0.0020 el que es menor a 0.01 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Densidad entre un nivel de solvente y otro con un nivel del 99% de confianza.

5.2.2 Punto de ebullición

Tabla 15: Análisis de comparación para punto de ebullición

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	78.4333	0.409268	77.3501	79.5166
Hexano	3	68.9667	1.09659	67.8834	70.0499
Total	6	73.7000			

Se reporta la media de punto de ebullición de oleorresina de hinojo en grados Celsius y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 99%, la media de llenado de las cajas esta entre 77.3501 y 79.5166 con etanol y 67.8834 y 70.0499 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleorresinas de hinojo se muestran en la tabla 15 la medida en la comparación que se realizó de los cuales el rendimiento de punto de ebullición mayor es con etanol de 78.4333°C y el menor con hexano de 68.9667°C; anexo 03.

Tabla 16: Tabla de ANOVA para punto de ebullición por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	134.427	1	134.427	147.18	0.0003
Intra grupos	3.65333	4	0.913333		
Total (Corr.)	138.08	5			

- En la tabla 16 se observa que el Valor-P es 0.0003 el que es menor a 0.01 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Punto de ebullición entre un nivel de solvente y otro, con un nivel del 99% de confianza.

5.3 Propiedades químicas

5.3.1 Índice de acidez

Tabla 17: Análisis de comparación para índice de acidez

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	2.18133	0.0290517	2.1515	2.2111
Hexano	3	2.1620	0.0139374	2.1321	2.1918
Total	6	2.1716			

Se reporta la media de índice de acidez de oleorresina de hinojo en mg NaOH/g y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 100%, la media de llenado de las cajas esta entre 2.1515 y 2.2111 con etanol y 2.1321 y 2.1918 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleorresinas de hinojo se muestran en la tabla 17 la medida en la comparación que se realizó de los cuales el rendimiento de índice de acidez mayor es con etanol de 2.1813 y el menor con hexano de 2.1620; anexo 04.

Tabla 18: Tabla de ANOVA para índice de acidez por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.000560667	1	0.000560667	0.81	0.4190
Intra grupos	0.00276867	4	0.000692167		
Total (Corr.)	0.00332933	5			

- En la tabla 18 se observa que el Valor-P es 0.4190 el que es mayor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Índice de acidez entre un nivel de solvente y otro, con un nivel del 100% de confianza.

5.3.2 Determinación de pH

Tabla 19: Análisis de comparación para pH

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	6.3000	0.0866025	6.1536	6.4463
Hexano	3	6.0666	0.132288	5.9203	6.2130
Total	6	6.1833			

Se reporta la media de pH de oleoresina de hinojo y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 100%, la media de llenado de las cajas esta entre 6.1536 y 6.4463 con etanol y 5.9203 y 6.2130 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleoresinas de hinojo se muestran en la tabla 19 la medida en la comparación que se realizó de los cuales el rendimiento de pH mayor es con etanol de 6.3000 y el menor con hexano de 6.0666; anexo 05.

Tabla 20: Tabla de ANOVA para pH por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0816667	1	0.0816667	4.90	0.0913
Intra grupos	0.0666667	4	0.0166667		
Total (Corr.)	0.148333	5			

- En la tabla 20 se observa que el Valor-P es 0.0913 el que es mayor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Índice de acidez entre un nivel de solvente y otro, con un nivel del 100% de confianza.

5.3.3 Índice de saponificación

Tabla 21: Análisis de comparación para índice de saponificación

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	4.8308	0.618444	4.1007	5.5608
Hexano	3	4.5693	0.489655	3.8392	5.2993
Total	6	4.7000			

Se reporta la media de índice de saponificación de oleorresina de hinojo en meq O_2 /kg de g y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 100%, la media de llenado de las cajas esta entre 4.1007 y 5.5608 con etanol y 3.8392 y 5.2993 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleorresinas de hinojo se muestran en la tabla 21 la medida en la comparación que se realizó de los cuales el rendimiento de índice de saponificación mayor es con etanol de 4.8308 y el menor con hexano de 4.5693; anexo 06.

Tabla 22: Tabla de ANOVA para índice de saponificación por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.102573	1	0.102573	0.25	0.6451
Intra grupos	1.65929	4	0.414823		
Total (Corr.)	1.76187	5			

- En la tabla 22 se observa que el Valor-P es 0.6451 el que es mayor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de índice de saponificación entre un nivel de solvente y otro, con un nivel del 100% de confianza.

4.3.4. Índice de peróxido

Tabla 23: Análisis de comparación para índice de peróxido

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	7.5000	0.377492	6.8312	8.1687
Hexano	3	7.5066	0.616117	6.8379	8.1753
Total	6	7.5033			

Se reporta la media de índice de peróxido de oleorresina de hinojo en meq O_2 /kg de g y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos en meq O_2 /kg de g para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 100%, la media de llenado de las cajas esta entre 6.8312 y 8.1687 con etanol y 6.8379 y 8.1753 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleorresinas de hinojo se muestran en la tabla 23 la medida en la comparación que se realizó de los cuales el rendimiento de índice de peróxido mayor es con etanol de 7.5000 y el menor con hexano de 7.5066; anexo 07.

Tabla 24: Tabla de ANOVA para índice de peróxido por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0000666667	1	0.0000666667	0.00	0.9896
Intra grupos	1.39227	4	0.348067		
Total (Corr.)	1.39233	5			

- En la tabla 24 se observa que el Valor-P es 0.9896 el que es mayor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de índice de peróxido entre un nivel de solvente y otro, con un nivel del 100% de confianza.

4.3.5 Índice de yodo

Tabla 25: Análisis de comparación para índice de yodo

Solventes	Casos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	
				Límite Inferior	Límite Superior
Etanol	3	2.2483	1.18002	0.8441	3.6525
Hexano	3	1.9124	0.953766	0.5082	3.3166
Total	6	2.0804			

Se reporta la media de índice de yodo de oleoresina de hinojo gl/100g y la desviación estándar de comparación de los resultados obtenidos para encontrar diferencias significativas de límite inferior y superior de intervalo de confianza con etanol y hexano.

