

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



TESIS:

Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos

Para optar el título profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach. Dany AYALA SHERON

ASESOR:

Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Con el respeto y el sentimiento de aprecio para aquellas personas que influyeron para lograr la realización de una meta, de un objetivo, por alentar, dar la motivación y extender la mano en las dificultades y circunstancias durante avance y la realización de logros, y en especial a aquellas personas que hicieron posible todo logro a mi familia y amistades, a ustedes por estar siempre presentes en las diferentes actividades de realización personal y profesional.

Por ser los forjadores de logros y encaminadores en la realización personal y profesional, a mis maestros y amigos así mismo es dedicado a todos los jóvenes emprendedores que buscan nuevos conocimientos y seguir desarrollando estudios de investigación, para el desarrollo de la región y del país.

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a mi familia, quienes a través de su apoyo impulsaron el logro de cada objetivo, que son los pilares de mi desarrollo profesional y personal.

Expreso mi gratitud al Dr. Antonio Jesús Matos Alejandro, por brindarme la orientación, apoyo y sugerencias, asimismo agradecer al Prof. Julio Oré García, por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater y cuna de la excelencia y conocimientos, forjador del presente y el futuro, quien conjuntamente con los docentes de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, impulsaron mi desarrollo profesional con capacidad y competencia.

RESUMEN

En los últimos años la alimentación es uno de los pilares que presenta múltiples cambios que influye directamente en la subsistencia de las personas, influyendo en el desarrollo de cultural, Social, económica y políticas. Es el caso del consumo de los alimentos procesados con elevados contenidos de aditivos e insumos dañinos, elevados contenidos de grasas y otros compuestos químicos. Que surge la necesidad de indagar e investigar los recursos naturales, como la flora nativa, mejorando su consumo y uso en la industria alimentaria, así desarrollar nuevos productos, saludables, económicos y preservando el medio ambiente. En ese marco, la presente investigación académica busca la caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos.

Se ha estudiado la ruda de río en su hábitat natural (valle de Tapinza) del distrito de Belén, obteniendo información sobre su crecimiento, ciclo de vida, cultivo y su consumo. Realizando estudios físicos (caracterización vegetativa), a nivel de cultivo en hábitat natural, invernadero semiautomático y biohuerto; determinando el desarrollo óptimo de la ruda de río con resultados de gran potencial para su cultivo, usos y aplicaciones. Con la materia prima disponible se realiza la caracterización química (química proximal y fitoquímico), resaltando a la ruda de río de procedencia natural con resultados de humedad (65,89 %); cenizas totales (2,56 %); proteína total (8,21 %); fibra bruta (7,55 %); extracto etéreo (4,64 %) y carbohidratos (11,16 %). Las hojas comestibles de la muestra de ruda de río rinde 119,21 Kcal y un valor nutritivo de 3,01 como resultado más relevante (procedencia Natural e invernadero). A nivel de análisis fitoquímico mostró la ausencia de saponina y presencia de (flavonoides, esteroides, glucósidos, alcaloides y compuestos fenólicos). La ruda de río tiene la potencialidad elevada como fuente importante de nutrientes en la alimentación. Se determino los parámetros de extracción de aceite esencial por el método de arrastres con vapor, se utilizaron dos variables independientes peso de la muestra (1,5; 4,5; 7,5 kg) y % de flujo de vapor (50 % y 70 %). Donde (peso: 7500 g) y porcentaje de flujo de vapor de (70 %), presentaron los resultados más favorables a nivel de Rendimiento (0,155 %) con densidad (1,024 g/mL) e índice de refracción (1,474). Posteriormente se evaluó las características sensoriales de color, olor y sabor a nivel adiciones de concentración de aceite esencial en las preparaciones alimenticias de sopas, presentando un gran potencial a adición de 0,01 % de aceite esencial, mejorando sus características sensoriales del alimento.

Palabra clave: *Invernadero semiautomático, aceite esencial, química proximal, fitoquímico y ruda de río.*

ABSTRACT

In recent years food is one of the pillars that presents multiple changes that directly influences the livelihood of people, influencing the development of cultural, social, economic and political. This is the case of the consumption of processed foods with high contents of additives and harmful inputs, high contents of fats and other chemical compounds. That the need arises need to investigate and research natural resources, such as native flora, improving their consumption and use in the food industry, *thus* developing new products, healthy, economical and preserving the environment. Within this framework, the present academic research seeks the chemical characterization of the edible leaves of river rue (*Porophyllum ruderale*) and evaluation of the parameters of extraction of essential oil for its application in food.

The river rudder has been studied in its natural habitat (Tapinza valley) of the district of Bethlehem, obtaining information on its growth, life cycle, cultivation and consumption. conducting physical studies (vegetative characterization), at the level of cultivation in natural habitat, semi-automatic greenhouse and bio-horticulture; determining the optimal development of river rudder, with results of great potential for its cultivation, uses and applications. With the available raw material the chemical characterization (proximal chemistry and phytochemistry) is carried out, highlighting the river rudder of natural origin with results of moisture (65,89); total ash (2,56); total protein (8,21); raw fiber (7,55); etheric extract (4,64) and carbohydrates (11,16). The edible leaves of the river rye sample yields 119,21 Kcal and a nutritional value of 3,01 as the most relevant result (natural origin and greenhouse). At the level of phytochemical analysis I show the absence of saponins and the presence of (flavonoids, steroids, glucosides, alkaloids and phenolic compounds). River rye has high potential as an important source of nutrients in food. The extraction parameters of essential oil were determined by steam drag method, two independent variables of sample weight (1,5; 4,5; 7,5 kg) and % of steam flow (50 % and 70 %) were used. Where (weight: 7500 g) and steam flow percentage of (70 %), presented the most favourable results at the level of Efficiency (0,155 %) with density (1,024 g/mL) and refraction index (1,474). Subsequently, the sensory characteristics of color, smell, flavor at the level of additions of essential oil concentration in soup food preparations were evaluated, presenting a great potential for the addition of 0,01% essential oil, improving their sensory food characteristics.

Keyword: *Semi-automatic greenhouse, essential oil, semi-automatic greenhouse, proximate chemistry, phytochemistry, river rue.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
GENERALIDADES.....	3
1.1 Planteamiento del problema y justificación	3
1.1.1 Delimitación del problema e interrogantes de estudio.....	4
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema principal.....	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Delimitación de la Investigación	6
1.3.1 Delimitación Espacial	6
1.3.2 Delimitación Temporal.....	6
1.3.3 Delimitación Cuantitativa	6
1.3.4 Alcances de la Investigación	6
1.4 Objetivos de la investigación	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos	7
1.5 Importancia y limitaciones de la investigación	7
1.5.1 Importancia de la Investigación	7
1.5.2 Limitaciones de la Investigación	8
1.6 Variables e indicadores	8
1.6.1 Etapa 01: Caracterización química	9
1.6.1.1 Variables independientes.....	9
1.6.1.2 Variables dependientes	9
1.6.2 Etapa 02: Parámetros extracción de aceite esencial	9
1.6.2.1 Variables independientes	9
1.6.2.1 Variables dependientes	10
1.6.3 Etapa 03: Aplicación en las características sensoriales de los alimentos	10
1.6.3.1 Variables independientes	10
1.6.3.2 Variables dependientes	10
1.7 Hipótesis	11
1.7.1 Hipótesis general.....	11
1.7.2 Hipótesis específicas.....	11
CAPÍTULO II	12
MARCO REFERENCIAL	12

2.1 Antecedentes	12
2.1.1 Antecedentes teóricos relacionados con la investigación	13
2.1.1.1 A nivel internacional	13
2.1.1.2 A nivel nacional	17
2.1.1.3 A nivel regional.....	18
2.2 Definición conceptualizada de estudio.....	18
2.3 Bases teóricas especializadas sobre el tema	19
2.3.1 Ruda de río (<i>Porophyllum ruderale</i>).....	19
2.3.1.1 Especies herbáceas ruda de río	19
2.3.1.2 <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. subsp. var. <i>macrocephalum</i> (OC.) CronQ.	20
2.3.1.3 Familia Asteraceae	21
2.3.2 Clasificación taxonómica	21
2.3.2.1 <i>Porophyllum ruderale</i> (Jac.) Cassini. “Ruda de río”	21
2.3.3 Crecimiento y Ubicación geográfica	22
2.3.3.1 Hábitat y distribución geográfica.....	22
2.3.3.2 Descripción botánica	23
2.3.3.3 Distribución y cultivo	24
2.3.3.4 Cultivo en invernadero.....	25
2.3.4 Fenología de la ruda de río.....	28
2.3.5 Composición fisicoquímica y valor nutricional.....	28
2.3.5.1 Usos y compuestos fitoquímicos del <i>Porophyllum ruderale</i>	28
2.3.5.2 Características aprovechables.....	29
2.3.6 Transformación, agroindustria y usos	30
2.3.6.1 Usos y aplicaciones	30
2.3.6.2 Transformación, agroindustria	31
2.3.7 Caracterización química	31
2.3.7.1 Análisis proximal	32
2.3.7.2 Análisis fitoquímico	33
2.3.8 Aceites esenciales.....	34
2.3.8.1 Generalidades	34
2.3.8.2 Aceites esenciales.....	35
2.3.8.3 Métodos de extracción	35
2.3.8.4 Descripción del proceso de extracción mediante destilación por arrastre de vapor.....	36
2.3.8.5 Composición química de aceite esencial de ruda de río	37

2.3.8.6 Características de los aceites esenciales	38
2.3.8.7 Usos de los aceites esenciales.....	39
2.3.8.8 Aplicación de los aceites esenciales como aromatizantes o saborizantes <i>naturales en sistemas alimentarios</i>	41
2.3.8.9 Uso de Aceites esenciales como aditivos alimentarios	42
2.3.9 Intensificadores de sabor	43
2.3.9.1 Saborizantes	43
2.3.9.2 Clasificación de saborizantes	44
2.3.9.3 Usos aplicación de los saborizantes	44
2.3.10 Sopas / caldos.....	45
2.3.11 Pruebas organolépticas semientrenados.....	45
2.3.12 Prueba hedónica	47
2.3.12.1 Uso de la prueba hedónica.....	47
CAPÍTULO III	48
MATERIALES Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.1 Lugar de ejecución	48
3.2 Diseño de la investigación metodológico	48
3.2.1 Tipo y nivel de investigación.....	48
3.2.1.1 Tipo	48
3.2.1.2 Nivel de investigación	49
3.2.2 Diseño de la investigación	49
3.2.3 Población y muestra	49
3.2.3.1 Población	49
3.2.3.2 Muestra	49
3.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
3.2.4.1 Técnicas.....	49
3.2.4.2 Instrumentos.....	49
3.2.4.3 Fuentes de recolección de datos	50
3.2.6 Metodología experimental	50
3.3 Materiales y métodos	51
3.3.1 Materias primas.....	51
3.3.2 Materiales y equipos.....	52
3.4 Métodos experimentales de la investigación	55
3.4.1 Materia prima	55
3.4.2 Localización	56
3.4.3 Identificación de muestra.....	57

3.4.4 Estudio y análisis de materia prima	57
3.4.4.1 Estudios análisis físicos.....	57
3.4.5 Estudios de cultivo y crecimiento.....	57
3.4.5.1 Crecimiento natural	57
3.4.5.2 Cultivo en biohuerto.....	58
3.4.5.3 Cultivo en Invernadero	59
3.4.6 Estudios de análisis químicos.....	59
3.4.6.1 Toma de muestras.....	59
3.4.6.2 Análisis Proximal	60
3.4.6.3 Análisis Fitoquímico.....	60
3.4.7 Determinación de características organolépticas de hojas de ruda de río	61
3.4.8 Parámetros de extracción de aceite esencial.....	62
3.4.8.1 Localización.....	62
3.4.8.2 Materia prima	62
3.4.8.3 Preparación preliminar de la materia prima	62
3.4.8.4 Método de extracción utilizado	63
3.4.8.5 Análisis de obtención de aceite esencial	65
3.4.8.6 Metodología experimental de extracción de aceite esencial	65
3.4.8.7 Descripción del proceso de extracción	69
3.4.8.8 Determinación de características físicas del aceite esencial.....	69
3.4.9 Evaluación a nivel de aplicación como saborizante en sopas.....	70
3.4.9.1 Evaluación organoléptica.....	70
3.4.9.2 Escala Hedónica de siete puntos.....	70
3.5 Análisis y diseño estadístico	70
3.5.1 Estructura experimental.....	71
3.6 Otros usos en los alimentos (preparación e industria de los alimentos).....	72
CAPÍTULO IV.....	73
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
4.1 Fundamento	73
4.2 Estudios de la especie herbácea en su ambiente de crecimiento natural:	
Identificación de especie, área de crecimiento, ciclo de vida nativa y consumo	
tradicional.....	75
4.2.1 Identificación de especie	75
4.2.1.1 Materia prima	75
4.2.2 Identificación y evaluación de área de crecimiento nativo de materia prima	75
4.2.2.1 Distrito de identificación.....	75

4.2.2.2 El sistema de coordenadas geográficas	76
4.2.2.3 Evaluación del área de crecimiento	76
4.2.3 Evaluación de ruda de río.....	77
4.2.3.1 Condiciones a nivel de las actividades del hombre	77
4.2.3.2 Condiciones frente al cambio climático.....	78
4.2.3.3 Extracción de muestra.....	78
4.2.3.4 Obtención de muestra (hojas, tallos y semilla) para evaluación y análisis	80
4.3 Estudios y análisis físicos de la especie	81
4.3.1 Identificación de especie	81
4.3.2 Evaluación y diagnóstico de las características de la especie herbácea, en su hábitat natural.....	81
4.3.3 Características altitudinales de crecimientos	83
4.3.4 Ciclo de vida nativa	84
4.3.5 Selección de Semillas	84
4.3.6 Consumo tradicional de la ruda de río	85
4.4 Estudios físicos preliminares (Caracterización vegetativa), a nivel de cultivo en hábitat natural (Valle de Tapinza), invernadero semiautomático, biohuerto, y determinación de crecimiento óptimo para usos (consumo y otras aplicaciones) .	85
4.4.1 Cultivo en área nativa.....	85
4.4.2 Cultivo en biohuerto.....	87
4.4.3 Cultivo en invernadero.....	88
4.5 Selección y usos de material vegetal.....	90
4.6 Análisis química proximal (bromatológico).....	90
4.6.1 Estudio preliminar.....	90
4.6.2 Análisis proximal de la ruda de río.....	90
4.6.2.1 Análisis estadístico de los resultados	92
4.7 Análisis fitoquímico.....	103
4.7.1 Estudio preliminar.....	104
4.7.2 Procedimientos Análisis fitoquímico	104
4.7.2.1 Preparación del extracto acuoso	104
4.7.2.2 Preparación del extracto alcohólico	105
4.8 Evaluación cualitativa de olor, sabor y coloración de hojas de ruda de río	107
4.8.1 Evaluación estadística de los resultados	108
4.9 Extracción de aceite esencial	112
4.9.1 Diagrama de extracción de aceite esencial	112
4.9.2 Extracción de aceite esencial con muestras de procedencia de biohuerto	114

4.9.3 Extracción de aceite esencial con muestras de procedencia de invernadero ...	115
4.9.4 Extracción de aceite esencial con muestras de procedencia de natural	117
4.9.5 Propiedades fisicoquímicas de aceite esencial.....	120
4.9.5.1 <i>Evaluación estadística de características fisicoquímicas de aceite esencial</i> ..	120
4.10 Aplicación del aceite esencial en los alimentos (pruebas organolépticas en sopas)	127
4.10.1 Proceso de preparación y adición de muestras en sopas.....	127
4.10.2 Evaluación estadística de atributos sensoriales.....	129
4.10.2.1 <i>Color</i>	129
4.10.2.2 <i>Olor</i>	130
4.10.2.3 <i>Sabor</i>	132
4.11 Otros usos en los alimentos (preparación e industria de los alimentos).....	133
CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES	137
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	138
ANEXOS	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Promedio de altura de planta (cm) a nivel de desarrollo en invernadero.....	27
Tabla 2 Promedio de número de hojas a nivel de desarrollo en invernadero.....	27
Tabla 3 Promedio de la longitud de hojas (cm) en invernadero	28
Tabla 4 Fenología de la quirquiña (<i>Porophyllum ruderale</i>)	28
Tabla 5 Análisis proximal de Quelites (<i>Porophyllum ruderale</i>).....	29
Tabla 6 Composición fitoquímica de las hojas de la especie herbácea <i>Porophyllum ruderale</i>	33
Tabla 7 Métodos de Extracción de aceites esenciales	36
Tabla 8 Matrices alimentarias para la aplicación de aceites esenciales como aromatizantes o saborizantes.....	41
Tabla 9 Métodos de análisis químico proximal	60
Tabla 10 Valoración de aceptación de escala hedónica	70
Tabla 11 Estructura experimental para el análisis proximal	71
Tabla 12 Estructura experimental de extracción de aceite esencial en función a FV ...	71
Tabla 13 Estructura experimental de extracción de aceite esencial, en función de masa y procedencia	72
Tabla 14 Estructura experimental de evaluación sensorial	72
Tabla 15 Diagnóstico y evolución de crecimiento y desarrollo de la ruda de río en su hábitat natural.....	82
Tabla 16 Características de crecimiento de la ruda de río en los dos sectores de identificación	83
Tabla 17 Consumos de la ruda de río, en el área de intervención del estudio	85
Tabla 18 Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de área de crecimiento nativo	86
Tabla 19 Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de un biohuerto	87
Tabla 20 Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de un biohuerto, se muestra el tiempo de mayor desarrollo y aprovechamiento	88
Tabla 21 Análisis químico proximal de las hojas de ruda de río	91
Tabla 22 Análisis de variancia del contenido de humedad de las muestras	92
Tabla 23 Pruebas de medias por Duncan del contenido de humedad	92
Tabla 24 Análisis de variancia del contenido de ceniza de las muestras	94
Tabla 25 Pruebas de medias por Duncan del contenido de ceniza	94
Tabla 26 Análisis de variancia del contenido de proteína de las muestras	96

Tabla 27 Pruebas de medias por Duncan del contenido de proteína.....	96
Tabla 28 Análisis de variancia del contenido de fibra bruta de las muestras	98
Tabla 29 Pruebas de medias por Duncan del contenido de fibra bruta.....	98
Tabla 30 Análisis de variancia del contenido de extracto etéreo de las muestras.....	100
Tabla 31 Pruebas de medias por Duncan del contenido de extracto etéreo	100
Tabla 32 Análisis de variancia del contenido de carbohidratos de las muestras.....	102
Tabla 33 Pruebas de medias por Duncan del contenido de carbohidratos	102
Tabla 34 Características iniciales de especie herbácea (ruda de río)	104
Tabla 35 Resultados de los análisis y evaluación fitoquímica de la muestra (hojas de ruda de río).....	106
Tabla 36 Pruebas de color y sabor cualitativo, de hojas de ruda de río	107
Tabla 37 Características sensoriales con mayor aceptabilidad	107
Tabla 38 Análisis de variancia del atributo color de las muestras	108
Tabla 39 Pruebas de medias por Duncan del atributo color	108
Tabla 40 Análisis de variancia del atributo olor de las muestras.....	109
Tabla 41 Pruebas de medias por Duncan del atributo olor de las muestras	110
Tabla 42 Análisis de variancia del atributo sabor de las muestras.....	111
Tabla 43 Pruebas de medias por Duncan del atributo sabor de las muestras	111
Tabla 44 Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de biohuerto al (50% FV)	114
Tabla 45 Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de biohuerto (70% FV)	115
Tabla 46 Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de invernadero semiautomático al (50% FV)	116
Tabla 47 Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de invernadero semiautomático al (70% FV)	117
Tabla 48 Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo y recolectado de su hábitat natural al (70% FV).....	118
Tabla 49 Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo y recolectado de su hábitat natural al (70% FV).....	119
Tabla 50 Resultados de la extracción de aceite esencia de las partes aéreas de la ruda de río	120
Tabla 51 Análisis de varianza de rendimiento de las extracciones de aceite esencial.....	121
Tabla 52 Pruebas Duncan para el rendimiento de las extracciones de aceite esencial.....	121

Tabla 53 Análisis de varianza de densidad de las extracciones de aceite esencial ...	123
Tabla 54 Pruebas Duncan para la densidad de las extracciones de aceite esencial.....	123
Tabla 55 Análisis de varianza de índice de refracción de las extracciones de aceite esencial	124
Tabla 56 Pruebas Duncan para el índice de refracción de las extracciones de aceite esencial	125
Tabla 57 Ingredientes y proceso de preparación de sopas (caldo).....	127
Tabla 58 Soluciones con adiciones para su evaluación sensorial.....	128
Tabla 59 Análisis de variancia del atributo color de las muestras	129
Tabla 60 Pruebas de medias por Duncan del atributo color	129
Tabla 61 Análisis de variancia del atributo olor de las muestras.....	130
Tabla 62 Pruebas de medias por Duncan del atributo olor	131
Tabla 63 Análisis de variancia del atributo sabor de las muestras.....	132
Tabla 64 Pruebas de medias por Duncan del atributo sabor	132
Tabla 65 Aplicaciones de AE en muestra de filetes de tilapia.....	134
Tabla 66 Aplicaciones de AE en muestra de filetes de trucha arco iris	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planta herbácea <i>Porophyllum ruderale</i>	19
Figura 2 Registro de Planta herbácea de <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq Casinni)	21
Figura 3 Distribución Mundial de la especie herbácea (mapa)	23
Figura 4 Cosecha de quirquiña con tijera de podar, a nivel de cultivo en invernadero	30
Figura 5 Principios inmediatos del análisis químico proximal	32
Figura 6 Visión general del uso de estos compuestos aromáticos (AE) en la industria de los alimentos.....	43
Figura 7 Diagrama de proceso experimental de la investigación.....	51
Figura 8 Localización del distrito de Belén, provincia de Sucre, Ayacucho	56
Figura 9 Diagrama de flujo de proceso de extracción de Aceite esencial de ruda de río	64
Figura 10 Mecanismo de extracción de aceites esenciales de laboratorio de Transferencia de masa de la Facultad de Ingeniería Química de la UNSCH	65
Figura 11 Generador de vapor del mecanismo de extracción de aceites esenciales...66	
Figura 12 Recipiente de destilador del mecanismo de extracción de aceites esenciales	66
Figura 13 Ensamblado de condensador de tubos y coraza en el mecanismo modular de extracción de aceite esencial	67
Figura 14 Florentador posee una capa de enfriamiento externo por donde circula agua para enfriamiento de mezcla líquida condensada de agua-aceite, de 25 mL de capacidad	68
Figura 15 Procedimiento y etapas de la investigación (Estrategia Experimental)	74
Figura 16 Mapa de identificación del distrito – provincia, influencia del estudio.....	76
Figura 17 Mapa de la identificación del distrito, provincia, parte de influencia de la investigación.....	76
Figura 18 Identificación y determinación del Área de crecimiento nativo de la ruda de río	77
Figura 19 Muestras seleccionadas para su extracción y su posterior uso	79
Figura 20 Especie herbácea seleccionada para la extracción de semillas.....	79
Figura 21 Muestra extraída de área - hábitat nativa para la primera extracción de aceite esencial.....	80
Figura 22 Extracción de semilla de las plantas más resaltantes en tamaño y desarrollo	84

INTRODUCCIÓN

En la actualidad surge la necesidad de indagar e investigar los recursos naturales, como la flora nativa, optimizando el uso en la industria alimentaria y consumo, así desarrollar nuevos productos, saludables, económicos y a su vez que permita preservar el medio ambiente, impulsando el desarrollo de nuevos estudios, investigaciones de usos y aplicaciones de flora nativa en la industria alimentaria de forma sostenible y sustentable.