- Por lo tanto, podemos concluir que con una confianza de 100%, la media de llenado de las cajas esta entre 0.8441 y 3.6525 con etanol y 0.5082 y 3.3166 con hexano.
- Los resultados obtenidos en la extracción de oleoresinas de hinojo se muestran en la tabla 25 la medida en la comparación que se realizó de los cuales el rendimiento de índice de yodo mayor es con etanol de 2.2483 y el menor con hexano de 1.9124; anexo 08.

Tabla 26: Tabla de ANOVA para índice de yodo por solvente

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.16921	1	0.16921	0.11	0.7565
Intra grupos	6.13901	4	1.53475		
Total (Corr.)	6.30822	5			

- En la tabla 26 se observa que el Valor-P es 0.7565 el que es mayor a 0.05 por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de índice de yodo entre un nivel de solvente y otro, con un nivel del 100% de confianza.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN

Rendimiento

Para el presente estudio se utilizó el método de soxhlet, y un diseño completamente al azar de análisis de varianza e intervalo de confianza de límite inferior y límite superior, durante la comparación con solventes orgánicos de etanol y hexano se determinó las características físicas y químicas de muestra vegetal de hojas de hinojo seco y fraccionado de menor tamaño de partícula y durante cinco horas se realizó la extracción de oleorresina con las corridas experimentales en el laboratorio y los resultados de rendimientos de comparación con etanol y hexano, como se puede observar en las tablas de resultados de rendimiento y propiedades físicas y químicas.

Ricciardi, (2000) la oleorresina constituye componentes esenciales de las plantas aromáticas y usados en diversos productos en la industria y en la elaboración de productos, por lo que es interesante ampliar el conocimiento sobre el campo de oleorresina, a través de la investigación y poder establecer bajo qué condiciones de trabajo producen mayor cantidad y de mejor calidad.

Gutiérrez, (2008), el presente estudio es comparar el rendimiento de oleorresina y para lo cual se procedió a realizar un análisis de varianza de porcentaje de rendimiento y los datos se observa que el Valor-P es 0.0000 el que es menor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de rendimiento de solvente etanol y hexano con un nivel confianza de 99%.

Heath, (2013) el mayor rendimiento es con solvente de etanol y este resultado nos indica que el solvente etanol es mejor que el solvente hexano durante la extracción por método soxhlet de hoja seco de hinojo de menor tamaño de partícula durante la extracción de oleorresina.

Zekaria, (2006) el peso obtenido de oleorresina fue de media aritmética y desviación estándar de 100.8 ± 0.01 g, con rendimiento de aritmética y desviación estándar 1.26 ± 0.01 % p/p. Este valor corresponde al rendimiento de oleorresina en la literatura científica. En general el rendimiento de la extracción de oleorresina es bajo, variando entre 0.01 a 2% por método soxhlet con etanol y hexano durante la extracción.

Carhuapoma et al., (2009) según estos autores afirman los rendimientos para oleorresina de 0.19% p/p (Cano, 2007) de 2.4% v/p (Carhuapoma et al., 2009) de 1.30% v/p (Albado et al., 2001); de 3% v/p (Libertad et al., 2001) de 0.80, (Ricciardi y Ricciardi, 2000). De acuerdo a los resultados obtenidos el rendimiento para aceite esencial y oleorresina fue 1.26% p/p (1.44% p/v) en plantas aromáticas durante la extracción.

Blanco, (2007) las plantas aromáticas tienen aceite esencial en mayor porcentaje y oleorresina en menor porcentaje de rendimiento y está influenciada por factores tales como el origen, especie de la planta, condiciones climáticas de crecimiento (temperatura, fertilizantes, tierra de cultivo), así como el método de extracción y la forma de almacenamiento de aceites esenciales y oleorresina de plantas aromáticas.

Arancibia, (2010) los estudios reportados sobre la composición de oleorresina en plantas aromáticas, relatan el rendimiento de 0.57% v/p para oleorresina obtenido a partir de hojas de hinojo y otros autores relatan valores de rendimiento de variación de 0.72% p/v, 0.81 % p/v, obtenidos a partir de hojas y tallos frescos durante la extracción.

Cano, (2007) el aceite esencial y oleorresina fue extraído por Hidrodistilación a partir de hojas, flores y tallos con rendimientos de 0.24% p/v, 0.15% p/v y 0.19 p/v respectivamente, observándose diferencias en los rendimientos en función a los órganos de la planta.

Mishra, (2011) el método de extracción influyó en el rendimiento de oleorresina de plantas aromáticas ya estudiadas y el mayor rendimiento obtenido para el presente estudio es influenciado por el método de extracción soxhlet y destilación por arrastre con vapor el cual presenta la ventaja de producir menor hidrólisis en relación a la Hidrodistilación en la extracción.

Bandoni, (2000) la presencia de agua y principalmente a altas temperaturas pueden ocurrir reacciones que favorecen en la extracción y la formación de compuestos como alcoholes y ácidos por descomposición de los ésteres, causantes de disminución en la producción del aceite y oleorresina, siendo una de las desventajas en el proceso de extracción.

Pierozan, (2009) el proceso de secado de la muestra es un factor de importancia para el rendimiento del aceite esencial y oleorresina, debido a que durante el cortado se rompen células que contienen aceite esencial y oleorresina y se pierden debido a su alta volatilidad que contiene.

Pierozan, (2009) el presente estudio de método de extracción probablemente influyó en mayor porcentaje de rendimiento obtenido durante la extracción de oleorresina y adicionalmente el método de extracción soxhlet es eficiente con solventes orgánicos e influencia de plantas aromáticas los factores genéticos.

Características físicas y químicas

Salamanca, (2021) la extracción de oleorresina por el método soxhlet y la densidad es 0.9369 g/ml con etanol y 0.9294 g/ml con hexano tal; y generalmente son ricos en hidrocarburos, alcoholes, aldehídos y cetonas, es decir existe la presencia de oleorresina e indicando que método de picnómetro es confiable para la densidad y la Norma Técnica Peruana 319.081 (1974) que las densidades que fluctúa entre 0.6969 a 1.118 g/ml en plantas aromáticas durante la comparación.

Helman, (2013) la extracción de oleorresina por método soxhlet se realizó y el análisis de punto de ebullición con etanol 78.4333°C y con hexano 68.9667°C; y con el método de siwoloboff nos resultó con más punto de ebullición de temperatura con solvente etanol y menos con solvente de hexano durante la comparación.

Masschelein, (2006) la extracción de oleorresina por el método soxhlet se realizó y el análisis de índice de acidez con etanol 2.18133 mg NaOH/g y con hexano 2.1620 mg NaOH/g; el cual nos indica que se necesita la misma cantidad para neutralizar la acidez libre en 1 gramo de muestra y evitando que la temperatura, aire o luz provoquen reacciones de descomposición asimismo un mal manejo en el almacenamiento o durante su procesamiento, generan reacciones que se ven reflejadas en su grado de oxidación, lo que puede provocar que se eleve su acidez durante la comparación.

Sharapin, (2011) la extracción de oleorresina por el método soxhlet se realizó el análisis de pH con etanol 6.3000 y con hexano 6.0666 y más ha influyó con solvente de etanol y menos con solvente de hexano; el cual nos indica por método de potenciómetro en la comparación.

Medina, (2008) la extracción de oleorresina por el método soxhlet se realizó y el análisis de índice de saponificación obtenido fue con etanol 4.8308 mg KOH /g y con hexano 4.5693 mg KOH /g grasa, en el cual los resultados obtenidos son confiables por el método koettstorfer en la comparación con solventes orgánicos de etanol y hexano.

Ulrich, (1999) la extracción de oleorresina por el método soxhlet se realizó el análisis de índice de peróxidos obtenido con etanol 7.5000 meq O₂/Kg y hexano 7.5066 meq O₂/Kg de grasa y los resultados obtenidos son confiables por el método koettstorfer en la comparación con solventes orgánicos.

Medina, (2008) la extracción de oleorresina por el método soxhlet se realizó el análisis de índice de yodo obtenido con etanol 2.2483 gl/ 100g y hexano 1.9124 meq gl/ 100g; y nos indica que el método usado para la determinar índice de yodo es confiable y se realizó por método wijs en la comparación.

Urrutia, (2010) las características físicas de oleorresina de hinojo presentan compuestos aromáticos, dado que su densidad con etanol y hexano son superiores a valores de 0.8g/ml, respectivamente. Presento solubilidad a concentraciones en la extracción de oleorresina y sus propiedades pueden ser usadas para establecer parámetros de control de calidad en la extracción al realizarse una comparación por análisis de varianza de sus propiedades físicas y químicas de oleorresina que nos indica la concentración de oleorresina se puede caracterizar con solvente orgánicos.

Zamudio, (2003) los ácidos grasos libres son formados durante la oxidación, hidrólisis y pirolisis, como resultado del rompimiento de los triglicéridos. Además, la desviación estándar fue con etanol 0.0290% y con hexano 0.1393% el cual nos indica que los resultados obtenidos son confiables porque el método que se utilizó es relativamente titulación directa. El porcentaje de índice de acidez fue de 2.3536 % el cual según la Norma Técnica Peruana 319.085 (1974) dice que el porcentaje de acidez es sumamente variable, en condiciones adecuadas las oleorresinas no deben presentar valores superiores a 0.4 - 0.5% en índice de acidez.

Salgado, (2009) después de realizar extracción de oleorresina por el método soxhlet presento el mayor rendimiento con etanol y menor rendimiento con hexano y se hizo el análisis. El índice de peróxidos obtenido con etanol 7.4836 meq O₂/Kg y hexano 7.4638 meq O₂/Kg de grasa como muestra en anexo 11 el cual significa que la grasa de oleorresina está en buenas condiciones para su uso según la norma según el Codex alimentario el cual señala que se debe de considerar un valor máximo de peróxido en aceites de 10 meq O₂/Kg, valores superiores a estos, se debe considerar al aceite de mala calidad. Como consecuencia de ello, si el índice de peróxidos es mayor menor será la capacidad antioxidante de un aceite. La desviación estándar fue con etanol 0.3774% y con hexano 0.6161% el cual nos indica que el método usado para la determinación de peróxido es poco complicado de realizar, pero los resultados obtenidos si son confiables método koettstorfer.

Salamanca, (2012) después de realizar extracción de oleorresina por el método soxhlet presento el mayor rendimiento con etanol y menor rendimiento con hexano y se hizo el análisis. El índice de yodo fue con etanol 1.5648g/ 100g y hexano 1.4619 g/ 100g el cual nos indica que es una grasa de oleorresina y a su vez tiene una pureza alta. De este valor se puede inferir que, es una grasa insaturada, este es un aspecto importante ya que estudios han determinado que cuanto mayor es el grado de insaturación de una grasa y mayor su tasa de penetración en la piel reduciendo la pérdida de agua de la piel. La desviación estándar fue con etanol 1.1800% y hexano 1.1013% como muestra en el cual nos indica que el método usado para la determinación de yodo es algo complicado de realizar, pero los resultados obtenidos si son confiables y se realizó por método wijs.

Martínez, (2011) las oleorresinas constituyen componentes de las plantas aromáticas que han sido y son usados en diversos productos en la industria, y muchas más para la elaboración de una gran diversidad de productos, por lo que es interesante ampliar el conocimiento sobre el campo de aceites esenciales y oleorresina, a través de la investigación de ciertas plantas utilizadas en Perú y poder establecer bajo qué condiciones de trabajo producen mayor cantidad de oleorresinas y de mejor calidad.

Pérez, (1999) la densidad de oleorresina obtenido por destilación con arrastre de vapor fue semejante al relatado por que obtuvieron 0,873 g/mL para *S. graveolens* Wedd (compositae) extraído por Hidrodistilación. El valor obtenido es comparable con la literatura científica, la densidad de oleorresina es menor que la densidad

del agua; está en el promedio en comparación a otros aceites esenciales de especies obtenidos por diferentes métodos de extracción, tales como, limón 0.8534 g/mL destilación por arrastre con vapor, jengibre 0.877 g/ml extracción por arrastre con vapor de plantas aromáticas 0.8843g/ml extracción por hidrodistilación.