Nuestra región caracterizado por la diversificación de ecosistemas, cuenta con una gran variedad de tipos de flora, muchos de ellos calificados para el consumo humano como aceptables, concerniente a las características organolépticas y nutritivas, pero sin embargo, no se les ha prestado suficiente atención y no se han realizado investigaciones exhaustivas para evaluar sus posibilidades de industrialización, lo que ha llevado a la pérdida de una gran cantidad de estos productos, ya que actualmente muchos de ellos están casi extintos, debido a su desarrollo nativo, cambio climático, la falta de conocimiento de su composición, beneficios, manejos de su cultivo, medios de transporte, transformación y comercialización. Generando un valor agregado para la alimentación con propiedades orgánicas, saludables, nutritivas, y con beneficios para la salud.

Una de las especies herbáceas con gran potencial para usos y aplicaciones en los alimentos es el *Porophyllum ruderale*, pertenece a la familia Asteraceae, con características generales de plantas herbáceas o arbustivas, raramente trepadoras o arbóreas, de nombre común Ruda de río, anual, ramificado en la parte superior, hojas simples, opuestas o alternas. No hay registro de un hábitat de crecimiento y desarrollo adecuado en nuestro país, el que se realiza estudios en su hábitat natural, invernadero semiautomático y biohuerto así determinando su mayor aprovechamiento.

Utilizado en el sur de la región de Ayacucho como alimento, conservantes de alimentos y saborizante en la preparación de los alimentos especialmente en sopas a base de pescados. Con características como el aroma y sabor, donde se centra en los principios activos que tiene la Ruda de río que están presentes en las hojas como los aceites esenciales que son mezclas de sustancias volátiles con propiedades aromáticas, en su mayoría se obtienen por destilación; son líquidos. Donde se realiza la determinación de parámetros de extracción de aceite esencial, asimismo se plantea el uso de los aceites esenciales como saborizante en alimentos.

Los estudios de análisis y evaluaciones de nuevas fuentes alimenticias, presentan nuevas alternativas de aplicaciones en los alimentos, la presente investigación describe un estudio completo de la especie herbácea nativa denominado ruda de río (*Porophyllum ruderale*). Que surge a partir de la falta de estudios a nuevas alternativas alimenticias presentes en la flora local, actualmente su consumo es reducido por la pérdida de conocimientos ancestrales y su escaso crecimiento en forma natural. Se consumen las hojas acompañadas con un cereales cocidos o tostados, utilizado como saborizantes en la preparación de alimentos generalmente a base de pescado ya sea marino, de río o de lago, asimismo es utilizado para la conservación de pescado.

Por los diferentes usos tradicionales, fuente potencial de uso, y escasos de conocimientos, surge la necesidad de realizar los estudios como de identificación, cultivo, caracterización química (análisis proximal, fitoquímicos), determinación de los parámetros de extracción aceite esencial con fines de su aplicación en los alimentos y en la industria alimentaria.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema y justificación

La necesidad de indagar e investigar los recursos naturales, como la flora nativa, fomentando estudio e investigaciones, así como su consumo y su aplicación en la industria alimentaria, y así desarrollar nuevos productos, saludables, económicos y a su vez que permita preservar el medio ambiente. Impulsa el desarrollo de nuevos estudios, investigaciones (caracterización vegetativa, análisis fisicoquímicos y determinación de parámetros en la extracción de aceites esenciales) para usos, aplicaciones y mejorar las características sensoriales de los alimentos.

Los seres humanos en la búsqueda de alimentos sanos, naturales y de calidad conllevan a realizar investigaciones de nuevas fuentes alimenticias, nuevas formas de obtener productos para consumo, usos y aplicaciones en la industrialización de alimentos.

Uno de indicadores es la falta de realización de estudios de evaluación de las especies herbáceas nativas como la ruda de río, obteniendo información y conocimientos necesarios para su uso, consumo y aplicación a nivel de industrias alimentarias, reemplazando la utilización de compuestos químicos y aditivos por sustancias naturales. Así como también es importante su análisis que determina su cultivo, caracterización vegetativa, composición nutricional, efectos al ser consumido (si es dañino o no) y sus usos como saborizantes naturales.

Actualmente el consumo de alimentos procesados, constituye uno de los peores hábitos de hombre, con elevados contenidos de aditivos alimenticios dañinos, grasas y químicos que han transformado una experiencia que solía ser nutritiva en algo puramente artificial y hasta dañino. Entre los muchos aditivos químicos en nuestros alimentos se encuentra los colorantes artificiales, saborizantes artificiales (glutamato monosódico - GMS), conservantes, emulsificantes, estabilizantes, y otros. Compuestos que se caracteriza

por ser cancerígeno). El uso de compuestos dañinos como glutamato monosódico ha llevado al estudio de nuevas fuentes de compuestos naturales que están presentes en las plantas como los metabolitos secundarios volátiles (aceites esenciales) de fuente natural que pueden ser utilizados como saborizante en la industria alimentaria. Así como también fuentes importantes a nivel de compuestos nutricionales de la especie herbácea, presentando nuevas formas para su intensificación de consumo y su facilidad de cultivo.

El glutamato monosódico, aditivo de mayor uso como saborizante en la elaboración de alimentos, se identifica porque provoca la obesidad, “enfermedades cardíacas, arterosclerosis, tensión arterial alta”, diabetes, esterilidad, artritis reumatoide, apendicitis, y hasta cáncer.

La especie herbácea “ruda de río” presentan una serie de características que dan un buen indicativo de comportamiento pre o poscosecha con gran utilidad en la industria alimentaria. Consumidos actualmente en forma tradicional en el sur de la región de Ayacucho, en la provincia de Sucre, distrito Belén. Se consumen las hojas directamente acompañadas de algún cereal cocido como maíz, haba, etc. Utilizados para brindarle sabor a las sopas, comidas, ensaladas especialmente a base de pescado. Asimismo, es utilizado en la conservación del pescado para brindarle ese sabor y aroma característico que con procesos de deshidratación se pierde. Brinda cualidades factibles en la elaboración de alimentos, que actualmente no se tiene conocimiento de sus componentes nutricionales, físicos, químicas, su cultivo, aprovechamiento, los beneficios de su consumo y sus posibles usos en la industria alimentaria.

Los productos a obtenerse de las hojas de la ruda de río es la esencia para obtener un producto que no solo actúa como saborizante, asimismo brinda información de la especie herbácea, asimismo como fuente nutricional por su contenido en proteínas carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas que son utilizados en el consumo tradicional. Da a conocer una nueva fuente alimenticia, aplicación y consumo, obtenido a base de una especie herbácea nativa que a su vez esta se consume en pocos lugares y en limitada cantidad debido a su desconocimiento. Se brinda información de la caracterización fisicoquímica, (caracterización vegetativa), donde se determina el punto máximo de aprovechamiento de la ruda de río, composición nutricional - fitoquímica y los parámetros de obtención de aceite esencias y su aplicación en los alimentos.

1.1.1 Delimitación del problema e interrogantes de estudio

La presente investigación contempla estudios como:

- Estudio de la ruda de río en su hábitat natural, cultivo en diferentes zonas, determinación de momento óptimo de aprovechamiento.
- Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río.
- Evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial y su aplicación en los alimentos (sopas).
- Usos, aplicaciones y aprovechamiento de especie nativa (*Porophyllum ruderale*) en la industria alimentaria.
- Brindar información y conocimientos de los recursos naturales potencialmente con altos componentes nutricionales y usos como saborizantes, conservación de alimentos con beneficios para la salud.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿En qué medida la caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial influyen para su aplicación en los alimentos?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la composición de química proximal (humedad, nitrógeno total, proteína total, cenizas totales, extracto etéreo, fibra bruta y carbohidratos totales) y fitoquímico cualitativo (saponinas, flavonoides, esteroides, glucósidos, alcaloides y compuestos fenólicos) de las hojas comestibles de la ruda de río de tres procedencias para su aplicación en los alimentos?
- ¿Cuál será la relación de cantidad, procedencia de la muestra y porcentaje de flujo de vapor en la extracción de aceite esencial, extraída mediante el método de arrastre con vapor, que presenta las mejores características (rendimiento, densidad e índice de refracción) para uso y aplicación en los alimentos?
- ¿Cuál será la concentración de aceite esencial que confiere las mejores características sensoriales de color, olor, sabor a nivel de las preparaciones alimenticias (sopas)?

1.3 Delimitación de la Investigación

1.3.1 Delimitación Espacial

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de Ayacucho. En los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería Química y Biología. Invernadero semiautomático (CER -UNSCH, CREDIL), biohuerto (ciudad de Huamanga), área de crecimiento natural de la ruda de río, lugar valle de Tapinza del distrito de Belén, provincia de Sucre - Ayacucho.

1.3.2 Delimitación Temporal

La delimitación temporal se relaciona con el desarrollo del estudio que comprende de la recolección de información de campo, evaluación y análisis desde el año 2021, hasta primeros meses del año 2024.

1.3.3 Delimitación Cuantitativa

El estudio permitirá beneficiar a los catedráticos, estudiantes y administrativos de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias y otras escuelas afines de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y otras instituciones. Asimismo, la presente investigación beneficiara el área geográfica de su crecimiento nativo (distrito de Belén, Provincia de Sucre, Ayacucho).

1.3.4 Alcances de la Investigación

El estudio permitirá desarrollar un trabajo de investigación tecnológico relacionada con el estudio sobre la caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial, que determinara los diferentes usos y aplicaciones en la preparaciones los alimentos y en la industria alimentaria, lo cual promueve el consumo y procesamiento de este producto, brindando nuevos conocimientos de crecimiento natural, su cultivo, composición nutricional, efectos de consumo, usos y aplicación en la industria alimentaria, evitando la pérdidas de este recurso, incrementando su aprovechamiento ampliando su utilidad, con calidad y garantía para los consumidores.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Realizar la caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial determinan para su aplicación en los alimentos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar y evaluar la composición de química proximal (humedad, nitrógeno total, proteína total, cenizas totales, extracto etéreo, fibra bruta y carbohidratos totales) y fitoquímico cualitativo (saponinas, flavonoides, esteroides, glucósidos, alcaloides y compuestos fenólicos) de la ruda de río de tres procedencias para la aplicación en los alimentos.
- Evaluar la influencia de cantidad, procedencia de la muestra y porcentaje de flujo de vapor en la determinación de los parámetros de extracción (rendimiento, densidad e índice de refracción), de aceite esencial de la ruda de río, extraída mediante el método de arrastre con vapor y su aplicación en los alimentos.
- Evaluar la concentración de aceite esencial que confiere las mejores características sensoriales de color, olor, sabor a nivel de las preparaciones alimenticias (sopas).

1.5 Importancia y limitaciones de la investigación

1.5.1 Importancia de la Investigación

La importancia del presente trabajo de investigación es:

- Desarrolla trabajos que motiven la investigación con sus metodologías y contenidos en la información de los procesos tecnológicos.
- Desarrollar estudios, investigaciones que propongan el consumo, uso y aplicación de nuevos alimentos.
- Identificar métodos a nivel del conocimiento científico que permiten dar seguimiento en el futuro.
- Facilita el desarrollo integral en la formación profesional del estudiante que permita una mayor integración en su especialidad que promueve la difusión y apropiación de las innovaciones tecnológicas, estudios, investigaciones para alcanzar nuevos logros con la incorporación de estas, que pueden potenciarse a través de la transformación y conservación con calidad a las demandas de la sociedad.
- Fomenta la aprobación crítica de los avances científicos y tecnológicos teniendo como base el conocimiento y valoración del saber nacional.
- Produce cambios o transformaciones de la materia prima, en función de las demandas de la realidad, sin comprometer recursos y posibilidades de la vida de las futuras generaciones.

- Conocer el método de cultivo y determinar zonas y aéreas cultivables de la ruda de río para su uso, aplicación, procesamiento y su manejo cultural, cosecha y post - cosecha evitando pérdidas hasta que llegue al consumidor.
- Conocer el manejo y utilización de herramientas que permita llevar a cabo el estudio experimental (caracterización química de hojas comestibles y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial) hasta la optimización del proceso.
- Tener habilidades de comunicación, manejo de información, instrumentos, valores, actitud y participación.
- Conocimiento real de las fortalezas y debilidades del trabajo de investigación.
- Desarrollar capacidades y habilidades para el monitoreo y manejo adecuado de la tecnología.
- Acompañamiento a los entes encargados de la producción, manejo, transformación y conservación mediante profesionales, para su sostenibilidad y sustentabilidad.
- Crear y fortalecer los trabajos de investigación sobre tecnología de alimentos en la Industria alimentaria.
- Fomentar los estudios de investigación, brindando nuevos conocimientos, nuevas formas de alimentación, usos y aplicaciones sostenibles.

1.5.2 Limitaciones de la Investigación

En el proceso de la investigación existen dificultades como: Limitada acceso a la obtención de la materia prima por su lejanía, crecimiento estacional, su reducido crecimiento por los cambios externos ambientales, limitado acceso a equipos modernos de análisis e investigación, costos de investigación, insuficientes bibliografías relacionadas con la investigación en lo que respecta a trabajos desarrollados en universidades, escuelas de Postgrado de la ciudad de Ayacucho, del Perú y a nivel internacional, limitado economía para la inversión en el desarrollo de la investigación.

1.6 Variables e indicadores

Se determino en función del desarrollo de la “caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos.”

Para el diseño del experimento se definieron las siguientes variables:

Muestra

- Materia prima de hábitat nativa (valle de Tapinza, Distrito de Belén, provincia de Sucre - Ayacucho), Invernadero semiautomático (CER -UNSCH, CREDIL), biohuerto (ciudad de Huamanga).

1.6.1 Etapa 01: Caracterización química

1.6.1.1 Variables independientes

- Hojas comestibles de ruda de río

Indicadores:

g de Muestra

1.6.1.2 Variables dependientes

1. Análisis proximal

- Humedad
- Nitrógeno total
- Proteínas totales
- Cenizas totales
- Extracto etéreo
- Carbohidratos totales

Indicadores

- % de contenidos

2. Análisis cualitativos de compuestos fitoquímicos

- Saponinas
- Flavonoides
- Esteroides
- Glúcidos
- Alcaloides
- Compuestos fenólicos

Indicadores

- Presencia, resultados (+ o -)

1.6.2 Etapa 02: Parámetros extracción de aceite esencial

1.6.2.1 Variables independientes

Extracción por el método de arrastre con vapor.

Indicadores

- Masa de muestra (M) y procedencia
- Porcentaje de flujo de vapor de agua inyectado al lecho (Q)

Niveles y unidades

- M1 = 1,5 Kg; M2 = 4,5 kg; M3 = 7,5 kg
- Q1 = 50 %; Q2 = 70 %

1.6.2.1 Variables dependientes

Características de extracción de aceite esencial

- Rendimiento (%)
- Densidad (g/mL)
- Índice de refracción

1.6.3 Etapa 03: Aplicación en las características sensoriales de los alimentos

Evaluación atributos sensoriales (saborizante en sopas).

1.6.3.1 Variables independientes

- Concentraciones de aceite esencial, 0,02 %
- Concentraciones de aceite esencial, 0,01 %
- Sin el uso aceite esencial y ruda de río
- Uso de ruda de río (Hojas de la planta)

Niveles y unidades

- %
- g de hojas comestibles

1.6.3.2 Variables dependientes

Aceptación

Indicadores

- Color
- Olor
- Sabor

Niveles y unidades

- % de aceptación (nivel de calificación)

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

La caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial influyen significativamente para su aplicación en los alimentos.

1.7.2 Hipótesis específicas

- La composición de química proximal (humedad, nitrógeno total, proteína total, cenizas totales, extracto etéreo, fibra bruta y carbohidratos totales) y fitoquímico cualitativo (saponinas, flavonoides, esteroides, glucósidos, alcaloides y compuestos fenólicos) de la ruda de río influyen a nivel de aplicación en los alimentos.
- La relación de cantidad, procedencia de muestra y porcentaje de flujo de vapor influyen en la determinación de los parámetros de extracción (Rendimiento, densidad e índice de refracción) de aceite esencial de la ruda de río de tres procedencias, extraída mediante el método de arrastre con vapor para su aplicación en los alimentos.
- La concentración de aceite esencial influye en las características sensoriales de color, olor, sabor a nivel de las preparaciones alimenticias (sopas).

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

Las especies herbáceas han sido ampliamente utilizadas desde los albores de la humanidad, proporcionando al hombre alimentación y una posibilidad de subsistencia en épocas de necesidad y carencia de alimentos.

Son ampliamente conocidas las ventajas de estos alimentos, principalmente por su consumo como planta, debido a sus componentes nutricionales y saborizantes que el alimento proporciona, posterior a ello su utilización para incrementar, intensificar o añadirle las características organolépticas de los alimentos (saborizante), como sopas, comidas, de principal consumo diario de las personas y alimentos procesados como quesos, salchichas y otros de la industria cárnica etc.

La especie herbácea, ruda de río (*Porophyllum ruderale*) contiene compuestos que previenen y reducen el crecimiento de los microorganismos, que son utilizados como saborizantes en la elaboración de alimentos y a su vez contiene compuestos que favorecen la conservación de otros alimentos gracias a sus características organolépticas especiales.

Presentan múltiples ventajas este tipo de alimentos, principalmente por su consumo como planta, debido a sus componentes nutricionales, y su potencial en mejorar las propiedades sensoriales de alimentos, posterior a ello su utilización para incrementar, intensificar o añadirle las características organolépticas de un alimentos (olor, sabor, olor y aspectos generales) como sopas, comidas, de principal consumo diario de las personas y alimentos procesados como quesos, salchichas y otros de la industria cárnica, alimentaria, etc.

2.1.1 Antecedentes teóricos relacionados con la investigación

En general, constituyen el aporte de la naturaleza hacia la alimentación natural, aportando vitaminas, minerales, carbohidratos, proteínas y grasas de valor biológico. Considerando que es el consumidor quien guía las tendencias de su alimentación y, por tanto, la evolución de la industria alimentaria, cabe preguntarse cuáles serán las características de los alimentos que buscará el consumidor en los próximos años, al momento de adquirir un alimento. En los nuevos alimentos se potenciarán algunas de las características que ya busca el consumidor actual: placer, bienestar, seguridad, y especialmente beneficios saludables. La producción y uso de especies herbáceas como alimento está limitada a ciertas épocas del año (temporada de lluvias), el resto del año alguno de ellos desaparece del mercado, salvo que se halla sometido a procesos de cultivo en atmosferas modificadas, cultivo por riego, conservación y/o transformación.