Ricciardi, (2000) el valor por debajo del aceite esencial y oleorresina de hinojo 0.9189 g/ml (Cano, 2007) y también 0.9232 g/ml (Albado et al., 2001) extraídos por destilación con arrastre de vapor. El resultado de densidad del presente trabajo indicaría calidad y pureza del aceite extraído, no siendo influenciado por el método de extracción en comparación a otras especies, pero si probablemente por la naturaleza de la planta y condiciones climáticas del área geográfica de procedencia.

Albado, (2001) el índice de refracción de aceite esencial de oleorresina es a 20°C fue similar a los valores relatados para aceites esenciales extraídos de algunas plantas aromáticas: orégano 1.4774 (Albado et al., 2001); muña 1.4727 (Cano, 2007); salvia morada 1.4916 (Ricciardi y Ricciardi, 2000); arrayan 1.4774 (Carhuapoma et al., 2009). Según Albaladejo (1999) el índice de refracción disminuye cuando aumenta la temperatura y es directamente proporcional a la densidad. Este parámetro, varía con la longitud de onda del rayo de luz refractado y con la temperatura y es referido a la longitud de onda correspondiente a la línea de 589.3 nm de la luz del sodio. El valor de rotación óptica obtenida, $102^{\circ}85' \pm 0.04$ para el aceite esencial de graveolens fue superior a los resultados de rotación específica a 20°C de aceites esenciales extraídos de algunas plantas aromáticas, tales como muña.

Albaladejo, (1999) las diferencias de valores de rotación óptica entre muestras aromáticas probablemente estén relacionada a la presencia de componentes mayoritarios. Así por la presencia de proporciones de plantas ornamentales serían responsables del alto valor de rotación óptica obtenido. La comparación de los reportados en la literatura, presentó en su perfil químico a los hidrocarburos monoterpenos como los principales componentes de los aceites esenciales al igual que varias especies de género.

CONCLUSIONES

- Existe diferencia significativa en el rendimiento porcentual de oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo; obtenida por el método soxhlet durante la extracción con solventes orgánicos de etanol y hexano y con diseño experimental de análisis de varianza.
- En relación al análisis de las características físicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet influencio más con etanol y menos con hexano en comparación con análisis de varianza.
- Finalmente podemos concluir de las características químicas que presenta la oleorresina *foeniculum vulgare* (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet influencio más con etanol y menos con hexano en comparación con análisis de varianza.

RECOMENDACIONES

- Continuar la investigación, respecto a los principios activos que presenta la planta de hinojo como medicinales y aromáticas para las aplicaciones y/o extracción de los principios activos para el uso de aromatizantes en la industria alimentaria.
- Promover el uso del aceite esencial y oleorresina de *foeniculum vulgare* (Miller:1769), y generar así un valor agregado a esta planta y sus componentes que posee para cada principio activo que presenta y así se puede comercializar produciendo mayores ganancias a esta actividad.
- Evaluar el proceso de extracción soxhlet con el fin de conocer sus propiedades físicas y químicas con mayor porcentaje de rendimiento en sus concentraciones de sus componentes de oleorresina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afnor, L. (2008). Productos obtenidos a partir de una materia vegetal por método soxhlet. El aceite esencial y oleorresinas se separan posteriormente de la fase acuosa por procedimientos físicos en los dos primeros modos de obtención, 2a Ed. España. Ed. Universitaria. 245p.
- Aedo, C. (2015). Sistema de información sobre plantas de España. Available Accessed 2015 June.22p.
- Arévalo, A. (2010). Oleorresinas Componentes de las especias. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. Vol. 6 No. 25. Bogotá, Colombia. 2008. 26-30p.
- Alonso, S. (2015). Flora Ibérica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. X. Araliaceae-Umbelliferae. Madrid: Real Jardín Botánico-CSIC; 2015.
- Albado, E. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial y oleorresina del *Origanum vulgare* (orégano). Revista Médica Herediana 12(1): 16p.
- Albaladejo, Q. (1999). El Aceite Esencial de limón producido en España. Contribución a su evaluación por Organismos Internacionales. Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria.
- Arancibia, L. (2010). Plantas aromáticas de la Patagonia: Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Senecio mustersii* y *Senecio subpanduratus*. Boletín Latinoamericano de Plantas Medicinales y Aromáticas 9(2): 123-126p.
- A.O.A.C, (2005). Manual de plantas ornamentales universidad católica de Chile, 4ª Ed, Chile, Ed. Bruño. 2005, 234p.
- Blanco, K. (2007). Estudio comparativo de los aceites esenciales de *Lippia alba* Mill N. E. Brown ex Britton & Wills cultivada con tres tipos de compost. Trabajo de Grado para optar el Título de Químico. Facultad de Ciencias.
- Braverman. J. (2001). Introducción a la Bioquímica de los Alimentos; España. Editorial Omega; Barcelona.
- Benavides, R. (2008). Técnicas cromatografías de separación. Memoria del curso propedéutico de técnicas de extracción de aceites esenciales y manejo de la planta piloto de extracción.
- Brunhilde, A. (2003). Manual de nombres científicos y propiedades nutritivas de plantas. 2 Ed. España. Ed cultural. 286p.