Frente a la realidad descrita consideramos la importancia de desarrollar el trabajo de investigación, aportando con la tecnología, desarrollo de equipos, el manejo del software y otros para la optimización de procesos alimentarios.

Actualmente los estudio e investigaciones respecto a la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) desarrolladas a nivel de su hábitat, caracterización vegetativa, análisis y caracterización química, determinación de parámetros de extracción de aceite esencial, a nivel de su aplicación en mejorar las propiedades sensoriales de los alimentos y en la industria alimentaria. Donde se describe algunos trabajos e investigaciones respecto a la ruda de río, que presentan cierta relación con la presente investigación.

Se han publicado diversos estudios generalizados, sobre las características y propiedades que brinda especie herbácea como ruda de río, pero no existe evidencias de estudios de investigación, necesarios que permitan conocer el cultivo, características, propiedades y los usos potenciales que nos brinda, sobre todo que puede ser utilizado en la alimentación, como fuente de nutrientes, fuentes naturales de saborizante, conservante de alientos, etc.

Dentro de los principales trabajos de investigación ubicamos los siguientes:

2.1.1.1 A nivel internacional

Los estudios sobre el “Cultivo de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.)”, que es un ejemplo en la promoción, producción y comercio de alimentos sanos y de calidad en especies vegetales poco valoradas. Considerado como una alternativa para la seguridad alimentaria, donde los eventos actuales han dado como resultado la

producción a mayor escala de especies de quelites como el pápalo (*Porophyllum ruderale* subsp. *Macrocephalum*) para satisfacer las demandas de las especies. Por consiguiente, estas especies a nivel de sus cultivos contribuyen a la seguridad alimentaria. Para crear líneas de producción y encontrar mejores vías de comercialización es pertinente la organización de los agricultores (Mera et al., 2011).

Castro et al. (2011) en el artículo desarrollado sobre “Diagnóstico del pápaloquelite en México, *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. var. *macrocephalum* (DC.) Cronq”. Detalla que *Porophyllum ruderale* es una clase de quelite importante para la nutrición humana debido a su persistencia en el consumo a lo largo de los años, por su aporte nutricional y posibles usos. Es una planta que probablemente se pueda encontrar en todo el país, y es poco común encontrarlos en herbarios y biohuertos familiares.

Según Vázquez y Bye (1991) en la tesis desarrollado sobre las “Tendencias en el proceso de domesticación del papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) Johnson. *Asteraceae*)”, describen los cambios morfológicos, biológicos y ecológicos que experimenta la especie *P. ruderale* subsp. *macrocephalum* como resultado de la interacción con el hombre. Cuando se habla de crecimiento natural y cultivable, la diferencia radica en el nivel de manejo. A nivel de cultivo, poseía mayor cantidad de ramas y nudos, más altura y más glándulas. Las condiciones de cultivo y crecimiento, así como los factores como el tipo de tierra, la temperatura, el riego y el manejo general, contribuyen a este cambio, a lo largo del desarrollo de la especie herbácea. Además, señala que se desarrolla en sitios de vegetación perturbada y a lo largo de caminos, y los métodos de recolección son cuando la planta es arrancada con todo y la raíz y otro cuando se hace una poda. Además, se utiliza como verduras, considerado un componente esencial del patrón alimenticio de la población campesina, brindando variabilidad, riqueza nutritiva, color y sabor a la dieta básica de la población rural.

Hernández (2014) en su trabajo de tesis sobre el “Estudio del Pápaloquelite (*Porophyllum ruderale*) como alimento funcional”, el cual determinaron que las hojas de *Porophyllum ruderale* presenta a nivel del contenido nutricional los valores de: Humedad 86,108%, Cenizas 2,042; lípidos 0,499 %; proteínas 4,792%; vitamina C 16,821 mg/100 g; minerales mg/100 g (calcio 451,70; sodio 17,57; magnesio 138,04; potasio 113,95 y hierro 6,45. Asimismo, realizaron pruebas cualitativas de presencia alcaloides totales y fenoles con resultados de pruebas positivas (+). También mencionan que por la presencia de fenoles, que tienen propiedades antioxidantes y disminuyen el riesgo de

enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo como el parkinson, esclerosis múltiple y otros; la presencia de vitamina C, que es modulador del crecimiento, previene alergias, refuerza el sistema inmune; contenido de calcio y magnesio, que actúan como moduladores del crecimiento ayudando al desarrollo del sistema óseo, reducen el riesgo de osteoporosis y fortalecen el sistema inmune y el contenido de Hierro, que es un modulador del desarrollo psicomotor y ayuda a prevenir la anemia, se concluye que el pápalo *Porophyllum ruderale* se puede clasificar como un alimento funcional, por lo que debería formar parte fundamental de la alimentación humana.

Detalla la taxonomía, usos y consumo de la clase herbácea *Porophyllum ruderale*, donde Las hojas son comestibles, utilizados como verdura y empleados como condimento (empleado en la preparación de tacos) y en la medicina clásica, de igual modo ejecuta ensayos de reproducción de la clase herbácea, en el trabajo llevado a cabo sobre la “Capacidad reproductiva de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.” (Marinis et al., 2009). En el mismo contexto Mahabir et al. (2006) en el trabajo llevado a cabo sobre las “plantas medicinales originarias del altiplano andino zona del altiplano y los valles centrales de Bolivia, Ecuador y Perú”, detalla que el *Porophyllum ruderale* es utilizado como una planta medicinal y aromatizante de uso en diferentes alimentos.

Según Rondón et al. (2008) en su investigación sobre la “Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de partes aéreas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. recogido en Venezuela”, señalan que el aceite esencial de las partes aéreas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. (Asteraceae), fue analizada por CG/EM, que fue extraído por hidrodestilación con un rendimiento de 0,18% p/v. Se identificaron veintitrés componentes mediante la comparación de sus espectros de masas con los espectros de masas como base de datos Wiley GC-MS. Los componentes mayoritarios encontrados fueron una mezcla de limoneno y b-felandreno (50,3 %), sabieno (20,2 %), 1- un deceno (4,7 %), 4- terpineol (3,8 %) y apineno (2,9 %).

Según Barbosa et al. (2002) en la investigación que desarrollaron “Aceite esencial de *Porophyllum ruderale* Cass (Asteraceae)”, describen que *Porophyllum ruderale* Cass. (Asteraceae) es una planta medicinal de Brasil. Los aceites esenciales producidos por destilación al vapor de hojas y raíces se analizaron mediante GC/MS e índices de retención. El aceite de hoja presentó limoneno (75,2 %) y (E,E) - dodecadienal (15,5 %) como constituyentes principales. Además, mencionan que la parte de la planta como las

hojas y raíces frescas se destilaron al vapor para producir aceites con un rendimiento del 0,5 % y 0,013 %.

Navarro (2012) en la investigación realizado sobre el “Potencial de los aceites esenciales de toronjil (*Melissa officinalis*), oregano (*Origanum vulgare* L), y bleo (*Pereskia*) para ser utilizados como saborizantes en aceites comestibles de mesa”. Donde señala que el proceso metabólico de las plantas produce los aceites esenciales, compuestos secundarios que aportan significativamente a la salud humana, requiriendo de sintetizar sustancias activas que poseen estos aceites esenciales. Se empleó la técnica de cromatografía de gases acoplada y espectrometría de masa para analizar los aceites esenciales de toronjil (*Melissa officinalis* L.) y orégano (*Origanum vulgare*) de muestras recolectadas en el municipio de Coloso Sucre, subregión de los Montes de María, con el fin de evaluar su potencial uso como saborizantes en aceites comestibles de mesa. Por otra parte, se desarrollaron investigaciones sobre las propiedades químicas de los aceites esenciales y la combinación de estos con aceites comestibles de mesa, obteniendo resultados positivos como saborizantes y conservantes naturales.

Acorde a lo mencionado anteriormente Grandez (2015) presentaron la investigación sobre el “Estudio del arte de saborizantes naturales”, donde describe que el sabor se compone de ingredientes altamente aromáticos especialmente seleccionados para brindar una sensación distintiva en la mezcla final. Como fuentes de sabor se pueden utilizar ingredientes crudos como hierbas, especias, hierbas y frutas de origen natural.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) desarrolló el estudio sobre los “Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492”. Que describe que *Porophyllum ruderale* cumple un papel fundamental en la agricultura y en la alimentación de los pueblos indígenas y comunidades locales de Bolivia (Je y Leon, 1992).

Muñiz et al. (2010) en el trabajo que realizaron sobre “Uso alternativo de fitoquímicos de algunas especias para el control de enfermedades transmitidas por alimentos”, mencionan que actualmente, el número de enfermedades transmitidas por alimentos ha aumentado porque los microorganismos patógenos han desarrollado una resistencia a ciertos conservadores sintéticos, además existe reportes de que dichos conservadores dañan la salud de los consumidores. Desde los tiempos remotos se han utilizado como aditivos para el aroma y el sabor en la cocina, ya que son accesibles y algunos autores afirman que tienen propiedades curativas debido a sus compuestos fitoquímicos. No obstante, la investigación sobre las características biológicas de algunas especias,

como el laurelito (*Laurus litsea glaucescens*) y el pápaloquelite (*Porophyllum ruderale*), sigue siendo limitada. Es pertinente investigar la posible fuente de estos fitoquímicos para su uso alternativo como agentes antimicrobianos y antioxidantes, ya que son económicos, naturales y no presentan impacto negativo en el medio ambiente.

Los alimentos que contienen algún componente biológicamente activo, que ofrece beneficios para la salud y reduce el riesgo de sufrir enfermedades para las personas que lo consumen como parte de una dieta normal. La gama de productos alimenticios disponibles incluye aquellos que contienen minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibras específicos, productos enriquecidos con sustancias biológicamente activas, como fitoquímicos u otros antioxidantes, y probióticos que contienen microorganismos vivos beneficiosos. (Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación, 2006).

Pérez (2006) en su trabajo de investigación sobre la “Efectividad de los vapores de aceites de tomillo y orégano como agentes antibacterianos”, indica que la densidad de los aceites esenciales varía entre los valores de 0,84 a 1,18 g/cm³; En comparación con el agua son menos densa. Tienen un índice de refracción relativamente alto (promedio 1,5) y suele exhibir actividad óptica.

Paredes y Quinatoa (2010) en su tesis sobre el desarrollo de un “Sistema de extracción de aceites esenciales”, señala que el índice de refracción está relacionado con la viscosidad. Este último se utiliza para medir la viscosidad. Para medir esta propiedad, se debe tomar una muestra de aceite y el índice de refracción se puede medir ópticamente sin contacto con el aceite. El índice de refracción de los aceites esenciales a 20 °C suele estar entre 1,3 y 1,7.

2.1.1.2 A nivel nacional

Programa de Investigación de Biodiversidad Amazónica (2010) en el proyecto desarrollado “Prospección y evaluación de sustancias bioactivas y productos naturales. Realiza la descripción general de la especie herbácea (*Porophyllum ruderale*), y sus usos en la medicina tradicional contra los malestares estomacales.

Ramos et al. (2015) desarrollo el estudio sobre la “Caracterización de la vegetación a lo largo de una gradiente altitudinal en la comunidad de Cochahuayco, cuenca media del río Lurín – Lima”, donde estudió la vegetación a 1720 hasta 2957 msnm, en función a muestreos realizados y a observaciones de campo, el cual señalan la presencia de la especie herbácea (*Porophyllum ruderale*), que son utilizados como medicina y consumo tradicional.

2.1.1.3 A nivel regional

Villavicencio (2017) Evaluó la “Actividad antiespasmódica del extracto hidroalcohólico de hojas de *Porophyllum ruderale* (Jac.) cassini “Rupay wachi”, sobre el íleon aislado de *Cavia porcellus* “cobayo”, Ayacucho 2016”. Donde señala que se ha realizado una evaluación fitoquímica del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Porophyllum ruderale*, que muestra la presencia de alcaloides, resinas, flavonoides, compuestos fenólicos, catequinas, quinonas y lactonas. Describe un efecto que atribuye a la medicina tradicional el uso de esta planta para tratar afecciones gastrointestinales y antiespasmódicas.

Existe poca información dirigida hacia esta especie sobre temas de fisiología, morfología, crecimiento, estudios a nivel de su composición nutricional, aceites esenciales, consumo y aplicaciones en los alimentos. A nivel de investigaciones es importante en las comunidades generar el intercambio de conocimiento impulsando su desarrollo y mejora poblacional. Es necesario continuar el estudio integral de esta especie en las áreas de conservación in situ, su potenciación y creación de capacidades, como un modelo integral que sea replicado en otras especies de quelites también importantes.

2.2 Definición conceptualizada de estudio

El cultivo y sus usos de especies herbáceas como la ruda de río ha sido ampliamente utilizado desde los principios de la humanidad, proporcionando una posibilidad de subsistencia como alimentos, y en épocas de carencia de alimentos.

Son ampliamente conocidas las ventajas de estos alimentos y a nivel medicinal, principalmente por su consumo como planta, debido a sus componentes nutricionales, y saborizantes que el alimento proporciona, posterior a ello su utilización para incrementar, intensificar o añadirle las características organolépticas de un alimentos (saborizante), como en sopas, comidas, consumo con cereales cosidos o tostados de fuente principal alimentaria de las personas en forma tradicional asimismo destaca el uso en conservación del pescado de río, y sus posibles usos potenciales en alimentos procesados y a nivel del sistema de la industria alimentaria.

Actualmente no se contempla estudios específicos y completos sobre el uso de la especie herbácea *Porophyllum ruderale* como alimento, o usados como saborizante o en la industria alimentaria, por lo que defiere en los estudios de cultivo, crecimiento, evaluaciones nutricionales, fitoquímicas, química proximal y la extracción y usos de

aceite esencial (principio activo) como saborizante en alimentos, en el contexto local, regional, nacional e internacional. Solo se contempla estudios de consumo tradicional.

2.3 Bases teóricas especializadas sobre el tema

2.3.1 Ruda de río (*Porophyllum ruderale*)

2.3.1.1 Especies herbáceas ruda de río

La especie herbácea se caracteriza en función a su denominación por *Porophyllum* que deriva del griego porus que significa poro y de Phyllon que quiere decir hoja, debido a la presencia de glándulas en las hojas de la mayor parte de las especies que conforman este género. Su nombre común es pápaloquelite proviene del náhuatl, y significa “hierba de la mariposa”, porque la forma de sus hojas recuerda la de las alas de este insecto. El taxón *runderale* var. *macrocephalum*, es posible encontrarlo representado desde los Estados Unidos de Norte América hasta el sur de Perú, el norte de Argentina y el sur de Brasil (Hernández, 2014).

Porophyllum ruderale contiene compuestos que previenen y reducen el crecimiento de los microorganismos y a su vez compuestos que favorecen la conservación de otros alimentos con características organolépticas especiales (Castro et al., 2011).

Es una planta que, al estrujarse, presentan características aromáticas, sus hojas están un poco divididas de color verde pálido. Las flores son amarillentas, los frutos que se abren al secarse (Muñiz et al., 2010).

Figura 1

Planta herbácea Porophyllum ruderale



Nota. Fuente: Lorenzi, (2008).

2.3.1.2 *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. var. *macrocephalum* (OC.)

CronQ.

Nombre derivado del latín rudus, - eris = ruinas, escombros; en alusión a su hábitat.

Según Castro et al. (2011) la quirquiña es una planta perteneciente al género *Porophyllum* que deriva del griego porus que significa poro y phyllon que quiere decir hoja, debido a la presencia de glándulas en las hojas, son la mayor parte de las especies que conforman este género.

Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. (Asteraceae) es una especie herbácea anual nativa del hemisferio occidental. El taxón se encuentra en América del Norte, Central y del Sur. Los nombres vernáculos son pápalo, cilantro boliviano, quirquiña, y yerba porosa, respectivamente. Las hojas frescas de *P. ruderale* se utilizan como condimento, tanto para platos crudos como cocinados, ensaladas o guisos, respectivamente. El sabor de este condimento se describe como intermedio entre la rúcula, el cilantro y la ruda (Green, 2006).

Es una hierba denominada Pápaloquelite en México, que puede alcanzar una altura de 75 cm, aromática al estrujarse. Las hojas están un poco divididas y son de color verde pálido, las flores son amarillentas y los frutos al secarse se abren. Es natural de México, habita en climas cálido, semicálido y templado entre los 50 y los 1000 msnm. Esta planta es cultivada en huertos familiares y en ocasiones asociada a bosques tropicales, bosque mesófilo de montaña, bosques de encino y de pino. Sin embargo, es una planta que carece de antecedentes del uso medicinal, y de estudios experimentales que convaliden sus aplicaciones actuales (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana - BDMTM, 2009).

P. ruderale también se ha utilizado en la medicina tradicional (Conde y Guerrero 2013), aunque en el trabajo de Marques et al. (2020) resalta la escasez de estudios científicos sobre esta planta, así como de trabajos respecto a los aspectos químicos y agronómicos. Por el contrario, se encuentran algunas investigaciones sobre la caracterización química de su aceite esencial (Fonsceca et al., 2006; Rebeiro et al., 2016).

Figura 2

Registro de Planta herbácea de *Porophyllum ruderale* (Jacq Casinni)



Nota. Fuente: Dillon, (1985).

2.3.1.3 Familia Asteraceae

El género *Porophyllum* pertenece a la familia asteraceae que está constituida por 1000 géneros y unas 20000 especies de distribución internacional, presentan características como plantas herbáceas o arbustivas, rara vez arbóreas o trepadoras. Hojas opuestas o alternas, en ocasiones todas radicales, sin estípulas. Inflorescencia en forma de cabezuela (capítulo) con flores pequeñas, agrupadas, acompañadas cada una por una bráctea individual (pálea); la cabezuela puede presentar uno o dos tipos de flores; Fruto en forma de aquenio, y menudo lleva en su extremo superior el vilano; semilla sin endosperma establecido por (Cronquist, 1981) (Bremer, 1994).

2.3.2 Clasificación taxonómica

2.3.2.1 *Porophyllum ruderale* (Jac.) Cassini. “Ruda de río”

Clasificación taxonómica Antes de la publicación del género *Porophyllum* por Cassini en 1754, las primeras especies del género fueron clasificados como cacalia y klenia. El género *Porophyllum* fue publicado por vez primera por el francés Jean Étienne Guettard en 1754 y se aplicó taxonómicamente a cuatro especies por el botánico francés

Alexandre Henri Gabriel de Cassini en 1826. La primera aplicación del nombre genérico *Porophyllum* a una especie dada fue aplicada en 1826 por Cassini, junto a la primera denominación “epíteto” (*Kleinia ruderalis*) (Johnson, 1969).

Rojas (2016) describe a la especie herbácea *Porophyllum ruderale* corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio	: Eucarya
Reino	: Plantae
División	: Angiospermas
Clado	: Eudicotiledoneas
Clado	: Superasteroides
Clado	: Asteridas
Clado	: Campanelidas
Orden	: Asterales
Familia	: Asterácea
Subfamilia	: Asteroideae
Tribu	: Tageteae
Género	: <i>Porophyllum</i>
Especie	: <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.

Villavicencio (2017), señala que la especie herbácea *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. Identificado en el centro poblado de Qochapampa del barrio de Santa Ana, ubicado a 2800 msnm del distrito Ayacucho, es denominado con un nombre de “rupay wachi”.

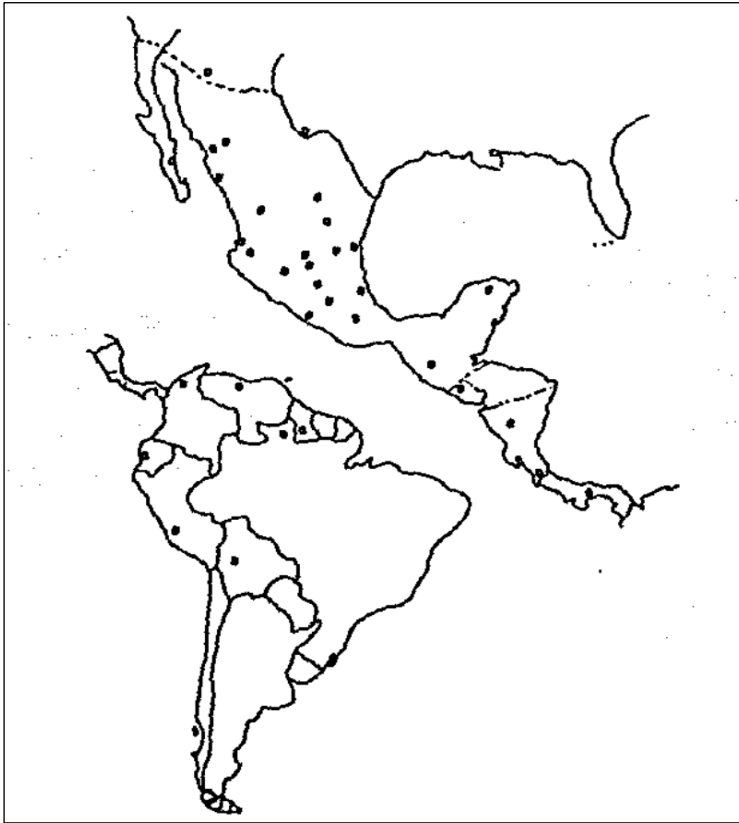
2.3.3 Crecimiento y Ubicación geográfica

2.3.3.1 Hábitat y distribución geográfica

El género *Porophyllum* (Compositae - Helenieae) es nativo del hemisferio occidental de Texas, que se encuentra en el sur de Nevada, California, suroeste de Texas y al sur de Arizona hasta el sur de Perú, norte de Argentina y el sur de Brasil. Las primeras especies nombradas de *Porophyllum* fueron *Cacalia* y *Kleinia* (Johnson, 1969).