- Bandoni, D. (2000). Principales áreas de aplicación de los aceites esenciales y oleorresina de plantas aromáticas. Editorial Reverte. Barcelona, España.
- Calderón, M. (2006). Obtención de la oleorresina de pimentón rojo (*Capsicum annum* L) y berenjena (*Solanum melongena* L) y su posible uso industrial. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. 14-66p.
- Cano, C. (2007). Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* "muña". Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Recursos Vegetales y Terapéuticos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima-Perú.
- Carbajal, T. (2008). Elaboración de chicha, vinagre y extracción de aceites esenciales de molle (*Schinus molle* L.) Universidad Agraria La Molina, Lima. Programa Académico de Industrias Alimentarias 117p.
- Clinton, E. (2010). Manual del Ingeniero químico en bromatología, 3a Ed, España, Ed. McGraw-Hill.145p.
- Carhuapoma, et al. (2009). Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Minthostachys mollis* Griseb "RUYAQ MUÑA". Ciencia e Investigación 12(2): 83-89p.
- Domínguez, R. (2008). Métodos de investigación fotoquímica. México Editorial Limusa. 985p.
- Escobar, L. (2007). Actividad aleopática en maceta del extracto isopropanol-agua (65:35) de *Miconia caudata* (melastomataceae). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología 54p.
- Fenema, O. (2011). Introducción a 1a Ciencia de los alimentos y métodos Vol I. Editorial Reverte. Barcelona-España.
- Fernández, R. (2007). Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante I. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Departamento de Ingeniería de Alimentos y Equipamiento Agrícola. 252-263p.
- Flores, J. (2006). Obtención de la oleorresina de pimentón rojo (*Capsicum annum* L) y berenjena (*Solanum melongena* L) y su posible uso industrial. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química.14-26p.
- Gildardo, F. (2009). Comparación de métodos de extracción de oleorresina de páprika (*Capsicum annum* L.) convencionales con una tecnología amigable al medio ambiente. Producción más limpia 17-26p.
- Giosafatto, S. (2007). Vegetales silvestres de uso alimentario: determinación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante de Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

- Grosh, B. (2004). Química y bioquímica de los Alimentos 2da Edición. Zaragoza– España. Editorial Acribia S.A.
- Gutiérrez, M. (2008). Análisis de Grasas y aceites. Ed. Científico Médico Barcelona España, 457p. Icontec.218. Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de refracción 527p.
- Guillen, G. (2014). La inteligencia y enfoque actual de su naturaleza y definición de ciencia y tecnología de aceites esenciales. Madrid: Pirámide. 345p.
- Heath, H. (2013). Flavor technology profiles, products, applications. [Tecnología del aroma, perfiles, productos, aplicaciones]. Westport, Connecticut, Estados Unidos.
- Helman, H. (2013). Nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos Decreto Supremo N°977. Santiago de Chile. Ediciones Publiley, Editora Jurídica Manuel Montt S.A.
- Hernández, G. (2007). Actividad antidermatofítica In Vitro de aceites esenciales. revista cubana de plantas medicinales 21-63p.
- Humboldt, A. (2003). Instituto de investigación de recurso biológicos y estudio del mercado colombiano de aceites esenciales. Biocomercio sostenible 2003.
- Jacobe, M. (2008). Chemical Analysis of Food. 3ra. Ed. New York *Plant Science*. 2008, Vol 179, núm. 1-2p.
- Lafont, K. (2010). Artículo científico de extracción y caracterización fisicoquímica del aceite de la semilla de almendra (*Anacardium occidentale L*), Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Química, Departamento de Física. Córdoba-Colombia 2010.
- López, L. (2012). Estandarización de la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas para la identificación y cuantificación de metal esteres de ácidos grasos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de tecnología. Escuela de Química. 23-25p.
- Málaga, C. (2010). Atlas de las plantas medicinales y curativas. 4a ed. España: Ed. Cultural, 178p.
- Magallanes, C. (2008). Actividad antibacteriana de extractos etanólicos de macroalgas marinas de la costa central del Perú. Revista peruana de biología. 10(2): 125- 132 (2008).
- Masschelein, E. (2006). Manual de ingeniero Químico. 4a ed. México. Ed mexicanos Unidos, 1979. 235p.
- Martínez. J. (2011). Las hiervas un botiquín natural. Última modificación 13 de enero, 2011. Consulta Disponible en Website.

- Medina, G. (2008). Manual de propiedades físicas y químicas de aceites esenciales de plantas ornamentales bromatología, 3a Ed, España, Ed. McGraw-Hill 55p.
- Ministerio de agricultura, (2016). Estadística y probabilidad. 2a Ed. Perú. Ed enciclopedia 120p.
- Misrha, Y. (2011). Estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum kunth* (caisimón de anís). Revista de Protección Vegetal: 39-46p.
- Moura, J. (2005). La inteligencia y enfoque actual de su naturaleza y definición de plantas medicinales y aromáticas. Madrid: Pirámide 345p.
- Morales, J. (2013). Las hiervas un botiquín natural. Última modificación 13 de enero, 2013. Consulta Disponible en Website.
- Munares, E. (2013). Manuel estudio del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) en el almacenaje de papa como inhibidor de la brota miento y microorganismos de la Universidad nacional agraria la molina. 1983p.
- Mujica, G. (2011). Cultivos Andinos FAO Versión 1.0. Capítulo I. Origen y descripción del hinojo Disponible, Ed Hill. 10-21p.
- Müller, K. (2011). Aceites esenciales y aromaterapias de plantas ornamentales. 2ª. Edición; España: Editorial Immwe 431p.
- Navarrete, T. (2010). Artículo científico: Extracción y caracterización del aceite esencial de mandarina obtenido de residuos agroindustriales. Escuela de Química, Universidad Nacional de Colombia.
- N.M.X.R. (2011). Análisis de Grasas y aceites esenciales. Ed. Científico Médico Barcelona España. 50p.
- Núñez, H. (2008). Revista de la comunicación multisectorial de desarrollo de la frontera oriental. Integración al desarrollo del país. Población indígena y conocimientos tradicionales del uso plantas medicinales y métodos de extracción Soxhlet. Edición N° 3. diciembre de 2008.
- Pastor, A. (2012). Extracción por solvente, caracterización y refinación del aceite y grasa a través de hojas. Tesis UNALM 34p.
- Palacios, R. (2010). Enciclopedia de tecnología Química general y analítica y de métodos de grasas y aceites. Ed. UTEHA. 26p.
- Pereira, R. (2009). Extracción y caracterización de la oleorresina del orégano (*origanum vulgare*). Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de tecnología Escuela de tecnología química Grupo de oleo química.
- Person, J. (2008). Técnicas de Laboratorio para el análisis de los alimentos Guatemala Ed. Trillas 230p.