Figura 3

Distribución Mundial de la especie herbácea (mapa)



Nota. Fuente: Johnson (1969).

2.3.3.2 Descripción botánica

Es una planta herbácea, anual, oriunda de los valles andinos de Perú y Bolivia, crece hasta 40 cm de altura. Hojas alternas y opuestas, simples, elíptico - lanceoladas, ligeramente onduladas, trenadas, de color verde grisáceo en el haz y morada en el envés, con algunas bolsas oleíferas grandes en los bordes de la hoja. Flores cilíndricos que llevan 5 filarias oblongas con bolsas oleíferas lineales, numerosas flores de color amarillo, al marchitarse aparecen los aquenios negros con un vilano blanco (fundación Uñatatawi, 2003).

Hábito y forma de vida: Hierva a veces robusta, en general de un tono azul verdoso.

Tamaño: De hasta 1,5 m de alto.

Tallo: Ramificado desde cerca de la base o más arriba.

Hojas: Opuestas a alternas, sobre largos pedicelos, ovadas a casi circulares, de hasta 5 cm de largo, redondeadas en el ápice y con el margen ondulado, con glándulas translúcidas, alargadas (Rzedowski y Rzedowski, 2004).

Opuestas, lamina de forma oval ligeramente cuneada de 1 a 3 cm de largo por 0,7 a 1,4 ancho, borde de las hojas ligeramente lobulado (Rojas, 2016).

Inflorescencia: Compuesta de cabezuelas de 2 a 3 cm de largo (sobre pedúnculos engrosados hacia el ápice) generalmente solitarias, o unas cuantas agrupadas hacia las puntas de los tallos (Rzedowski y Rzedowski, 2004).

Cabezuela/Flores: La cabezuela parece una flor, se trata de una inflorescencia formada por flores sésiles dispuestas sobre un pequeño receptáculo. No tiene brácteas (mansiones), las flores están rodeado por largas brácteas, que se unen externamente para formar una hendidura cilíndrica larga y estrecha que oculta la mayoría de las flores. Las brácteas suelen tener glándulas transparentes alargadas. Cada cabezuela tiene muchas flores hermafroditas, todos tubulares y de hasta 1,5 cm de largo. La corola es muy delgada y se ensancha hacia el ápice, formando una "garganta" y se divide en 5 lóbulos cortos de color crema, verdoso o tendente al café o rojo. Los estambres se alternan con los lóbulos de la corola, sus filamentos separados (Rzedowski y Rzedowski, 2004).

Frutos y semillas: Los frutos son secos, indehiscentes (duraderos), con una sola semilla llamado aquenio (cypsela), son estrechos, cilíndricos, pero ligeramente más anchos en la parte superior, son negros y miden 1 - 1,5 cm de largo; En la parte superior del fruto hay una pequeña estructura en forma de púa que consta de muchas cerdas largas (aproximadamente 1 cm) y finas de color pajizo.

Características especiales: Al estrujarse es bastante olorosa (Rzedowski y Rzedowski, 2004).

2.3.3.3 Distribución y cultivo

Actualmente es cultivada en muchos lugares de la llanura y de los valles de Bolivia. La Fundación Uñatatawi introdujo esta especie aromática a la población de 7 Estrellas con el objetivo de experimentar con ella en diferentes estaciones y explorar las posibilidades de su expansión. Algunos agricultores cultivan la especie herbácea para uso doméstico, otros lo venden en los mercados locales.

Sólo puede reproducirse por semillas. La siembra debe realizarse directamente al final en un surco o hilera aireado y abonado. La distancia entre las zanjas debe ser de 50 cm. El cultivo con fines comerciales (Fundación Uñatatawi, 2003).

El crecimiento ocurre en laderas, cañones, arrecifes y pendientes, y en hábitats perturbados, en pastizales y sus bordes, casi siempre como maleza. A menudo en áreas de bosques tropicales desde el nivel del mar hasta casi 2000 metros.

Floreciendo de septiembre a noviembre. Distribuido desde suroeste de los Estados Unidos; América Central y América del Sur. Hierba glabra anual, ramificada en la parte superior, generalmente de 1 – 1,5 metros de altura, con tallos de 5-7 mm de grosor en la base. Las hojas inferiores, las ramas y las hojas superiores muchas veces alternan; las hojas caulinares ampliamente ovadas, variando de obovadas a suborbiculares (McVaugh, 1987).

Cultivo: Actualmente en la región de Ayacucho y el Perú, la ruda de río no se cultiva para su comercialización y usos, a nivel de mediana y gran escala. Se encontró vestigios de cultivo en huertos en algunas familias, con antecedentes de consumo.

Villegas (2016) menciona que, en la región de Cochabamba, Bolivia, se cultivan variedades herbáceas Huacataya, Quirquiña, Achojcha, Tomate y Papalisa que son utilizados como alimentos.

En México, los censos agrícolas han mencionado a tres estados como productores de pápalo: Guerrero, Morelos y Puebla. Estos estados están listados en orden de importancia por superficie sembrada, producción y valor de la producción (Castro et al., 2011).

Suelos: Es una planta rústica que puede crecer en terrenos pedregosos y en lugares escarpados. El tipo de suelo no es selecto para su crecimiento, para rendimiento óptimo se recomienda plantar en un suelo óptimo con humedad moderada. (fundación Uñatatawi, 2003).

2.3.3.4 Cultivo en invernadero

Desarrollado en la (UMSA) Universidad Mayor de San Andrés en la división de Ingeniería Agrícola, en la Infraestructura de Producción Vegetal en Bolivia; Cuenta con: invernadero de agua doble capa, paredes de vidrio, con ventanas, equipados, lámina plástica y puerta, con un área de aproximadamente 22 metros cuadrados en el voladizo derecho y el voladizo medio. Se utilizó un sistema de riego por goteo con un diámetro de 0,15 m entre cada gotero y la temperatura en el invernadero se midió mediante

termómetros de máxima y mínima instalados a una altura de 40 cm en el centro del área de cultivo (Mita, 2016).

Siembra: La siembra se realizó manualmente en la estación experimental de Patacamaya, en La Paz, Bolivia, con una densidad de 15 cm entre plantas y entre surcos. Se llevó a cabo mediante la creación de pequeños agujeros en los que se colocaron las semillas de quirquiña.

Germinación: A las dos semanas de la siembra, con riego constante, la quirquiña germina. En este momento el riego se realiza una vez al día en función de la humedad del suelo. Para que este cultivo germine rápidamente, necesita una cantidad adecuada de humedad (Mita, 2016).

Riego: En función de la humedad del suelo, se realiza en un intervalo de 3 - 4 días.

Trasplante: El trasplante se realizó cuando las plántulas alcanzaron 3 cm de altura con dos hojas, tres semanas después de plantar en áreas seleccionadas donde se realizó la inserción de la semilla (Mita, 2016).

Mantenimiento durante el crecimiento y desarrollo: Para evitar la competencia de nutrientes, luz y agua, se realizaron deshierbes según la presencia de malezas. Se realizó manualmente, extrayendo y eliminando residuos.

Plagas: Las hormigas rojas (*Atta* sp.) fueron una de las plagas que afectaban principalmente la base del cuello de las plantas, provocando su caída o muerte.

Cosecha: La cosecha se llevó a cabo en el momento en que aparecieron los primeros botones florales, lo que es un indicador crucial de la capacidad de este cultivo para su aprovechamiento. Se realizó durante la mañana, antes del mediodía, para evitar el rocío; se cortó a una altura aproximadamente 3 cm del suelo con una tijera de podar (Mita, 2016).

Tabla 1*Promedio de altura de planta (cm) a nivel de desarrollo en invernadero*

Tratamientos	ALTURA DE LA PLANTA						
	26 de marzo	2 de abril	9 de abril	16 de abril	23 de abril	30 de abril	7 de mayo
T1	3,93	4,69	5,67	7,59	8,71	12,27	17,93
T1	3,14	4,03	5,37	6,96	8,76	11,99	18,29
T1	3,37	4,37	5,91	8,17	10,97	14,66	21,29
T2	3,41	4,43	5,53	7,61	10,01	13,16	19,79
T2	3,00	3,87	4,70	6,24	7,47	9,11	12,59
T2	3,19	4,70	6,14	6,99	10,29	13,74	19,59
T3	3,57	4,16	5,44	7,87	10,29	14,14	21,04
T3	3,17	4,40	6,01	8,71	11,80	15,59	22,56
T3	3,40	4,67	5,70	7,74	10,53	13,84	21,89
T4	3,50	5,04	5,81	7,13	8,47	10,54	15,16
T4	3,10	3,96	5,23	7,09	8,96	11,51	17,33
T4	3,41	4,74	6,07	7,73	9,31	11,97	18,31

Nota. Fuente: Mita (2016).**Tabla 2***Promedio de número de hojas a nivel de desarrollo en invernadero*

Tratamientos	NUMERO DE HOJAS						
	26 de marzo	2 de abril	9 de abril	16 de abril	23 de abril	30 de abril	7 de mayo
T1	6,00	8,00	10,00	19,71	27,57	50,71	90,43
T1	5,43	7,71	12,00	28,57	37,29	63,29	119,86
T1	6,29	8,57	12,00	28,00	46,14	88,86	136,00
T2	6,00	8,71	11,86	25,71	35,57	64,29	119,43
T2	5,43	7,71	9,71	22,57	29,14	50,13	78,00
T2	6,57	9,00	13,86	27,86	46,29	86,29	142,00
T3	5,86	8,00	11,14	36,29	47,43	87,71	152,86
T3	6,00	8,00	10,57	26,86	44,29	79,71	140,00
T3	6,86	8,14	11,43	26,14	43,57	81,43	142,57
T4	5,86	9,14	12,00	22,57	27,71	44,43	78,57
T4	5,71	7,86	12,00	18,57	29,29	65,43	123,71
T4	6,00	9,14	11,57	25,43	40,86	66,00	118,14

Nota. Fuente: Mita (2016).

Tabla 3*Promedio de la longitud de hojas (cm) en invernadero*

LARGO DE HOJAS	
Tratamiento	Promedio (cm)
T1	3,96
T1	3,76
T1	4,13
T2	3,93
T2	3,47
T2	3,96
T3	4,71
T3	4,66
T3	4,59
T4	2,99
T4	4,23
T4	3,41

Nota. Fuente: Mita (2016).

2.3.4 Fenología de la ruda de río

La quirquiña (*Porophyllum ruderale*), presenta la siguiente fenología (Rojas, 2016).

Tabla 4*Fenología de la quirquiña (*Porophyllum ruderale*)*

FASE	ETAPAS	DÍAS
Vegetativa	Emergencia	7 - 10
	Dos hojas verdaderas	12 - 14
	Cuatro hojas verdaderas	18 - 21
	Seis hojas verdaderas	25 - 28
Reproductiva	Ramificación	45 - 49
	Inicio de botones florales	55 - 60
	Floración	65 - 67
Maduración	Maduración de semilla	75 - 84

Nota. Fuente: Rojas (2016).

2.3.5 Composición fisicoquímica y valor nutricional

2.3.5.1 Usos y compuestos fitoquímicos del *Porophyllum ruderale*

Conocido como Pápaloquelite, se usa de manera común en algunos lugares principalmente como laxante y para aliviar el dolor de muelas, y el mal de hígado (mal aliento). Se recomienda su consumo de la raíz y las hojas crudas como verdura o cocidas. Además, se lleva a ebullición la raíz, se administra para controlar las menstruaciones y prevenir ataques de epilepsia, en cocción o infusión (BDMTM, 2009).

Según investigaciones, la especie *Porophyllum ruderale* contiene compuestos con alto valor nutricional, incluidos minerales, carbohidratos, proteínas y fibra. Además, contiene ciertos componentes con efectos positivos que mejoran o restauran la salud, lo que permite atribuirles propiedades terapéuticas (Castro et al., 2011).

Tabla 5

Análisis proximal de Quelites (Porophyllum ruderale)

ESPECIE	KCAL (Gramos/100 gramos de muestra)						
	CALORÍA	PROTEÍNA	GRASA	CARBO - HIDRATOS	FIBRA	CENIZAS	HUMEDAD
Amaranthus dubius	45,0	4,8	0,3	8,3	1,4	2,2	83,0
Amaranthus cruentus 1	41,0	4,7	0,1	7,7	1,9	3,5	82,1
Amaranthus cruentus 2	30,0	2,9	0,2	5,8	1,3	2,1	87,7
Cestrum nitidus	51,0	8,2	0,2	7,1	17,6	2,8	64,0
Chenopodium album	17,0	2,1	0,1	3,0	0,9	1,5	92,4
Crotalaria longirostrata	53,0	6,7	0,5	8,4	2,6	1,2	80,6
Manihot intermedia	53,0	5,9	0,2	10,1	2,0	1,4	80,4
<i>Porophyllum ruderale</i> var. macrocephalum	73,0	2,2	0,3	15,3	9,1	1,8	71,0
Portulaca oleraceae	24,0	1,8	0,2	5,2	2,6	2,3	87,9
Phytulaca icosandra	41,0	5,8	0,2	6,4	1,2	2,4	84,0
Smilax moranesis	20,0	2,7	0,1	3,2	0,9	0,6	92,5

1, Muestra colectada en Zenzontla,

2, Muestra colectada en Cuizalapa,

Nota. Fuente: (Ceballos, 1992).

La composición nutritiva de los quelites resulta de singular importancia, ya que representa una base para conocer en qué medida contribuyen en la alimentación de la población, según las referencias de análisis nutritivos de estas especies herbáceas (Hernández 1971; INCAP-ICNND 1961), los valores de una especie varían de una región a otra por influencia del medio físico (tipo de suelo, temperatura, altitud, etc.) (Icaza y Behar, 1991).

2.3.5.2 Características aprovechables

Cosecha beneficiada: Cuando aparecen las primeras flores (45 a 50 días), la planta se corta para uso culinario y luego se seca en sombra a una temperatura inferior a 40 °C para evitar el ennegrecimiento.

Parte utilizada: Se usan solamente las hojas de la planta, en la alimentación, para otros fines como la medicina tradicional es usado los tallos y raíces (Fundación Uñatatawi, 2003).

La cosecha es realizada cuando aparecen los botones florales, que es un indicador importante para el aprovechamiento de este cultivo. Se realizó durante la mañana, antes

del mediodía para evitar la presencia del rocío, la altura de corte fue a 3 cm del suelo aproximadamente con ayuda de la tijera de podar (Figura 04).

Figura 4

Cosecha de quirquiña con tijera de podar, a nivel de cultivo en invernadero



Nota. Fuente: Mita (2016).

Aprovechamiento

El *Porophyllum ruderale* es una verdura autóctona que se consume cruda o cocida. Se pueden consumir las hojas y los tallos hirviendo o guisando. El consumo de este quelite es una costumbre muy antigua que se ha mantenido hasta nuestros días. Se consume crudo o con otros alimentos. donde se cortan las ramas tiernas o se podan antes de que la planta florezca, algunas ramas de la planta no se cortan para producir estructuras reproductivas (Camacho, 2005).

2.3.6 Transformación, agroindustria y usos

2.3.6.1 Usos y aplicaciones

Propiedades y usos medicinales: Usado por los pobladores como laxante, para enfermedades hepáticas como emenagogo, el mal aliento, los problemas digestivos, los cólicos y la presión alta, cocinando la raíz o poniendo las hojas en infusión. También se usa como condimento para comidas típicas como sopas, guisos y salsas. En Bolivia, se ha utilizado experimentalmente para tratar enfermedades del hígado e hipertensión. Las hojas se usan para enfermedades hepáticas y enfermedades renales (Solano, 2009).

A nivel de la medicina popular se usa para la cicatrización, como antiinflamatorio, fungicida, bactericida, anti estrés, para combatir la hipertensión arterial, la leishmaniosis,

traumatismo, antídoto contra el veneno de la serpiente, el alivio del dolor y el reumatismo (Cárdenas, 1986).

Usos alimenticios

Especie nativa de América tropical. Las hojas finamente picadas de la quillquiña o kirquiña (*Porophyllum ruderale*) se usan en Bolivia para dar un sabor agradable a las salsas, chupes y sopas. (Cárdenas, 1986).

La especie herbácea es comestible al hervirlos, en este caso se sirven junto con su caldo adicionando limón y chile. La forma de preparación consiste básicamente en calentar agua con un poco de sal y cuando está a punto de hervir se agregan la planta dejándolas solo unos minutos (2 - 3 aproximadamente), asimismo se puede añadir ciertos tubérculos o insumos (Ceballos, 1992).

Porophyllum ruderale tiene valor nutricional destacando por su contenido de minerales, proteínas, vitamina C, rico en hierro, magnesio y calcio. Considerado un alimento funcional, consumirlos todos los días puede ayudar a prevenir algunas enfermedades. Asimismo, es una buena manera de mejorar la dieta de las personas y es un recurso potencial para la seguridad alimentaria en 2030, lo que implica tener alimentos de alta calidad y a bajo costo. Contribuyendo a la variedad de la dieta al agregar texturas, sabores y aromas, lo que enriquece la cocina (Hernández, 2014).

La Quillquiña es un buen aderezo en la salsa picante denominada "Ilaj'wa" (salsa acompañada de toma e y locoto), sirve como aromatizante en alimentos embutidos y en la comida tradicional boliviana. No se conocen sus valores medicinales (F U, 2002). Condimento para sopas, estofados, guisos y salsas (Puentes y Hurrell, 2015).

2.3.6.2 Transformación, agroindustria

Actualmente, la especie herbácea solo se usa como alimento en la preparación de alimentos. También se han realizado investigaciones sobre la extracción y aprovechamiento del aceite esencial, así como sus aplicaciones en conservación y medicina. Además, las hojas, tallos y raíces se utilizan en la medicina tradicional.

2.3.7 Caracterización química

La caracterización química es la determinación del conjunto de características mediante estudios, evaluaciones y análisis de una determinada muestra.

Son características conformado por la información nutricional y/o fitoquímica, de una determina muestra, estudiada mediante análisis y evaluaciones (Gonzales et al. 2022).

La composición nutricional, fitoquímica y el valor funcional de las especies silvestres y su potencial de adaptación establecen el criterio de calidad para la recolección y posterior consumo, así como una herramienta interesante para sus usos y revalorizar estas especies comestibles infravaloradas (Fukalova, 2022).

La caracterización física y química de los alimentos está dada por los resultados obtenidos en diferentes análisis a los que estos son sometidos con el fin de conocer su composición química y el contenido de sustancias tóxicas. Constituyen parte del control de calidad y deben ser comparados con los límites establecidos en los documentos técnicos y normas según el alimento que sea analizado (Vasquez, 2016).

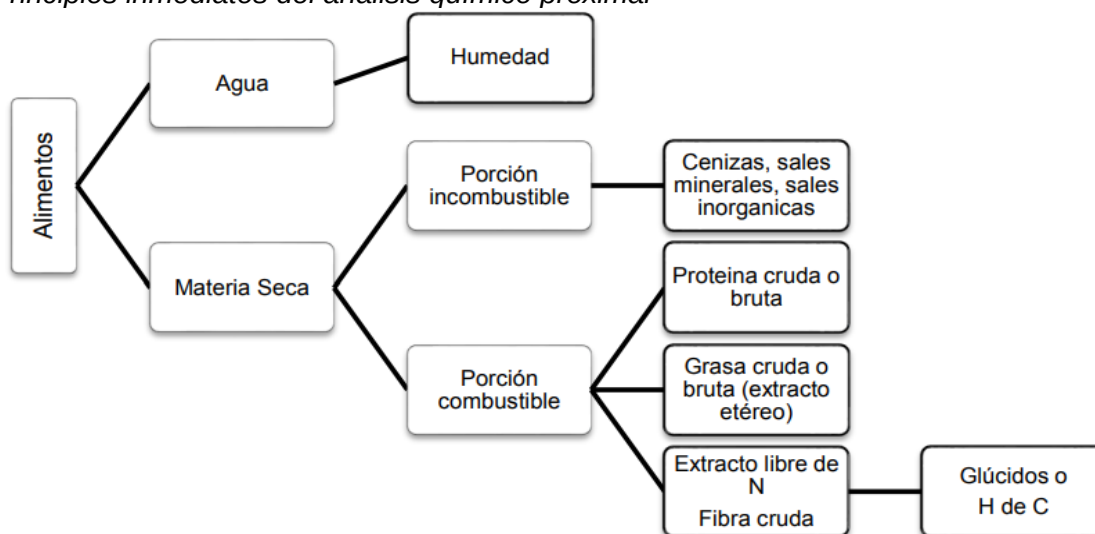
Los análisis fisicoquímicos pueden realizarse de manera adecuada, cuando los laboratorios cuentan con guías internas (Manual) creadas de acuerdo con los equipos y materiales disponibles. Esto permite abarcar la mayor cantidad de procedimientos para un control de calidad en el alimento o grupo de alimentos analizados, todo enfocado en fortalecer el proceso de aprendizaje (Vasquez, 2016).