- Pérez, C. (1999). The essential oil of *Senecio graveolens* (Compositae): chemical composition and antimicrobial activity test. 91-96p.
- Pengelly, A. (2006). Publicaciones de la Cátedra de Farmacognosia y productos naturales. Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay.
- Pierozan, M. (2009). Caracterización química e actividades antimicrobiana de óleos esenciales de distintas especies de salvia L. Ciencia e Tecnología de Alimentos, Campiñas, 764-770p.
- Prieto, H. (2007). Compuestos fenólicos mayoritarios en *satireja boliviana* (benth.) briq. (lamiaceae). Acta farm. Bonaerense. 23(2): 198-221p.
- Pretell, J. (2004). Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Lima. Proyecto FAO/Holanda/INFOR 61-64p.
- Perry, E. (2012). Manual del Ingeniero Químico. 7ma edición. España: McGraw-Hill. 18-72p.
- Rafols, T. (2007). Experimentos e investigaciones resultados analíticos asociación de productos de aceites esenciales (APAE). 2a ed. Guatemala, Ed. Trillas. 230p.
- Quitosano, R. (2010). Un biopolímero con aplicaciones en sistemas de liberación controlada de fármacos de Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid 198p.
- Rivas, A. (2009). Artículo científico de extracción y caracterización de aceite y oleorresina de semillas de zapallo de Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, AA 237, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
- Ricciardi, G. (2000). Efecto de las variaciones estacionales sobre la composición química del aceite esencial de plantas de "salvia morada" de Sáenz Peña.
- Rodríguez, R. (2014). Memorias, seminario mesoamericano metabolitos de interés nutricional en plantas comestibles de la región, editado por Ed. México.
- Salcedo, C. (2006). Manual de microbiología clínica. Facultad de farmacia y bioquímica. Servicio académico asistencial de análisis clínicos. UNMSM. Lima Perú.
- Sánchez, R. (1996). Experimentos e investigaciones resultados analíticos asociación de matriz de diseño en la investigación. 2a ed. México, Ed. Trillas. 230p.
- Salamanca, F. (2012). Estudio de la muña y su extracto. Taller feria desarrollo de la pequeña y mediana industria alimentaria en Latinoamérica.

- Sharapin, B. (2011). Fundamentos de tecnología de productos Fito terapéuticos. 1ra edición. Colombia: Cytel. 248p.
- Salgado, A. (2009). Experimentos e investigaciones resultados analíticos asociación de productos de aceites esenciales (APAE). Oficina de investigación Técnica. 192p.
- Suarez, M. (2007). Artículo científico: Extracción y caracterización de aceite de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) Dyna, vol. 74, núm. 151, marzo 2007, PP. 47-52 Universidad Nacional de Colombia.
- Urrutia, K. (2010). Química orgánica de alimentos. (Ángel-Manuel Montaña Pedrero). 5ta edición. España: Pearson Prentice Hall. 1296p.
- Valiente, A. (1998), problemas de balances de energía. Primera edición. Editorial Alambra. 1998.
- Valdez, V. (2012). Análisis de alimentos y bebidas alcohólicas. Segunda edición. Editorial Hispano Americana. Monte alegre- España. 985p.
- Zamudio, R. (2003). Extracción y caracterización del aceite esencial y oleorresina de jengibre. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria: 38 – 42p.
- Zekaria, D. 2006. Los aceites esenciales y oleorresinas: una alternativa a los antimicrobianos. México. 185p.

ANEXOS

Anexo 01: Resultado de rendimiento

Solventes	Masa de hinojo(g)	Oleoresina (g)	Rendimiento (%)
Etanol	25	2.6822	10.7288
	25	2.6908	10.7632
	25	2.6707	10.6828
Hexano	25	0.4812	1.9248
	25	0.4901	1.9604
	25	0.4714	1.8856

Anexo 02: Resultado de densidad

Densidad	Replicas
Etanol	0.9369
	0.9371
	0.9368
Hexano	0.9312
	0.9296
	0.9276

Anexo 03: Resultado de punto de ebullición

Punto de ebullición	Replicas
Etanol	78.8000
	78.6000
	77.9000
Hexano	67.6000
	69.2000
	70.1000

Anexo 04: Resultado de índice de acidez

Índice de acidez	Replicas
Etanol	2.1640
	2.2200
	2.1600
Hexano	2.1600
	2.1790
	2.1470

Anexo 05: Resultado de pH

pH	Replicas
Etanol	6.3000
	6.2000
	6.4000
Hexano	6.2000
	5.9000
	6.1000

Anexo 06: Resultado de índice de saponificación

Índice de saponificación	Replicas
Etanol	5.6100
	4.6750
	4.2075
Hexano	5.1710
	4.0490
	4.4880

Anexo 07: Resultado de índice de peróxido

Índice de peróxido	Replicas
Etanol	8.0000
	7.2000
	7.3000
Hexano	7.2000
	8.3200
	7.0000

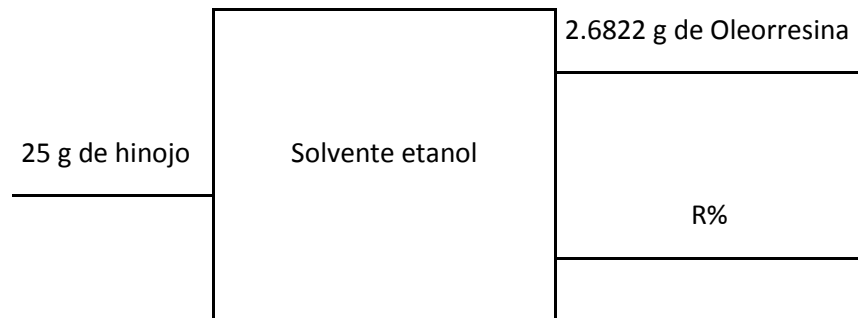
Anexo 08: Resultado de índice de yodo

Índice de yodo	Replicas
Etanol	3.5380
	2.3840
	0.8230
Hexano	3.0456
	1.8458
	0.8460