2.3.7.1 Análisis proximal

Es el análisis utilizado para valorar el poder nutritivo de un alimento, y es el primer tipo de análisis que se realiza a un alimento del cual se desconoce su composición. Consisten en determinar grupos de sustancias que se asemejan en cualidades, llamados principios inmediatos (figura 05). Todos los alimentos están compuestos por dos componentes principales, agua y materia seca (M.S.). Henneberg y Stohmann, idearon en 1865 el esquema para la descripción de los alimentos, conocido como esquema de Weende (Flores, 1980).

Figura 5

Principios inmediatos del análisis químico proximal



Nota. Fuente: Flores (1980).

2.3.7.2 Análisis fitoquímico

Actualmente, estas sustancias, conocidas como fitoquímicos o quimiopreventores, se encuentran en las prácticas de los laboratorios de investigación de la industria farmacéutica y alimentaria. Este campo de investigación se conoce como alimentos funcionales en la literatura científica. Aunque no se consideran sustancias esenciales porque no se necesitan en nuestro metabolismo, son esenciales para nuestra salud a largo plazo. Intervienen protegiendo nuestro corazón, reduciendo la presión sanguínea, controlando la glucemia y el colesterol, reduciendo el riesgo de cáncer y mejorando la respuesta defensiva inmunitario de nuestro cuerpo (Palencia, 2019).

Muñis et al. (2010) desarrolló estudios fitoquímicos de algunas especies de plantas que poseen actividad antimicrobiana y antioxidante, entre las cuales se encuentra el *Porophyllum ruderale*, que realizó la caracterización fitoquímica encontrándose compuestos azufrados como but-1-en-3-inil-ditienilo, 5acetoxi-metilen-2-(4-acetoxi-but-3-inilo) - ditiofeno, el derivado diacetoxilado y alfa tercielinoentre otros compuestos monoterpénicos presentes en este vegetal.

Lilia A. y colaboradores realizaron estudios acerca del *Porophyllum ruderale*, lograron identificar compuestos fenólicos, flavonoides, taninos y esteroides presentes en las hojas de la planta, (Shali et al., 2013).

Se desarrollaron los estudios fitoquímicos de las hojas de la especie herbácea *Porophyllum ruderale*, con nombre común “Rupay wachi”, se muestra a continuación:

Tabla 6

Composición fitoquímica de las hojas de la especie herbácea Porophyllum ruderale

Metabolitos secundarios	Ensayos	Resultados	Observaciones
Catequina	Carbonato de sodio + Luz UV	+	Coloración verde carmelita a la luz UV
Alcaloides	Wagner, Hager y Dragendorff	+	Formación de precipitados
Resinas	Agua destilada	++	Precipitados
Azucares reductores	Fehling	+	Precipitado naranja
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico	++	Coloración azul
Flavonoides	Shinoda	+	Precipitado naranja
Quinonas	Borntrager	+	Coloración rojiza en la fase amoniacal
Lactonas	Baljet	+	Precipitación roja

Nota. Fuente: Villavicencio (2017).

Los análisis fotoquímicos realizados, describen que los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de las hojas del *Porophyllum ruderale* “rupay wachi” son alcaloides, resinas, flavonoides, compuestos fenólicos, catequinas, quinonas y lactonas, Su determinación cuantitativa conlleva un análisis muy riguroso. A nivel de contenido de alcaloides, que son compuestos nitrogenados que a menudo tienen efectos fisiológicos potentes en los humanos, y su presencia en *Porophyllum ruderale* sugiere un potencial uso farmacológico. Sin embargo, la cuantificación exacta de estos alcaloides y su diversidad no está tan bien documentada como otros compuestos (Villavicencio, 2017).

De acuerdo a trabajos previos descritos para la especie herbácea, contiene compuestos con alto valor nutricional, como minerales, carbohidratos, proteínas, vitaminas y fibra. Asimismo, describe que algunos de estos compuestos fitoquímicos tienen efectos beneficiosos para la salud y el bienestar de la población (Castro et al., 2011).

2.3.8 Aceites esenciales

2.3.8.1 Generalidades

Son aquellas partes de una planta medicinal que contienen en mayor o menor proporción de contenido de aceite esencial extraídos de las partes de las plantas como las hojas, flores, frutos, tallos, raíces y semillas (Ruales y Salazar, 2018).

El material vegetal es recolectado del cultivo, donde debe ser tratado con la atención necesaria para garantizar la calidad del producto final. El primer paso es evitar que se fermente y provoque una rápida pérdida de principios activos y, por lo tanto, de calidad.

Los aceites esenciales de plantas, son combinaciones de principios activos muy complejos que incluyen más de 200 componentes, como los de eucalipto. que siguen la relación estructura química-acción farmacodinámica, por lo que podemos clasificar su actividad según su composición química (Peñalver, 2002).

Las plantas aromáticas son un grupo de plantas que elaboran total o parcialmente sus principios activos en forma de aceite esencial descrito por Muñoz, (1987). También se definen como aquellas plantas que pueden generar por algún proceso fisicoquímico productos aromáticos (productos que tienen un olor o sabor determinado) (Bandoni y Stashenko, 1995).

Estas plantas producen aceites esenciales como metabolitos secundarios, es decir, compuestos que no son necesarios para que las plantas realicen sus funciones vitales.

Estos pueden encontrarse en flores, tallos, hojas, raíces, semillas, corteza o frutos en diferentes lugares (Montoya, 2010).

2.3.8.2 Aceites esenciales

Los aceites esenciales, que a menudo se asocian con gomas y resinas, son sustancias volátiles de naturaleza compleja. Solo los vegetales contienen estas esencias. Muchos aceites esenciales son terpenoides, y solo un pequeño número de ellos contienen terpenos y derivados aromáticos (bencénicos).

El aceite esencial es una combinación única y compleja de sustancias químicas que son biosintetizadas en las plantas principalmente en las flores y las hojas. Tiene una apariencia oleosa, una composición y un olor distintivos y se obtiene mediante métodos fisicoquímicos (Ortuño, 2006).

La Organización Internacional de Normalización, ISO (International Organization for Standardization) por sus siglas en inglés, define que el aceite esencial se produce a partir de materias primas vegetales naturales mediante destilación de vapor (hidrodestilación), procesos mecánicos del pericarpio de los cítricos o destilación en seco (Groot, 2018).

Las familias bioquímicas principales presentes en los aceites esenciales incluyen alcoholes, cetonas, aldehídos terpénicos y aromáticos, ésteres, éteres, terpenos y óxidos (Peñalver, 2012).

La FAO en 1998, estima que existen alrededor de 3000 aceites esenciales conocidos a escala mundial, de los cuales aproximadamente el 10 % tienen importancia comercial y se utilizan ampliamente en diferentes ramas de la industria (Thomas y Schumann, 1992). De todas las plantas medicinales, aproximadamente el 0,66 % también son plantas aromáticas (Muños, 1987).

Los aceites esenciales, son una mezcla compleja de sustancias aromáticas producidos de las flores, hojas, frutos. Utilizados ampliamente en la perfumería y cosmética, la industria farmacéutica, la alimentación, la licorería y la confitería (Lopez, 2004).

2.3.8.3 Métodos de extracción

El método de extracción de aceites esenciales depende a menudo del material vegetal utilizado. Existen diferentes métodos que determinan la calidad, composición y propiedades de los aceites esenciales, por lo que la inadecuada técnica puede provocar

la pérdida de actividad biológica y propiedades naturales, como cambios de olor, sabor o aumento de la viscosidad (Tongnuanchan y Benjakul, 2014).

Existen múltiples métodos de extracción existentes, dependiendo de la planta o muestra. A nivel industria son bastante sofisticados, sin embargo, existen diversos métodos de extracción como: Enfleurage, con solventes, por prensado, con fluidos supercríticos, Hidrodestilación, extracción por arrastre con vapor (Paredes y Quinatoa, 2010).

Se emplean diversos procedimientos físicos y químicos de extracción, donde su correcta aplicación será lo que determine la calidad del producto final (SENA, 2017).

Tabla 7
Métodos de Extracción de aceites esenciales

Tipo de Método	Procedimiento	Productos Obtenidos
1. Métodos directos	Extrusión/Prensado	Aceites esenciales cítricos
	Exudación	Gomas, resinas, bálsamos
2. Destilación	- Directa	Aceites esenciales y aguas aromáticas
	- Arrastre con vapor de agua.	
	- Destilación - maceración	
	- (liberación enzimática de agliconas en agua caliente)	
3. Extracción con solventes	Solventes Volátiles	- Infusiones y resinoides alcohólicos.
		- Concretos y absolutos
	Solventes fijos (grasas y aceites)	- Absolutos de pomadas
		- Absolutos de enflorados
	Extracción con fluidos en estado supercrítico	

Nota. Fuente: SENA (2017).

2.3.8.4 Descripción del proceso de extracción mediante destilación por arrastre de vapor

La materia prima es cargada en la columna del destilador para formar un lecho compacto fijo. Los materiales sólidos se pueden cortar o triturar antes de cargar. Un distribuidor interno en el fondo del destilador inyecta el vapor con la suficiente presión para superar la resistencia hidráulica del lecho. El destilador está separado de la caldera de vapor. La materia prima se calienta y libera los solutos volátiles a medida que el vapor fluye arriba a través del lecho. Estos son vaporizados y transportados hacia el tope del

destilador por el vapor. Un condensador (intercambiador de calor) condensa el vapor que sale del destilador y lo enfría a la temperatura del ambiente.

Un decantador dinámico separa las dos fases inmiscibles de la mezcla líquida condensada. En los procesos de destilación de aceite esencial, este decantador se conoce como Florentino.

El agua condensada puede ser recirculada hacia el destilador o a la caldera dependiendo del consumo de vapor. La destilación por arrastre con vapor seco es preferida a la escala industrial sobre las otras variantes de destilación con vapor, porque las calderas estándar generan vapor a presiones moderadas fáciles de controlar. Este vapor está saturado, pero cuando es inyectado hacia el destilador, sufre una expansión isoentálpica y se vuelve sobrecalentado (Cárdenas, 2014).

2.3.8.5 Composición química de aceite esencial de ruda de río

A excepción de las esencias derivadas de heterósidos (como las de las almendras amargas y la mostaza), los aceites esenciales suelen ser mezclas complejas de componentes muy diversos que pertenecen principalmente al grupo de los terpenos y, en menor medida, al grupo de los compuestos aromáticos derivados del fenilpropano (aldehído cinámico, eugenol, anetol, aldehído anísico y safrol, entre otros). Los compuestos terpénicos pueden ser monoterpenos (10 carbonos) o sesquiterpenos (15 carbonos). Estos sesquiterpenos y monoterpenos pueden ser acíclicos, monocíclicos y bicíclicos, así como oxigenados o no oxigenados (Lopez, 2004).

Partes aéreas de la planta (hojas y tallos)

Extracción hidrodestilación

El aceite de las partes aéreas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. (Asteraceae) fue analizado por CG/EM. El aceite extraído por hidrodestilación dio un rendimiento de 0,18 por ciento p/v (Rondón, 2008).

Extracción supercrítica

La función del tiempo de extracción muestra el rendimiento del aceite esencial de *Porophyllum ruderale*. La extracción de AE mejoró con un mayor tiempo de extracción. El rendimiento final fue de 0,82 a 1,35 % (g AE por 100 g de muestra seca). El resultado final del aceite esencial de *Porophyllum ruderale*. Tanto la presión como la temperatura mejoraron el rendimiento del aceite esencial (Conde et al., 2017).

Análisis por espectros de masas

Veintitrés componentes fueron identificados por comparación de sus espectros de masas con los espectros de masas de la base de datos Wiley GC-MS y los índices de retención calculados para cada compuesto. Los componentes principales de la mezcla son limoneno y β -felandreno (50,3 %), sabineno (20,2 %), 1-undeceno (4,7 %), 4-terpineol (3,8 %) y α -pineno (2,9 %) (Rondón, 2008).

Análisis cromatografía de gases (GC) y espectrometría de masa GC (GC-MS)

La hidrodestilación se usó para obtener el aceite esencial de las partes aéreas de dos subespecies cultivadas de *Porophyllum ruderale*: subsp. Macrocephalum (PRM) y subsp. Ruderale (PRR). Los resultados se analizaron utilizando cromatografía de gases (GC) y espectrometría de masa GC (GC-MS). Los componentes más comunes fueron los monoterpenos. El aceite PRM tenía el E-ocimeno (54,9 %), el limoneno (25,2 %) y el pineno (10,1 %) como los principales compuestos, mientras que el aceite PRR tenía el mirceno (6,3 %), el limoneno (83,5 %) y el 1-undeceno (5,4 %) como los principales compuestos. Estos hallazgos indican que las dos subespecies de *P. Ruderale* se pueden distinguir por el principal componente del aceite esencial (Ludmila, 2013).

El aceite esencial de las partes aéreas de *Porophyllum ruderale* (Jac.) Cassini se analizó mediante cromatografía de gases (HRGC) y cromatografía de gases con espectrometría de masas (HGRC-MS). Se descubrieron 26 componentes, lo que representa el 93 % de la composición total. La distribución enantiomérica del sabineno y el β -pineno. El 4-terpineol y el 1-terpineol. El sabineno (64 %) es el componente principal, con una pureza enantiomérica del 97 % para el sabineno (+) (Conde et al., 2017).

Componentes principales del aceite esencial de la raíz de *porophyllum ruderale*

Los componentes principales que se encuentran en el aceite de la raíz son davanone-2-ol (22,7%) e isocomene (16,7%) (Barbosa et al., 2002).

2.3.8.6 Características de los aceites esenciales

Características físicas

- Los aceites esenciales son volátiles y son líquidos a temperatura ambiente.
- Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos.
- Su densidad es inferior a la del agua (la esencia de safrán o de clavo constituyen excepciones).
- Casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado.

- Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, como éter o cloroformo, y alcohol de alta gradación.
- Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son arrastrables por el vapor de agua (Bandoni, 2003).

Características químicas

Los componentes de los aceites se clasifican en terpenoides y no terpenoides.

- No terpenoides. En este grupo tenemos sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus aplicaciones (Bandoni, 2003).
- Terpenoides. Son los más importantes en cuanto a propiedades y comercialmente. Los terpenos derivan de unidades de isopreno (C5) unidas en cadena. Los terpenos son una clase de sustancia química que se halla en los aceites esenciales, resinas y otras sustancias aromáticas de muchas plantas, como los pinos y muchos cítricos.

Según los grupos funcionales que tengan pueden ser:

- Alcoholes (mentol, bisabolol) y fenoles (timol, carvacrol)
- Aldehídos (geranial, citral) y cetonas (alcanfor, thuyona)
- Ésteres (acetato de bornilo, acetato de linalilo, salicilato de metilo, compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina).
- Éteres (1,8 - cineol) y peróxidos (ascaridol) Hidrocarburos (limoneno, α y β pineno) (Fundación Alfonso Martín Escudero, 1999).

2.3.8.7 Usos de los aceites esenciales

Las principales industrias que más usan plantas aromáticas o aceites esenciales son:

Industria cosmética

Perfumes. La relevancia comercial de los cosméticos es significativa, ya que muchos se posicionan en el mercado principalmente debido a la fragancia que contienen. El mercado de fragancias, que incluye perfumes, aguas de tocador, colonias, extractos, entre otros, merece ser destacado. El sector de los dentífricos es destacado debido al gran uso de productos derivados de la menta (Bandoni, 2003).

Industria farmacéutica

Los usos farmacológicos de las esencias son amplios, debido a las características de esta industria.

Solo es importante mencionar la amplia utilización de productos como el eugenol como analgésico tópico, el eucalipto y el timol como antisépticos, el mentol como

antipruriginoso y el alfa-bisabolol como antiinflamatorio local en la atención médica. Es importante tener en cuenta el uso de productos aromáticos en la práctica veterinaria, como piojicidas (limoneno y mentas), repelentes de insectos (citronela), extractos para diversas afecciones de animales de cría (romero, tomillo, menta), entre otros (Bandoni, 2003).

Industria licorera

La mayoría de esta especialidad se alimenta principalmente de plantas aromáticas. El papel de esta industria es crucial, ya sean esencias o extractos. En varios países, existe una industria licorera que se enfoca en cultivar variedades autóctonas, utilizando la cultura popular sobre las plantas aromáticas para producir formulaciones como amargos, aperitivos o licores regionales (Bandoni, 2003).

Industria alimenticia

Los aceites esenciales se utilizan como condimentos para mantener la carne y otras comidas preparadas, embutidos, helados, encurtidos, etc. Los aceites esenciales del cilantro, la menta, la albahaca, el romero y la naranja son los más utilizados para este propósito (Arraiza, 2012).

Los aceites esenciales son utilizados como saborizantes en la industria de las bebidas, ya sea en gaseosas o en licores; el aceite de limón, de frutas cítricas y naranjo son los más usados para la preparación de gaseosas (Martínez, 2003).

Al ser sustancias líquidas volátiles, los aceites esenciales se pueden extraer mediante arrastre de vapor de agua. Este es el método de extracción más popular. Los aceites esenciales juegan un papel importante en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes) porque contienen las sustancias que producen el aroma de las plantas. También son utilizados en la industria de alimentos (condimentos y saborizantes) (Martínez, 2003).

El aceite esencial se usa con frecuencia como materia prima, ingrediente o aditivo; es decir, se utiliza para fabricar otros productos en una variedad de mercados o industrias, como alimentos, farmacéuticos, cosméticos y aplicaciones industriales. Se calcula que la industria de saborizantes utiliza el 60 % de los recursos, mientras que la industria de fragancias utiliza el 40 % restante, representada por perfumes, aromaterapia y empresas de cuidado de la piel y el cabello (Hidalgo y Romero, 2016).

Además, existen artículos de investigación donde se les describe como agente conservante. A una concentración de 0,1 % y 0,5 % el aceite esencial de clavo restringe

el crecimiento de la bacteria *Listeria monocytogenes* en la carne y el queso (Menon y Garg, 2001).

2.3.8.8 Aplicación de los aceites esenciales como aromatizantes o saborizantes naturales en sistemas alimentarios

Los aceites esenciales son sustancias que se utilizan para alterar o mejorar el sabor o el aroma de un producto alimenticio. Sin embargo, no son exclusivamente dulces, ácidos o saladas (FAO, 2008).

Los aceites esenciales al igual que sus componentes individuales, poseen perfiles aromáticos especiales por lo que se consideran ideales para impartir sabores y aromas deseables en los alimentos (Kalantary, 2014).

Aunque los aceites esenciales se utilizan para mejorar las características organolépticas de los alimentos, La adición directa de cualquier tipo de aceite esencial a las matrices alimentarias en cantidades inferiores al 1 % parece mejorar la aceptabilidad general del consumidor (Mariod, 2016). Sin embargo, a medida que aumenta la concentración, el alimento adquiere un sabor y olor intenso, característico de los aceites (Falleh et al., 2020; Hernández et al., 2021).

Esto también se evidenció cuando se emplearon agentes enmascaradores de sabor (Brnawi et al. 2018). Por lo que se debe tener en cuenta la selección cuidadosa del tipo de aceite aromático según el producto alimenticio para su adición (Ribeiro et al., 2017).

Se presenta un resumen de algunos estudios que examinan el uso de estos compuestos como potenciadores de sabor y aroma para su incorporación en una variedad de productos alimenticios. Los modelos de sistemas alimentarios más utilizados son los productos lácteos y cárnicos, seguidos por bebidas, productos de confitería, aceites, pescado y productos de panadería, se señala en la Tabla 8.

Tabla 8

Matrices alimentarias para la aplicación de aceites esenciales como aromatizantes o saborizantes

Matriz	N° artículos	Porcentaje (%)
Productos lácteos	8	22
Cárnicos	8	22
Bebidas	6	16
Confitería	4	11
Aceites	4	11
Pescado	3	8
Productos de panadería	2	5
Otros	2	5
TOTAL	37	100

Nota. Fuente: Ben et al. (2017).

El interés por los productos lácteos, cárnicos y pescado, se debe porque son alimentos importantes en nuestra dieta cotidiana ya que proveen nutrientes indispensables para la salud (Ben et al., 2017). Además, hay un incremento de su demanda durante las últimas décadas y en conjunto es mejorar la calidad y aceptabilidad por parte de los consumidores (Jayasena y Jo, 2013). Para productos tradicionales como bebidas, confitería y pan, se está evaluando el uso de nuevos sabores y matrices alimentarias para conocer su impacto (Mariod, 2016).

Según Umaña y Villazon (2020) detallan el uso de tres formulaciones la primera a 0,025, la segunda a 0.015 y la tercera a 0,005 g/100 mL de aceite esencia que se añadieron en la obtención de bebida para saber cuál de los tratamientos tenía mejor sabor y conocer cuál concentración pasaba el análisis microbiológico y sensorial, donde concluyen que acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de la bebida, con la concentración de 0,025 % presenta una mayor aceptación que avalan este trabajo.

Los niveles de aplicación de los saborizantes son muy variables, van del orden de partes por millón; las dosis más comunes van desde 0,05 % y 0,1 % del peso total del alimento, aunque hay casos que varía desde 0,01 % hasta el 2,0 % pero esto se debe entre otras cosas a la concentración del sabor ya que podemos encontrarlos en “base” o diluidos con algún disolvente como alcohol, triacetina, propilenglicol, aceite vegetal o agua. Para lograr una buena dilución se debe conocer la solubilidad de los ingredientes que están presentes en el sabor esto evitará que ocurra una separación de los componentes, claro está que el uso del disolvente va a depender del tipo de producto que se quiera saborizar (Fisher y Scott, 1997).

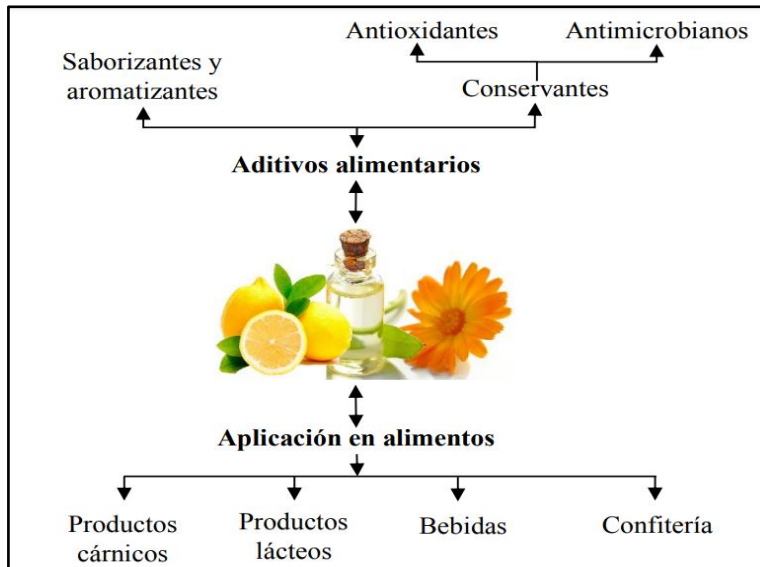
2.3.8.9 Uso de Aceites esenciales como aditivos alimentarios

Se conocen alrededor de tres mil tipos diferentes de aceites esenciales de diferentes especias y hierbas, pero solo 300 están disponibles para uso comercial para propósitos variados, principalmente como agentes aromatizantes. Por lo general, se encuentran en productos tradicionales como refrescos, bebidas alcohólicas y aperitivos para aromatizar o enmascarar sabores amargos (Ríos, 2016).

En confitería se emplean para aromatizar o saborizar caramelos, chicles y chocolates. También se utilizan para condimentar y conservar otros productos como helados, quesos, embutidos, carnes preparadas y ahumadas (Astudillo, 2014).

Figura 6

Visión general del uso de estos compuestos aromáticos (AE) en la industria de los alimentos



Nota. Fuente: Ríos (2016).

2.3.9 Intensificadores de sabor

2.3.9.1 Saborizantes

Los saborizantes son sustancias que, a las concentraciones que se utilizan normalmente en los alimentos no aportan un sabor propio, sino que potencian a otros componentes presentes en los alimentos. También influyen en la sensación de “cuerpo” en el paladar y en la sensación de viscosidad, aumentando ambas. Esto es especialmente importante en el caso de sopas y salsas. También se emplearía en muchos alimentos procesados para que sean más atractivos al consumidor.

Un sabor es una sustancia química que puede ser un solo producto químico o una mezcla de productos químicos ya sean naturales o sintéticos, cuyo propósito principal es proporcionar todo o parte de un sabor, no destinado a ser consumido como tal (Mondragón y Ibarra, 1994).

La importancia del uso de sabores en la industria alimentaria es debido a que esta mejora las propiedades sensoriales de los productos:

- a) El sabor hace al producto.
- b) El sabor identifica el producto.
- c) El sabor compensa una pérdida.

d) El sabor transforma productos alimenticios de gran valor nutritivo, pero insípidos, en productos agradables para su consumo (Mondragón y Ibarra, 1994).

Desde el punto de vista de un aditivo, un saborizante es un producto que contiene una o más materias primas, como aceites esenciales, oleorresinas u otros extractos de origen natural y/o químicos aromáticos sintetizados industrialmente, que se agregan de forma intencional a los alimentos. Para conferirles características sensoriales que los hacen más atractivos y más aceptados por los consumidores (Givaudan, 1988).

La industria alimentaria es un sector que requiere más aceites esenciales, sobre todo al tener en cuenta la orientación del consumidor hacia alimentos, como los aromatizantes y saborizantes de origen natural (Olaya, 2003).

Se entiende por saboreador o aromatizante, a la sustancia de origen natural, las idénticas a las naturales (sintéticas artificiales), con o sin diluyentes inocuos, agregados o no, de otros aditivos que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o aroma de alimentos y bebidas (Hernández, 2007).

2.3.9.2 Clasificación de saborizantes

Naturales: Se obtiene únicamente mediante métodos físicos como extracción, destilación y concentración de fuentes naturales de uso alimenticio (plantas, hojas, raíces, condimentos, semillas, cáscaras, cortezas, etc.). De esta manera se obtienen oleorresinas, bálsamos, extractos y aceites esenciales que se utilizan para saborizar diversos productos alimenticios (Estrada, 2006).

Sintéticos idénticos a los naturales: Son sustancias químicamente definidas que se producen mediante síntesis y aislamiento por procesos químicos a partir de materias primas animales o vegetales. Estas sustancias tienen estructuras químicas similares a las de las sustancias presentes en materias primas naturales procesadas o no (Estrada, 2006).

Artificiales: Son compuestos químicos producidos por síntesis, que aún no se han encontrado en productos animales o vegetales, se utilizan según las regulaciones por sus propiedades aromáticas en su estado original o preparados para el consumo humano (Estrada, 2006).

2.3.9.3 Usos aplicación de los saborizantes

Los ingredientes alimentarios con propiedades aromatizantes, son insumos que se agregan a los alimentos con el propósito principal de reforzar y estandarizar un sabor

ya presente, dar sabor al alimento y enmascarar sabores indeseables (modificación del sabor), como cubrir el sabor de ciertos aditivos (antioxidantes o conservadores) (Givaudan y Lara, 1985).

2.3.10 Sopas / caldos

ICONTEC (1998) en el área de Industrias alimentarias, describe referente a sopas y cremas, como:

Sopas

Productos elaborados a partir de cereales y sus derivados, leguminosas, verduras, pastas, carnes en su totalidad, incluyendo las de aves, pescados y mariscos, leche y sus derivados, y/o ingredientes característicos de su nombre (vegetales, especias, condimentos), con la adición o no de condimentos y/o sustancias saborizantes, grasas comestibles, cloruro de sodio, especias y sus extractos naturales (AE) u otros productos alimenticios que aumentan su sabor y aditivos autorizados, o por la reconstitución y cocción de una mezcla equivalente de ingredientes, conforme con las instrucciones de uso.

Caldo de Pescado

Es un líquido que resulta de hervir pescado utilizando la cabeza, su hueso y restos, algunas cebollas, ajo y especias, finalmente se agrega un poco de limones. Se necesita aprox. 20 minutos. Su cocción en largos periodos de tiempo le da sabores amargos. Perfecto como sopas y salsas de pescados y/o mariscos (Paucar, 2020).

2.3.11 Pruebas organolépticas semientrenados

Los consumidores tienen la última palabra al seleccionar un alimento, por lo que es crucial comprender la calidad de un alimento en función de sus preferencias. La calidad de un alimento puede definirse como " el conjunto de atributos o características de un producto que tienen importancia, que establecen el nivel de aceptabilidad del producto por el consumidor", siendo de primordial importancia la " calidad sensorial " de un producto alimenticio (Cardello, 1997; Meilgaard et al., 2010).

El término "organoléptico" se refiere al impacto que causa en un órgano o sentido en particular, como el tacto, el olfato, el gusto, la vista y el oído. Los alimentos actúan como estímulos químicos y físicos para los músculos, la piel, los oídos, los ojos, la nariz y la boca. Los impulsos se inician por los receptores y llegan al cerebro, donde ocurre la percepción o estimulación de las impresiones sensoriales, lo que determina si un alimento se acepta o se rechaza (Anzaldúa y Morales, 1994).

En la actualidad, la evaluación sensorial de los alimentos es una de las herramientas más importantes que mejora las actividades de la industria alimentaria (Ureña, 1999).

Características del análisis sensorial distribuidos según su importancia:

- La apariencia se compone de los siguientes elementos: color, tamaño, forma, conformación y uniformidad.
- El olor proviene de los numerosos compuestos volátiles que lo componen.
- Los tipos de gusto son dulce, amargo, salado y ácido.
- Textura: granulosis, viscosidad y dureza (Pedrero, 1989).

El sabor y el sentido del gusto

El sabor de un alimento, una sensación compleja producida por la estimulación de los órganos de los diversos sentidos de la boca, como el gusto, el olfato y las sensaciones químicas (Hough y Fiszman, 2005).

Mediante el sentido del gusto se percibe el sabor, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en un alimento. El gusto nos permite identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos y que percibimos como sabores (Espinosa, 2007).

El olor y el sentido del olfato

El olor de los alimentos es percibido por el olfato, originado por las sustancias volátiles que desprenden los alimentos (Espinosa, 2007).

Cuando los componentes volátiles de un producto entran en la cavidad nasal, el sistema olfatorio puede percibir su olor. El término "aroma" se refiere al olor de un producto alimenticio y el término "fragancia" referido al olor de un perfume o cosmético. La temperatura y la naturaleza de los componentes de un producto determinan la cantidad de sustancias volátiles que libera (Hough y Fiszman, 2005).

El color y el sentido de la vista

La importancia del color en la percepción sensorial se debe principalmente a las asociaciones que los consumidores hacen entre los colores y otras características de los alimentos; por ejemplo, el color de la fresa se asocia con la fresa, el verde con la menta, etc., todas estas asociaciones tienen su origen en el ojo humano. La primera característica que detecta un consumidos de un producto es el color, que indica las reacciones químicas que ocurrieron a lo largo de la vida útil del alimento, que comienza desde su fabricación hasta su consumo (Espinosa, 2007).

Según su función, la evaluación sensorial se compone de dos procesos distintos: el análisis sensorial y el análisis estadístico. El primero recolecta las apreciaciones de los jueces en forma de datos, y el segundo transforma y valora brindando la objetividad requerida (Ureña, 1999).

La selección y el entrenamiento de los participantes en la evaluación sensorial afectan el éxito y la validez de las pruebas. Inicialmente se debe determinar la cantidad de jueces a participar, seleccionarlos, brindarles lecciones de cómo deben realizar sus evaluaciones con un entrenamiento adecuado (Anzaldúa y Morales, 1994; Lawless y Heymann, 2010).

2.3.12 Prueba hedónica

La prueba hedónica indica la aceptabilidad de un producto o alimento específico. Esta prueba hedónica no solo nos ayuda a crear diferentes productos, sino también a establecer su magnitud o sentido. Que permite mantener o cambiar las diversas características del producto. Las pruebas hedónicas pueden ser aceptables y de preferencia (Sanchez, 2012).

2.3.12.1 Uso de la prueba hedónica

Las pruebas hedónicas se utilizan de diferentes maneras dependiendo del tipo de prueba que realicemos. Divididos en ensayos de preferencia o aceptabilidad.

a) Ensayo de preferencia:

- Facilita la identificación de productos distintos.
- Ayuda a elegir entre la elaboración de varios productos con diferentes formulaciones.
- Se utilizan para evaluar los factores psicológicos que afectan el sabor de los alimentos (Ramírez, 2012).

b) Ensayo de aceptabilidad:

- Atribuye a diferenciar entre las características de un producto en un umbral determinado de aceptabilidad para varios atributos, como firmeza, sabor y color etc.
- Los ensayos de aceptabilidad pueden realizarse incluso en situaciones ambientales adversas, es decir, en el hogar o en ambientes no especializados (Manrique, 2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Lugar de ejecución

Se realizó el cultivo, obtención de materia prima y evaluaciones en el Invernadero semiautomático (CER -UNSCH, CREDIL), biohuerto (ciudad de Huamanga) y área de crecimiento natural de la ruda de río, lugar valle de Tapinza del distrito de Belén, provincia de Sucre - Ayacucho.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de Ayacucho. En los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias (laboratorio de análisis de alimentos y tecnología de alimentos), Ingeniería Química (laboratorio de transferencia de masa y calor) y Biología (laboratorio de bromatología – nutrición y laboratorio herbarium huamangensis) y laboratorio de investigación de la facultad de ingeniería química y metalurgia.

3.2 Diseño de la investigación metodológico

3.2.1 Tipo y nivel de investigación

El presente estudio contempla los aspectos de diseño de investigación metodológico.

3.2.1.1 Tipo

De acuerdo al fin que se persigue:

Aplicada: Busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática. Contempla la búsqueda de interrogantes, por lo que requiere un estudio completo de la materia de investigación y evaluaciones de componentes principales de la investigación. Asimismo, plantea ámbito de aplicación en busca de solución de problemas. Busca la solución de problemas y mejorar la base de información de la materia de investigación.

De acuerdo a los datos analizados: Estudio de enfoque cuantitativo - cualitativo.

3.2.1.2 Nivel de investigación

Explicativo: Evalúa el comportamiento de una variable en función de otra (s); aquí se plantea una relación de causa y efecto entre fenómenos puntuales nuevos o que no se han abordado en profundidad, y tiene que cumplir otros criterios de causalidad; requiere de control tanto de metodológico y estadísticos. Es un tipo de investigación cuantitativa.

3.2.2 Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es experimental: Durante el proceso de producción (extracción de AE), se manejan variables en condiciones controladas, las cuales se someten al análisis de los resultados.

Según la temporalidad: Longitudinal, porque la investigación no estuvo sujeto a una fecha determinada.

3.2.3 Población y muestra

Probabilístico - Aleatorio simple: De acuerdo a la naturaleza de la investigación:

3.2.3.1 Población

La población ha sido conformada con plántulas de *Porophyllum ruderale* que a continuación se detalla:

- Ruda de río (procedente de hábitat nativo, invernadero y biohuerto) 55,5 kg
- Aceite esencial de ruda de río (80 mL)

3.2.3.2 Muestra

- Hojas de ruda de río (800 g para las evaluaciones química y otros), (6000, 18000 y 30000 g para extracción de aceite esencial)
- Aceite esencial (volumen de 50 mL)

3.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.2.4.1 Técnicas

Las técnicas de recolección se realizaron mediante el análisis documental y la observación con las cuales se determinó las características, evaluación, análisis de objeto de estudio.

3.2.4.2 Instrumentos

El instrumento que se utilizó fue la ficha de evaluación ya que es un instrumento de recojo de datos, rigurosamente estandarizado que describimos a continuación:

Análisis documental

- a) Ficha de recolección de datos

- b) Ficha de campo
- c) Fichas de pruebas estandarizadas

Observación: Cámara fotográfica

Formatos

- Fichas de registro de datos
- Formatos de pruebas organolépticas (panelistas Semi - entrenados)

3.2.4.3 Fuentes de recolección de datos

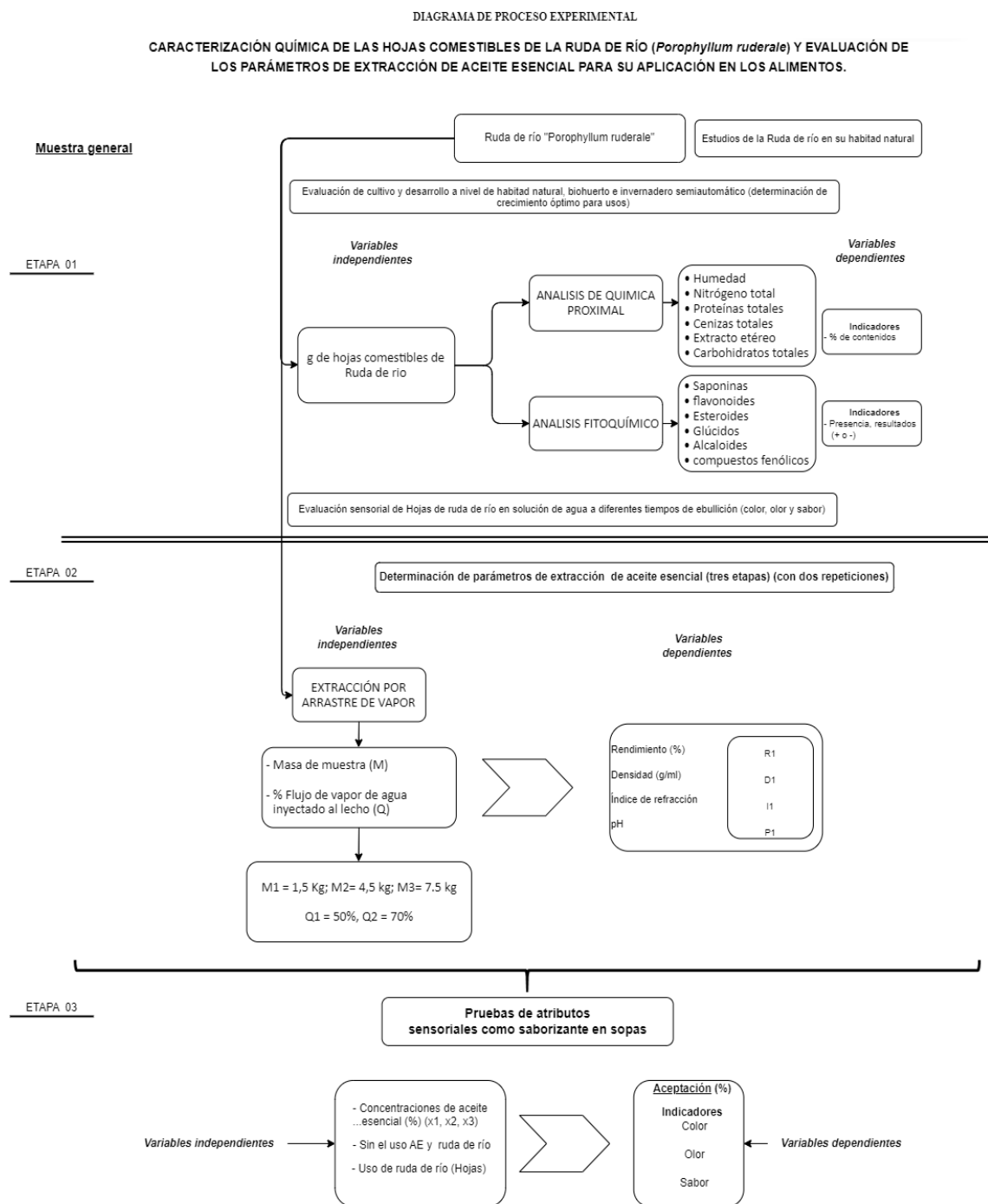
El presente trabajo utilizó como fuentes de recolección de datos las metodologías experimentales de estudio, Identificación, análisis y evaluaciones de muestras (herbáceas) y componentes, como describimos a continuación:

- Estudios de la especie herbácea en su ambiente de crecimiento natural: Identificación de especie, área de crecimiento, ciclo de vida nativa y consumo tradicional. Evaluación y extracción de semillas.
- Estudios físicos (Caracterización vegetativa), a nivel de cultivo en hábitat natural (Valle de Tapinza), invernadero semiautomático y biohuerto; y determinación de desarrollo óptimo para usos (consumo y otras aplicaciones).
- Análisis y evaluación de pruebas organolépticas de determinación de color, olor y sabor de hojas de ruda de río.
- Análisis y evaluación Química proximal.
- Análisis y evaluación fitoquímicos.
- Evaluación y determinación de parámetros de extracción de aceite esencial, con materia prima procedente de biohuerto, invernadero semiautomático, y muestras de crecimiento nativo (origen).
- Análisis y evaluación de pruebas organolépticas en sopas.
- Recomendaciones para nuevos estudios y/o evaluaciones a nivel de consumo y aplicación en la industria de los alimentos.

3.2.6 Metodología experimental

- a) Extracción y evaluación de material biológico nativo
- b) Cultivo y evaluación del material biológico
- c) Caracterización del material biológico
- d) Química proximal (bromatológico) y fitoquímico
- e) Estudio y extracción de aceite esencial
- f) Pruebas organolépticas seminternados

Figura 7
Diagrama de proceso experimental de la investigación



3.3 Materiales y métodos

3.3.1 Materias primas

- Semillas de la especie nativa ruda de río (*Porophyllum ruderale*), provenientes de área geográfica de crecimiento natural (valle de Tapinza del distrito de Belén - provincia de Sucre - departamento de Ayacucho)

- Hojas y tallos de ruda de río provenientes de área geográfica de crecimiento natural y cultivada (valle de Tapinza del distrito de Belén - provincia de Sucre - departamento de Ayacucho), así como el cultivo en invernadero semiautomático (UNSCH) y biohuerto en el medio geográfico de la ciudad de Huamanga con fines de investigación.