Anexo 09: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador	Unidades
¿Cuál es el rendimiento y las características físicas y químicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con solventes etanol y hexano?	Determinar el rendimiento y las características físicas y química que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con solventes etanol y hexano.	El rendimiento y las características físicas y químicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con solventes etanol y hexano.	Etanol Hexano	Rendimiento	%
¿Cuál es el porcentaje de rendimiento en oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo extraída, mediante el método soxhlet con etanol y hexano?	Determinar el porcentaje de rendimiento en oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano.	El rendimiento de oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller:1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet es mayor con etanol a diferencia de hexano.	Rendimiento de oleorresina	Porcentaje	%
¿Cuál es las características físicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano?	Determinar las características físicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano.	Las características físicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet influencia más con etanol y menos con hexano en comparación.	Física	Densidad	g/ml
				Temperatura de ebullición	°C
¿Cuál es las características químicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano?	Determinar las características químicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo extraída mediante el método soxhlet con etanol y hexano.	Las características químicas que presenta la oleorresina <i>foeniculum vulgare</i> (Miller: 1769) hinojo, extraída mediante el método soxhlet influencia más con etanol y menos con hexano en comparación.	Química	Índice de acidez	mg NaOH/g
				pH	Sin unidad
				Índice de saponificación	meq O ₂ /Kg de g
				Índice de peróxido	meq O ₂ /Kg de g
				Índice de yodo	gl/100g

Anexo 10: Porcentaje de rendimiento con etanol



$$Me = Ms$$

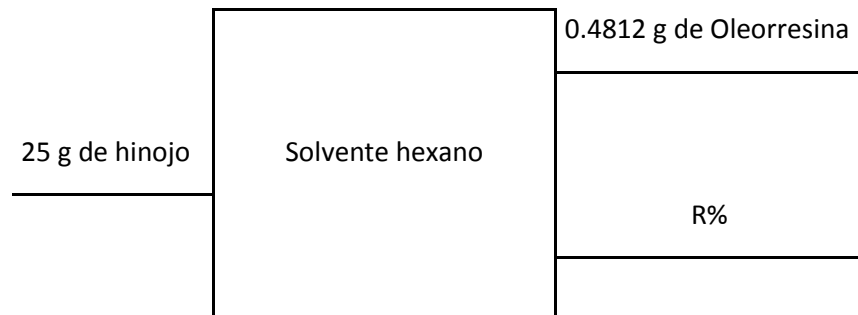
$$(25 \text{ g hinojo})(R\%) = (2.6822 \text{ g oleorresina})(100\%)$$

$$R = \frac{(2.6822 \text{ g oleorresina})(100\%)}{25 \text{ g hinojo}}$$

$$R = \frac{268.22\%}{25}$$

$$R = 10.7288\% \text{ de oleorresina con etano}$$

Anexo 11: Porcentaje de rendimiento con hexano



$$Me = Ms$$

$$(25 \text{ g hinojo})(R\%) = (0.4812 \text{ g oleorresina})(100\%)$$

$$R = \frac{(0.4812 \text{ g oleorresina})(100\%)}{25 \text{ g hinojo}}$$

$$R = \frac{48.12\%}{25}$$

$$R = 1.9248\% \text{ de oleorresina con hexano}$$

Anexo 12: Punto de ebullición de solventes orgánicos

Punto de ebullición	Temperatura (°C)
Éter	35
Diclorometano	40
Éter de petróleo	35-50
Cloroformo	62
Metanol	65
Etanol- benceno	65
Hexano	69
Etanol tolueno	73
Acetato de etilo	77
Etanol	78
Benceno	80
Ciclo hexano	81
Ácido fórmico	101
Dioxano	102
Tolueno	111