3.3.2 Materiales y equipos

a) Materiales y equipos en la extracción y evaluación de material biológico de origen nativo y Cultivo de la ruda de río; evaluación del material biológico

- | | |
|--|--|
| - Papel aluminio | - Libreta de campo |
| - Papel bong | - Regla |
| - Bolsas de polietileno de baja densidad de diferentes dimensiones | - Pala pequeña |
| - Bolsas de plástico | - Picota |
| - Altímetro | - Libreta de evaluación (folder más registros) |
| - Gps | - USB |
| - Mochila | - Computadora (laptop) |
| - Cámara fotográfica | - Estacas |
| - Paleta, o transportadora portátil | - Rastrillo |
| - Tijera cortadora de plantas (podadoras o cizalla) | - Manómetro analógico |
| - Cinta métrica | - Termómetro analógico |
| | - Hidrómetros |

Y todos los equipos y herramientas que contiene el invernadero semiautomático.

Reactivos:

- Alcohol
- Agua destilada
- Agua

b) Materiales y equipos de análisis y estudio en la caracterización de material biológico

- | | |
|--------------------------------|--|
| - Láminas de vidrio 20 * 30 cm | - Placas de vidrio grande |
| - Espátulas | - Balanza |
| - Cuchillos pequeños | - Lunas de reloj o placas Petri pequeñas |
| - Lupa | - Estufa graduada |
| - Pinza metálica | |

- Algodón
- Vernier
- Regla
- Vasos precipitados 150, 200 mL
- PHmetro (Medidor de pH).
- Hojas de papel.
- Bolsas oscuras.

Reactivos:

- Alcohol
- Agua destilada
- Agua

c) Materiales y equipos en los Análisis proximal y fitoquímico

- Placas Petri
- Luna de reloj o capsulas de porcelana.
- Pinzas
- Balanza analítica
- Estufa eléctrica a 60 – 100 °C
- Desecador
- Termómetro
- Papel de aluminio
- Mufla y/o horno eléctrico
- Cisoles de porcelana
- Cocina eléctrica
- Pinzas metalizas y/o de madera
- Cisoles de filtración, Pirex
- Beakers de 100, 400, 500 y 600 mL.
- Fiolas de 25, 50 y 100 mL.
- Papel aluminio
- Papel filtro.
- Papel de filtro Whatman
- Tubos de ensayo de diferentes graduaciones.
- Canastilla de acero inoxidable
- Pinzas para cisoles
- Placas de metal
- Balones de digestión Kjeldhal
- Material de vidrio: Bureta, Erlenmeyer, pipeta, probeta, Kitassato, etc.
- Sistema de digestión
- Sistema de ebullición
- Tubos de extracción de grasa (Mojonnier)
- Crisol de porcelana
- Embudo Büchner
- Micro bureta de 5 mL
- Pipetas de 1,5 y 10 mL
- Contador de colonias
- Matraces volumétricos de 500 mL
- Embudo de vidrio
- Buretas
- Extractor Soxhlet
- Pera de decantación
- Envases transparentes de polietileno
- Vasos precipitados, 50, 100, 150, 200 mL

Reactivos:

- Ácido clorhídrico
- Peróxido de hidrogeno.
- Reactivo de Dragendorff.
- Cloruro de sodio en polvo
- Solución reactiva de Mayer
- Reactivo de Wagner
- Solución cloruro férrico
- Ácido sulfúrico valorado (H_2SO_4 0,025N)
- Solución de H_2SO_4 1,25 %
- Éter etílico anhidro
- Alcohol amílico (antiespumante)
- Solución de NaOH 1,25 %
- (H_3BO_3 al 2 %),
- Alcohol isopropílico.
- Agua destilada

d) Materiales y equipos en el estudio y extracción de aceite esencial

- Pera de bromo, 1000 mL
- Pinzas, 3 unidades
- Soporte universal, 2 unidades
- Pipeta volumétrica de 10 mL, 1 unidad
- Espátula, 1 unidad
- Embudo, 1 unidad
- Probetas de (5, 25, 50, 100, 250 y 500) mL
- Bolsas de plástico de 900 mm * 500 mm, 3 unidades
- Botellas color ámbar de 750 mL, 5 unidades
- Tubos de ensayos con tapón

Equipos:

- Mecanismo modular de extracción de aceites esenciales
- Generador de vapor
- Compresora
- Balanza electrónica de 0,1 mg de exactitud
- Balanza electrónica de 0,1 g de exactitud
- Cronómetro, 1 unidad
- Agitador Ro-tap

Reactivos:

- Alcohol
- Agua destilada
- Agua

e) Materiales y equipos Pruebas organolépticas semi- entrenados

- Cámara fotográfica
- Cuadernillos de apunte
- Lapiceros
- fichas de pruebas diseñadas
- Goteros
- Micro goteros
- Vasos precipitados, 200, 500 mL
- Recipientes de aluminio.
- Recipientes de polietileno de 5, 10, 15 litros.
- Cocina industrial
- Copas para pruebas organolépticas de 5 mL

Utensilios:

- Cuchillo de acero inoxidable.
- Recipientes para cocción y ebullición (cacerola) de 2, 4, 5 litros
- Colador
- Recipientes para lavado de 2 y 4 litros
- Cuchareta
- Cucharas

Materias primas e insumos

- Hojas y tallos de ruda de río
- Aceite esencial de ruda de río
- Sal de cocina
- Pescado lisa (*Mugil cephalus*)
- Agua

3.4 Métodos experimentales de la investigación

3.4.1 Materia prima

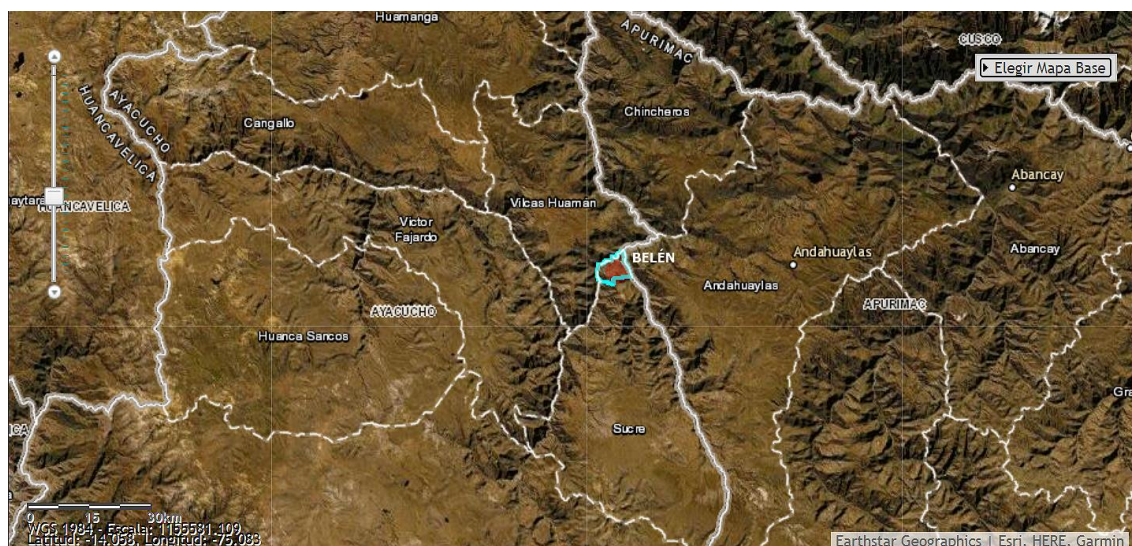
Para el desarrollo y ejecución del trabajo de investigación de evaluación de los componentes físicos, químicos y determinación de parámetros de extracción de aceite esencial de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y su aplicación como saborizante de alimentos, se recolectó la especie herbácea en temporada de lluvias en los meses de marzo y abril en el lugar de crecimiento natural, valle de Tapinza del distrito de Belén - provincia de Sucre - departamento de Ayacucho.

Identificación área de crecimiento y recolección de materia prima en su entorno natural: Se realizó un mapeo locacional, ya que el crecimiento y presencia de la especie herbácea ruda de río, se ha reducido influenciado por las condiciones ambientales, actividad humana, consumo de animales, etc.

Se realizó la visita a las diferentes áreas de crecimiento identificando al área de mayor crecimiento y presencia en comparación a otras áreas, superando significativamente, y de acuerdo a las condiciones que presenta, se identificó al espacio geográfico denominado Valle de Tapinza del distrito de Belén - provincia de Sucre - departamento de Ayacucho, identificado entre la frontera de las regiones de Ayacucho y Apurímac.

Figura 8

Localización del distrito de Belén, provincia de Sucre, Ayacucho



Nota. Fuente: (<http://ofi5.mef.gob.pe/geoinvierte/Inicio.html>), 2023.

3.4.2 Localización

La extracción de la materia prima para los diferentes análisis y procesamiento, así como la adquisición de la semilla de ruda de río (*Porophyllum ruderale*) fueron provenientes de área geográfica de crecimiento natural (Valle de Tapinza del distrito de Belén - provincia de sucre - departamento de Ayacucho).

Se realizaron la disposición de la materia prima en 03 etapas, y temporadas:

- Etapa 01: Muestra de naturaleza de origen de ruda de río.
- Etapa 02: Muestra cultivada en biohuerto en el medio ambiente de Huamanga.
- Etapa 03: Muestra cultivada en invernadero semi automático, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

- Análisis de caracterización química (proximal y fitoquímico): Laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería Industrias Alimentarias y Biología; de la UNSCH.
- Extracción de aceite esencial, laboratorios de transferencia de masa de la facultad de Ingeniería Química de la UNSCH.
- Evaluación sensorial: Laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería Industrias Alimentarias; Facultad de Ingeniería Química de la UNSCH.

3.4.3 Identificación de muestra

Al principio, se eligieron las familias y géneros de la subclase Asteridae (Cronquist, 1981), seleccionando las especies más comunes y de mayor cantidad poblacional reportadas para Colombia.

La muestra finalmente con nombre común ruda de río, ha sido estudiada y determinada según el sistema de clasificación de Cronquist. A 1988, en los laboratorios de botánica “Herbarium Huamangensis” de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.4.4 Estudio y análisis de materia prima

3.4.4.1 Estudios análisis físicos

El análisis Físico realizado mediante el método por observación directa, siguiendo las metodologías de producción vegetal FAO (2015), y cultivo de hierbas aromáticas y medicinales INIA (2001), asimismo los diferentes procedimientos que determinan los estudios y análisis físicos.

Identificaciones

La identificación es el procedimiento que determina los diferentes estudios y evaluaciones físicas que se realiza a la especie herbácea ruda de río (*Porophyllum ruderale*), a continuación, mostramos:

- a) Estudio y evaluación de crecimientos de ruda de río en su hábitat natural.
- b) Estudio y evaluación de cultivo y crecimiento en el medio natural (Valle de Tapinza), biohuerto (medio y condiciones de la ciudad de huamanga) e invernadero semiautomático (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga).

3.4.5 Estudios de cultivo y crecimiento

3.4.5.1 Crecimiento natural

Se realiza los diferentes estudios de las características de la especie herbácea en el lugar de crecimiento natural.

Estudio y evaluación de crecimientos de ruda de río en su hábitat natural y cultivo

Se estudia y evalúa:

Características de evolución de la planta: Describe los cambios, evolución y desarrollo de la planta determinando los indicadores de:

- Altura
- Número de hojas
- Coloración
- Olor

Características de desarrollo de hojas: Describe los cambios evolución y desarrollo de las hojas determinando las dimensiones de:

- Ancho de la hoja
- Largo de la hoja

Características de evolución y producción: Describe el tiempo durante los cambios, evolución y desarrollo de la planta estableciendo:

- Tiempo de floración
- Tiempo de producción de semilla
- Tiempo óptimo de producción de hojas para consumo y usos.

3.4.5.2 Cultivo en biohuerto

Estudio, evaluación de cultivo y crecimiento en biohuerto (medio y condiciones de la ciudad de Huamanga).

Cultivo: Describe las condiciones de cultivo, cambios, evolución y desarrollo de la planta, que se considera los siguientes indicadores:

- Preparación de tierra
- Cultivo
- Germinación
- Brote de hoja

Características de evolución de la planta: Describe los cambios, evolución y desarrollo de la planta determinando los indicadores de:

- Altura
- Número de hojas
- Color
- olor

Características de desarrollo de hojas: Describe los cambios evolución y desarrollo de las hojas determinando las dimensiones de:

- Ancho de la hoja
- Largo de la hoja

Características de evolución y producción.

Describe el tiempo durante los cambios, evolución y desarrollo de la planta estableciendo:

- Tiempo de floración
- Tiempo de producción de semilla
- Tiempo óptimo de producción de hojas para consumo y usos.

3.4.5.3 Cultivo en Invernadero

Estudio y evaluación de cultivo y crecimiento en invernadero semiautomático

Se realiza similar al estudio, evaluación de cultivo y crecimiento en biohuerto (medio y condiciones de la ciudad de Huamanga). Adicionalmente se considera los componentes que determinaran y establecen las atmosferas controladas de un invernadero.

- Temperatura
- Porcentaje de humedad
- Presión
- Riego
- Control de condiciones externas

Mediante el proyecto de intercambio tecnológico entre el equipo de Investigación en Energía Solar - UNSCH, la Red Ecológica Interinstitucional Hatun Sacha y el Comité (CREDIL) de Québec Canadá, “la energía que alimenta la tierra”, se realizó estudio del cultivo, crecimiento considerando los parámetros de temperatura, presión, porcentaje de humedad. La finalidad de las evaluaciones es determinar el punto óptimo de aprovechamiento de la especie herbácea ruda de río, principalmente se consideró como materia de estudio las hojas, a su vez el tallo.

3.4.6 Estudios de análisis químicos

3.4.6.1 Toma de muestras

Para la toma de muestra se aplicó el método estadístico al azar recomendado por (Lees, 1982).

Se realizó la obtención de la muestra (hojas) de ruda de río de origen crecimiento natural, localizado en el valle de Tapinza del distrito de Belén - provincia de Sucre - departamento de Ayacucho, para sus diferentes análisis.

3.4.6.2 Análisis Proximal

Material vegetal: Hojas de ruda de río de procedencia de biohuerto, invernadero y natural.

Con un enfoque nutricional y fisiológico, se realiza la determinación de la composición química proximal de muestra hojas de ruda de río.

En el análisis proximal determinamos la composición en término nutricionales de la ruda de río.

Se realizó la determinación mediante el análisis de los compuestos siguientes: contenido de humedad, cenizas, nitrógeno, extracto etéreo, fibra bruta, cálculo de carbohidratos, valor calórico y valor nutritivo.

Tabla 9

Métodos de análisis químico proximal

Análisis	Método	Nombre del método
Determinación de humedad	AOAC (2016), 950.46	Secado por estufa
Determinación de ceniza	AOAC (2016), 942.05	Método por calcinación
Determinación de grasa	AOAC (2016), 2003.05	Método Soxhlet
Determinación de proteínas	AOAC (2016), 984.13	Método Kjeldahl
Determinación de fibra cruda	AOAC (2016), 962.09	Método Henneberg
Extracto libre de nitrógeno	Por diferencia	
Determinación de valor calórico y valor nutritivo	Formula	

Los ensayos de determinación química proximal se realizaron, siguiendo descrito empleado en la facultad de biología, definidos y establecidos por Mg. Etna León Palomino, 2017 (guía de prácticas de bromatología y Nutrición).

Se realiza los ensayos con la muestra hojas de ruda de río, las metodologías y los procedimientos se muestra en el anexo 01.

3.4.6.3 Análisis Fitoquímico

Material vegetal: hojas de ruda de río.

El análisis de identificación cualitativa fitoquímica se realizó, siguiendo la metodología propuesta por Miranda (Miranda, 1996; Miranda y Cuellar 2000).

Preparación del extracto acuoso

El material vegetal molido se macero con agua destilada, por espacio de veinte cuatro horas, con agitación permanente, luego se procedió a filtrar y concentrar hasta obtener un extracto seco.

Preparación del extracto alcohólico

El material vegetal se macero con alcohol etílico al 80 % durante veinte cuatro horas. El frasco se agito permanentemente. Luego se procedió a filtrar y concentrar, hasta obtener un extracto seco.

Se realizó la determinación de los siguientes:

- Determinación cualitativa de flavonoides
- Determinación de saponinas
- Determinación de esteroides
- Determinación de glúcidos
- Determinación de alcaloides
- Determinación de compuestos de taninos y fenólicos

Identificación fitoquímica del extracto

Las reacciones de identificación fitoquímica se realizaron, siguiendo la metodología propuesta por Miranda (Miranda, 1996; Miranda y Cuellar 2000). Cuyos resultados se encuentra mostrado en la tabla 35 al igual que los ensayos con el extracto acuoso y alcohólico, las metodologías y los procedimientos se muestra en el anexo 02.

Se realizó la Identificación fitoquímica del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Porophyllum ruderale* (Jac.) Cassini.

3.4.7 Determinación de características organolépticas de hojas de ruda de río

Material vegetal: Hojas de ruda de río.

Con un enfoque de determinación la cantidad apropiada de usos de hojas de ruda de río en diferentes tiempos de ebullición en solución de agua.

Color, olor y sabor: Se realizo siguiendo el procedimiento, donde, se tomó cantidad suficiente de muestra y se colocó en vasos de 1,5 litros, esta se llevó a ebullición en función del tiempo asignado. Una fracción del contenido se usó para su evaluación organoléptica.

Se realiza la selección de la muestra con las mejores características a nivel de color, olor y sabor, bajo la aceptación de panelistas semi - entrenados.

3.4.8 Parámetros de extracción de aceite esencial

3.4.8.1 Localización

La parte experimental de la investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Transferencia de Masa de la facultad de Ingeniería Química y Metalurgia perteneciente a la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, empleando el mecanismo modular piloto de extracción de aceite esencial por arrastre con vapor de agua.

Los procesos de extracción, fue realizado bajo la supervisión y apoyo de personal especialista y responsable del laboratorio.

3.4.8.2 Materia prima

La materia prima para la extracción de aceite esencial debe ser seleccionado y lavado. Se debe determinar el punto óptimo de crecimiento para su aprovechamiento de la materia prima para la extracción de aceite esencial. Realizando seguimientos, monitoreo de cultivo y crecimientos y búsquedas de información.

Descripción de la materia prima

Para el desarrollo experimental de obtención de aceite esencial de la muestra en estudio hojas y tallos de ruda de río "*Porophyllum Ruderale*" realizado por el método de arrastre con vapor de agua, se recolectó en kg de hojas que también contienen el tallo en estado fresco a partir de la planta con características de inicios de aparición de capullo para fluorescencia de tres procedencias. Las hojas adquiridas tienen una cantidad considerable de impurezas tales como partes de otras plantas, hojas secas, gránulos de tierra, piedras minúsculas y partes de otras plantas por lo cual es necesario realizar una selección de impurezas mencionadas.

Material vegetal: Hojas y tallos de especie herbácea ruda de río.

Cantidad de muestras:

Se determinaron 3 etapas de obtención y disposición de muestras, con dos repeticiones sometidos a porcentaje de flujo de vapor (50 % y 70 %).

Etapas 01: Con muestras de biohuerto.

Etapas 02: Con muestras de invernadero.

Etapas 03: Con muestras de origen natural.

3.4.8.3 Preparación preliminar de la materia prima

Selección de la materia prima: Se realizó la selección de la materia prima manualmente con la finalidad de eliminar materias extrañas como presencia de otras

especies herbáceas, impurezas como tierra y piedras minúsculas, similar a un proceso industrial.

Ya que se trata de hojas y tallos de ruda de río no se tendría problemas en la formación de enlodamientos por la presencia de polvos que generalmente sucede con muestras de menos tamaño como semillas etc.

Lavado de la materia prima: Es una necesidad y de importancia el lavado de las muestras que se tiene a fin de que las impurezas no constituyan un obstáculo en la transferencia de masa del aceite esencial de ruda de río hacia la corriente del vapor. Con la presencia de impurezas se reduciría la distribución uniforme del flujo de vapor en la extracción del aceite esencial.

Deshojado: Se realiza el deshojado para mejorar el contacto con el vapor de agua y la transferencia de masa del aceite esencial.

Extracción: A una altura específica de la cama se cargó la muestra obtenida al mecanismo modular de extracción. Luego, se cerró la entrada y salida de la cámara de extracción con las válvulas. Una vez que se alcanzó la presión manométrica necesaria para el ensayo, se abrió la válvula de entrada hacia la cámara de extracción, manteniendo cerrada la válvula de salida de la cámara. Bajo estas condiciones, se controló el tiempo de extracción para cada ensayo.

Separado: El volumen extraído de agua floral-aceite esencial fue transportado y añadida en un embudo de decantación para su separación por diferencia de densidades.

Envasado: El aceite extraído de cada tratamiento fue depositado en un frasco oscuro posteriormente se pesa en una balanza analítica y se lleva para su almacenamiento.