Imagen 01: Muestra de hinojo



Imagen 02: Muestra de hinojo en papel filtro



Imagen 03: Preparando el equipo soxhlet en laboratorio



Imagen 04: Equipo soxhlet y condensador de serpentín

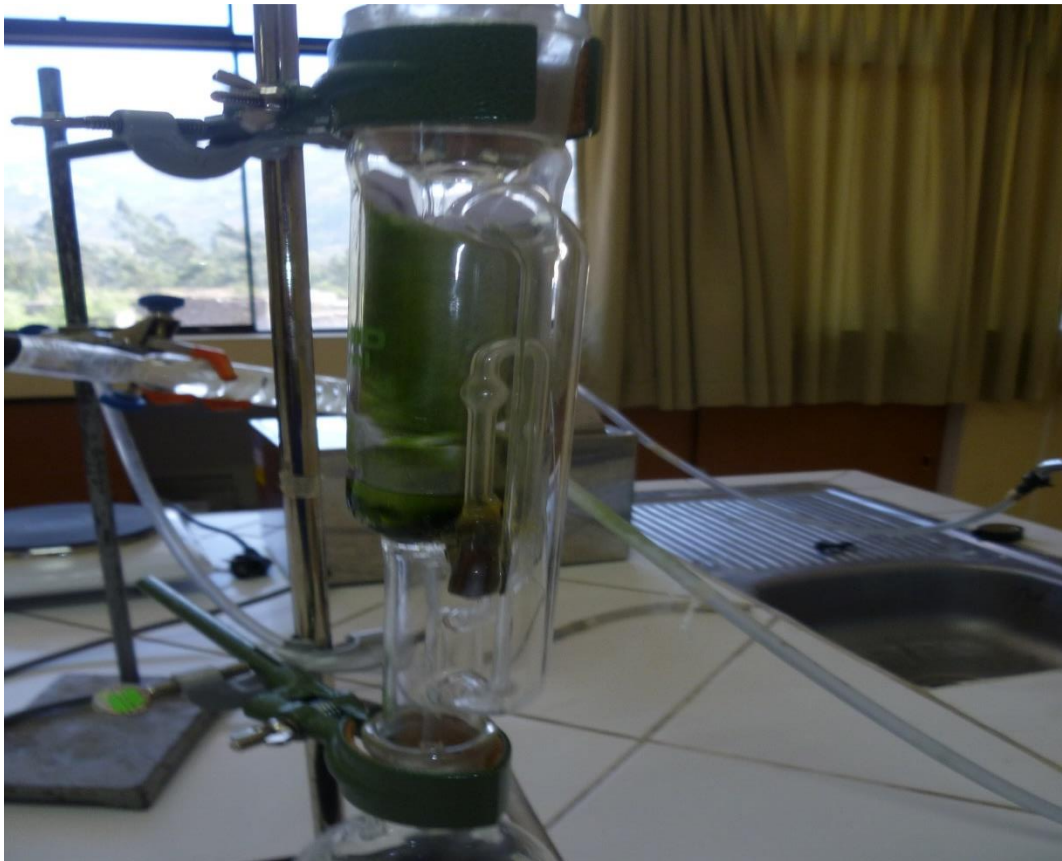


Imagen 05: Proceso de la extracción con equipo soxhlet

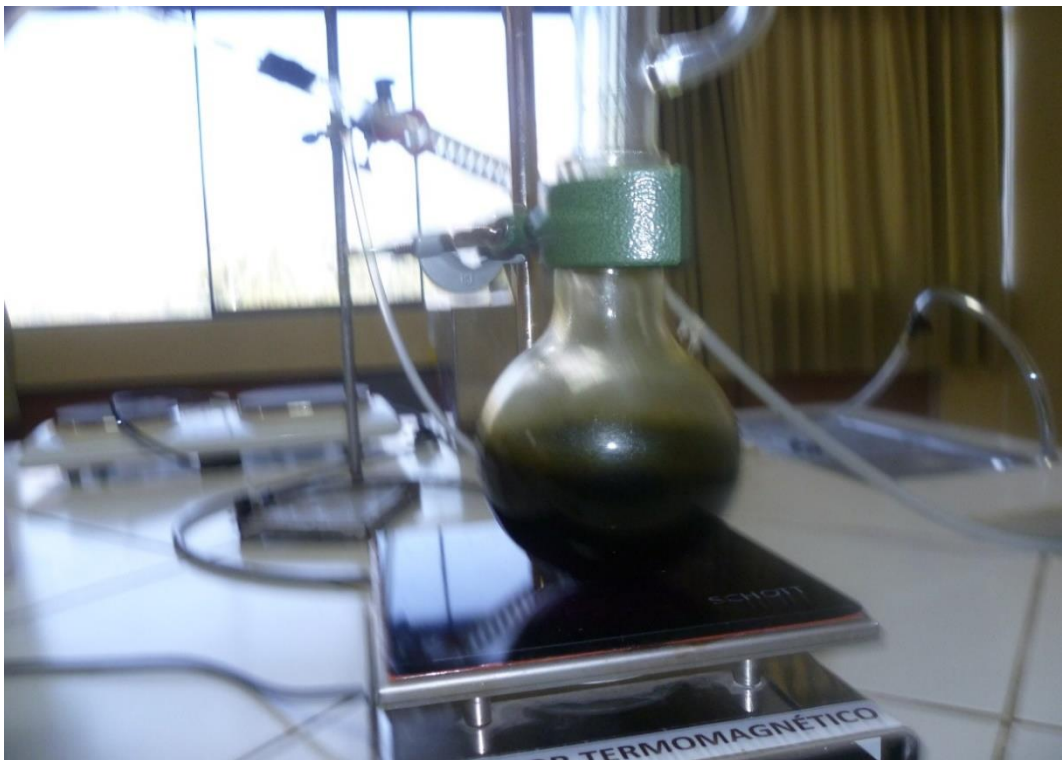


Imagen06: Muestra en agitador electromagnético



Imagen 07: Muestra de oleorresina de hinojo

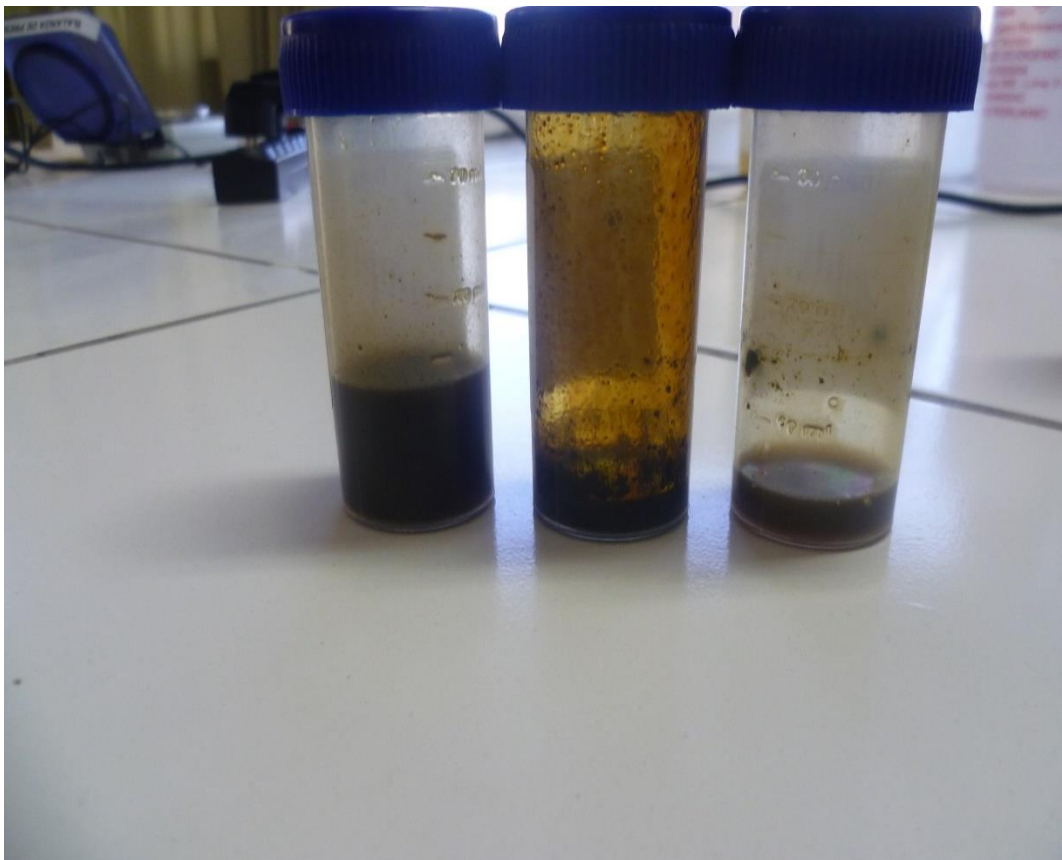


Imagen 08: Muestras de oleorresina de hinojo en laboratorio



Fotografía 01: Con la muestra de hinojo en laboratorio de química



Fotografía 02: Pesando la muestra de hinojo en laboratorio de química