3.4.8.4 Método de extracción utilizado

Destilación con vapor de agua

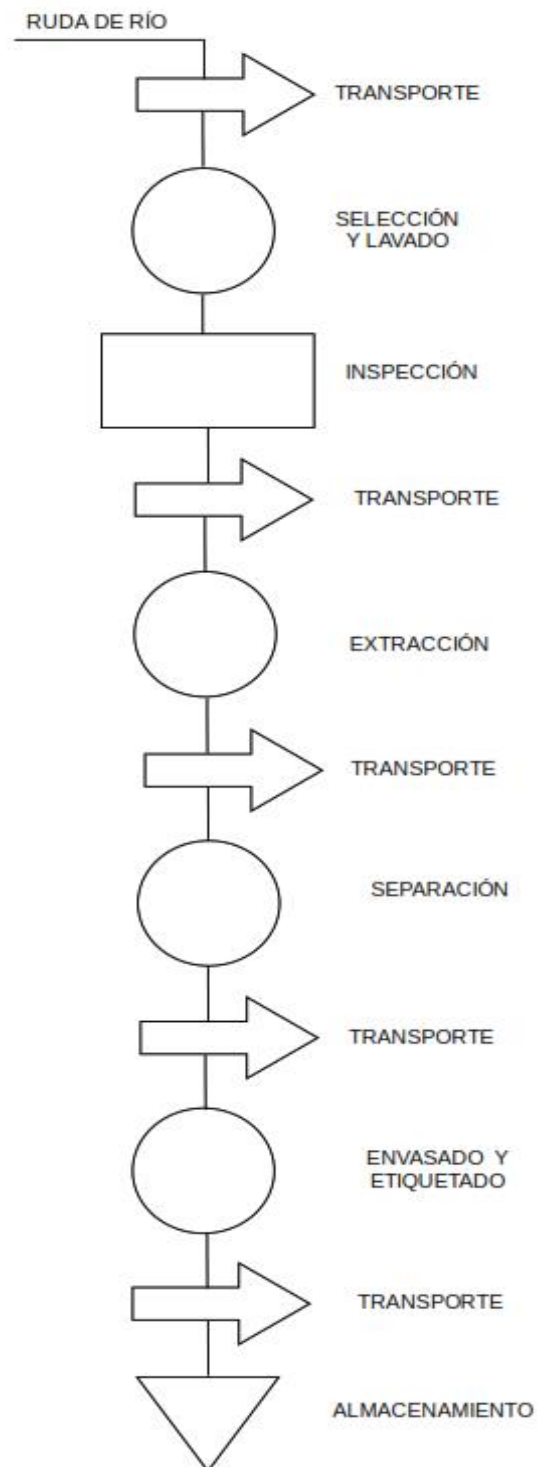
La destilación con vapor de agua es un tipo de destilación único que se basa en el equilibrio de líquidos inmiscibles. Se utiliza para separar sustancias orgánicas insolubles en agua y ligeramente volátiles de sustancias no volátiles como resinas o sales inorgánicas en la mezcla.

Un tipo de destilación que sigue la ley de las presiones parciales de Dalton se produce cuando se tienen mezclas de líquidos que no son miscibles entre sí. Como resultado de este comportamiento, y cuando uno de los componentes es agua, se puede separar un componente de mayor punto de ebullición que el agua a una temperatura menor de 100 °C al trabajar a presión atmosférica.

Como resultado, esta técnica se emplea con frecuencia para separar los aceites esenciales naturales que se encuentran en las hojas como es de la especie herbácea *Porophyllum ruderale*, cáscaras o semillas de algunas plantas. Estos incluyen canela, menta, limón, cáscaras de naranja o limón, anís, pimienta, etc.

Figura 9

Diagrama de flujo de proceso de extracción de Aceite esencial de ruda de río



La extracción de aceite esencial se realizó en tres etapas, cada uno con 2 repeticiones, controlando las características y condiciones.

3.4.8.5 Análisis de obtención de aceite esencial

La extracción del aceite esencial realizado por el método de arrastre con vapor de agua, determinando el rendimiento (%), densidad (g/mL) e índice de refracción.

3.4.8.6 Metodología experimental de extracción de aceite esencial

La extracción de aceite esencial se realiza utilizando el equipo modular de extracción de aceite esencial por el método de arrastre con vapor.

Equipo modular de extracción de aceites esenciales

El equipo de extracción de aceite esencial por arrastre con vapor de agua que se utilizará para evaluar los parámetros de operación ideales para la extracción de aceite esencial de ruda de río (*Porophyllum ruderale*) está equipado con toda la instrumentación de control necesaria, para cumplir con las necesidades del diseño experimental requeridas.

Figura 10

Mecanismo de extracción de aceites esenciales de laboratorio de Transferencia de masa de la Facultad de Ingeniería Química de la UNSCH



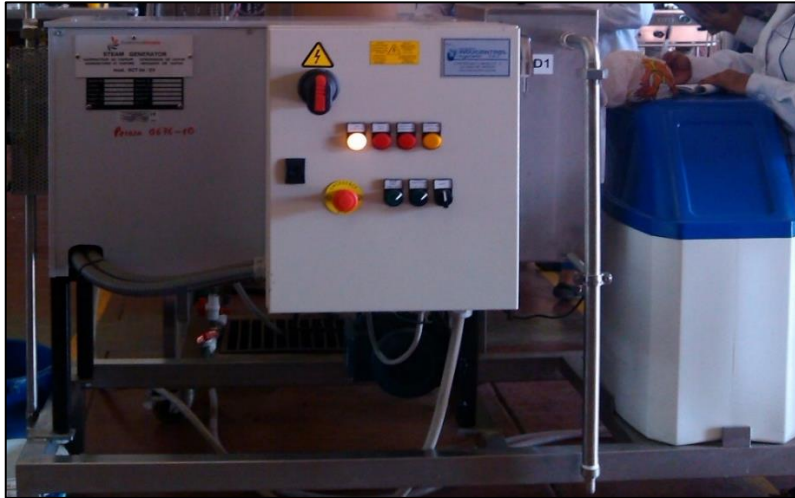
Generador de vapor de agua

El generador de vapor, usa un suavizador de agua, también conocido como ablandador de agua con instalación en la entrada.

La bomba de activación automática ablanda el agua que ingresa al generador de vapor. El generador de vapor funciona a una presión de hasta 5 bar. Sin embargo, cuando la presión disminuye, es necesario accionar la resistencia eléctrica girando la perilla "RESET" del tablero de control para mantener la presión de operación en 4 bar, lo que significa que funciona de forma intermitente.

Figura 11

Generador de vapor del mecanismo de extracción de aceites esenciales



Recipiente destilador

El recipiente destilador de material de vidrio que tiene una capacidad útil de 40,84 litros. Tiene una resistencia de calentamiento de 15 Kw y un difusor del flujo de vapor de agua en la parte inferior. Encima del difusor de vapor se encuentra un disco de acero perforado que tiene como objetivo mantener suspendida la materia prima utilizada encima del punto de inyección de vapor. Un sensor de temperatura con el código "TI₁" se encuentra dentro de la columna del destilador y está destinado a medir la temperatura interna del lecho.

Figura 12

Recipiente de destilador del mecanismo de extracción de aceites esenciales



Condensador

El condensador original de fábrica tipo serpentín compuesta por una carcasa de acero inoxidable. Se determine la ineficiencia del condensador al evaluar la salda de agua floral-aceite esencial a una temperatura superior a los 40 °C. Por la necesidad de mantener el producto por debajo de los 25 °C, se reemplazó el condensador original por uno de tubos y carcasa construido en el taller mecánico electromecánico “HOLGER HANSEN” de la facultad de Ingeniería Química. Este condensador demostró ser más eficiente porque tenía una mayor área de transferencia de calor. La temperatura promedio de salida de condensados (agua floral – aceite esencial) fue de aproximadamente 21 °C en todas las corridas experimentales con este condensador.

Figura 13

Ensamblado de condensador de tubos y coraza en el mecanismo modular de extracción de aceite esencial



Florentino separador de fases

La estructura está construida a base de vidrio borosilicato con dos tubos concéntricos. El agua de refrigeración fluye por la región anular entre los tubos externos e internos, mientras que la mezcla líquida de agua y aceite de ruda de río esencial sale del condensador por el tubo interior.

El tamaño del diseño es de 25 mL y sería adecuado para matrices herbáceas con poco aceite esencial. Sin embargo, la capacidad del separador de fases es insuficiente para separar adecuadamente la magnitud de flujo de la mezcla de vapor condensado agua - aceite esencial de ruda de río.

Figura 14

Florentador posee una capa de enfriamiento externo por donde circula agua para enfriamiento de mezcla líquida condensada de agua-aceite, de 25 mL de capacidad



Suministro de servicios

El equipo modular de extracción de aceites necesita los siguientes suministros de servicio para funcionar correctamente: Energía eléctrica; son comprimidos para la válvula neumática para controlar el flujo de vapor de agua a la caldera; agua de alimentación a la caldera; agua de refrigeración del condensador de tubos – carcasa y florentador.

Sistema de control de proceso

El mecanismo modular de extracción de aceite esencial cuenta con un tablero eléctrico de control, que consta de:

- 4 indicadores digitales de temperatura
- Válvula de control de flujo de vapor, % de apertura
- Pulsadores de marcha y parada
- Interruptor automático diferencial

Operación del equipo de extracción

conformado por:

Puesta en marcha y parada de generador de vapor Instalación

Puesta en marcha de unidad de extracción de aceites esenciales

Las técnicas, métodos y acciones se siguieron según lo desarrollado a nivel de extracción de aceites esenciales en el mecanismo modular descrito por (Cárdenas, 2014).

3.4.8.7 Descripción del proceso de extracción

La materia prima se deshoja y pesa para determinar la cantidad utilizada. Se coloca uniformemente dentro del vaso destilador e inyecta vapor de agua a una presión de 5 psi y a un flujo de vapor determinado. El vapor de agua tarda un tiempo en llegar desde el fondo hasta la superficie del lecho porque el vapor de agua inyectado entra en equilibrio térmico con las hojas y las paredes del recipiente destilador, cediendo parte de su calor latente y condensándose. En este intervalo de tiempo, el vapor de agua condensado se reflujo hacia el fondo del lecho en mayor medida. Una vez que se alcance el equilibrio térmico, el flujo de vapor de agua se extenderá por todo el lecho con gotas vaporizadas de aceite esencial de ruda de río. Esta mezcla de vapor se enfriará en el condensador de 70 °C a 20 °C a 23 °C, formando una mezcla líquida inmiscible que sale a través del florentador.

En una probeta de 500 mL se recibe la mezcla líquida para medir el volumen y el flujo en intervalos de tiempo. Finalmente, se vierte la mezcla líquida en una pera decantadora para dejar reposar y separar la fracción de aceite esencial del hidrosol o hidrolato (agua madre) (Cárdenas, 2014).

3.4.8.8 Determinación de características físicas del aceite esencial

Determinación de la Densidad Relativa (NTP 319.081): Densidad relativa a 20 °C. Para determinar, se usará un picnómetro seco y limpio de 1 mL de capacidad, se pesará el vacío en una balanza analítica, se agregará 1 mL de aceite esencial y se eliminará el exceso de muestra. Luego se pesará el conjunto y se calculará la densidad relativa del aceite esencial utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Densidad } p \text{ (g/ml)} = \frac{[(\text{Peso del picnómetro} + \text{muestra}) - (\text{Peso del picnómetro})] \text{ (g)}}{\text{Volumen del aceite esencial (ml)}}$$

Determinación del índice de refracción (NTP 319.075): Se utilizó un refractómetro con la ayuda de un capilar para realizar la prueba. Dos gotas de aceite esencial se depositaron sobre el prisma del refractómetro y se realiza la lectura a 20 °C.

3.4.9 Evaluación a nivel de aplicación como saborizante en sopas

3.4.9.1 Evaluación organoléptica

Se realiza considerando las características de sabor, olor y color, para lo cual se utilizará una escala hedónica de 7 puntos (me gusta mucho – me disgusta mucho), que serán evaluados por panelistas con cierto nivel de experiencia. (Anzaldúa, 1994).

3.4.9.2 Escala Hedónica de siete puntos

Se consideró la siguiente metodología de grado de aceptación:

Tabla 10

Valoración de aceptación de escala hedónica

Nivel de grado	Puntaje
Excelente	7
Me gusta mucho	6
Me gusta moderadamente	5
Me gusta poco	4
No me gusta ni me disgusta	3
me disgusta mucho	2
me disgusta poco	1

Nota. Fuente: Anzaldúa (1994).

3.5 Análisis y diseño estadístico

Para evaluar los resultados de la evaluación de los resultados de la investigación, se utilizaron métodos estadísticos para procesar y analizar los resultados. Se utilizaron el diseño factorías con DCA (ANOVA de un factor con un nivel de confianza de 95 %) con un nivel de confianza del 95% y la prueba de comparación múltiples de Bonferroni; el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con ($p \leq 0,05$), el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% y la prueba de comparación de medias de Duncan. Se utilizó el programa de estadística SPSS versión 27 y InfoStat.

El modelo estadístico que se siguió, fue el experimento factorial con DCA aleatorizado para la extracción de aceite esencial, con el manejo de parámetros como la materia prima y el % de flujo de vapor.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Respuesta en el j – ésimo panelistasdel i – ésimo panelistas del tratamiento

μ = Promedio global

α_i = Efecto del i – ésimo tratamiento (muestra)

β_j = Efecto del j – ésimo % de flujo de vapor

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción i – ésimo tratamiento y j – ésimo % de flujo de vapor

ε_{ijk} = Error aleatorio

El modelo lineal de un diseño de bloques completamente al azar se utilizó para el procesamiento de resultados del análisis proximal y evaluación sensorial, está dado por:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Observación correspondiente a la j-ésima unidad experimental que recibió el i-ésimo tratamiento

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo panelista

ε_{ij} = Error aleatorio

3.5.1 Estructura experimental

Para el análisis estadístico se diseñó las siguientes estructuras experimentales.

Tabla 11

Estructura experimenta para el análisis proximal

Bloques	Muestras		
	B	I	N
01	E ₁	E ₁	E ₁
02	E ₂	E ₂	E ₂

Donde:

B: Biohuerto

I: invernadero

N: Natural

E: Evaluaciones en (%) de (humedad, ceniza, proteína, fibra bruta, grasa y carbohidratos)

Tabla 12

Estructura experimental de extracción de aceite esencial en función a FV

Repeticiones	M1		M2		M3	
	FV: 50%	FV:70%	FV: 50%	FV: 70%	FV: 50%	FV: 70%
1	O ₁	O ₁	O ₁	O ₁	O ₁	O ₁
2	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂

Donde:

M: Muestras

FV: % de flujo de vapor

O: Propiedades físicas (Rendimiento, densidad e índice de refracción)

Tabla 13

Estructura experimental de extracción de aceite esencial, en función de masa y procedencia

Repeticiones	M1		M2		M3	
	P. Natural		P. Invernadero		P. Biohuerto	
1	O ₁	O ₁	O ₁	O ₁	O ₁	O ₁
2	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂	O ₂

Donde:

M: Muestras

O: Propiedades físicas (Rendimiento, densidad e índice de refracción)

Tabla 14

Estructura experimental de evaluación sensorial

Panelistas	Tratamientos											
	M 664			M 011			M 716			M 218		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1												
2												
.												
15												

Donde:

M: Muestras

X: Color

Y: Olor

Z: Sabor

3.6 Otros usos en los alimentos (preparación e industria de los alimentos)

Los aceites esenciales de la ruda de río, pueden ser utilizados para el recubrimiento o conservación de alimentos, donde se puede utilizar para la aplicación del aceite esencia en concentraciones requeridas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

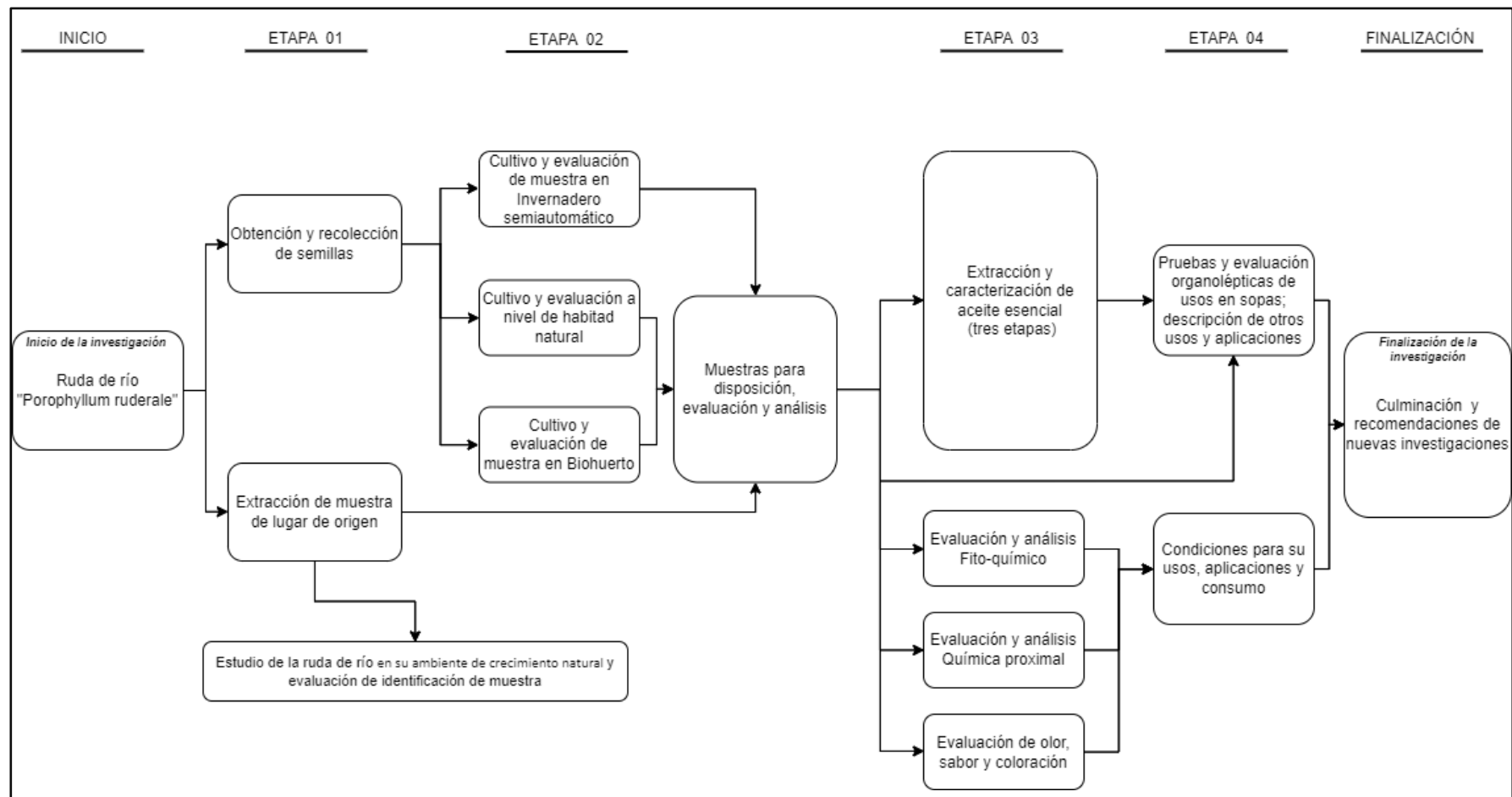
4.1 Fundamento

El presente trabajo de investigación, consta de etapas de desarrollo contemplando los estudios, evaluaciones, análisis a nivel cuantitativo y cualitativo de la especie herbácea *Porophyllum ruderale*.

Contempla toda la línea de secuencias desde el estudio de desarrollo y crecimiento natural, cultivos, evaluaciones, análisis, extracción de aceite esencial, aplicaciones industriales y usos en alimentos. Se brinda conocimientos e información de la especie herbácea con gran potencial en la industria y usos en los alimentos.

En la figura 15 mostramos la secuencia y el procedimiento que se siguió en todo el ámbito de la investigación:

Figura 15
Procedimiento y etapas de la investigación (Estrategia Experimental)



Nota. Momentos y secuencias de desarrollo de la investigación.

Estudios realizados:

- Estudios preliminares de la especie herbácea en su ambiente de crecimiento: Identificación de especie, área de crecimiento, ciclo de vida nativa, consumo tradicional y extracción de semillas.
- Estudios físicos preliminares de (Caracterización vegetativa), a nivel de cultivo en hábitat natural (valle de Tapinza), invernadero semiautomático y biohuerto; determinación de desarrollo óptimo para usos (consumo y otras aplicaciones).
- Evaluación de sabor y olor de muestras de la especie herbácea (invernadero).
- Análisis y evaluación química proximal.
- Análisis y evaluación fitoquímicos.
- Evaluación y determinación de parámetros de extracción de aceite esencial, con materia prima procedente de biohuerto, invernadero semiautomático, y muestras de crecimiento nativo (origen).
- Análisis y evaluación de pruebas organolépticas en sopas.
- Recomendaciones para nuevos estudios y/o evaluaciones a nivel de consumo y aplicación en la industria de los alimentos.

4.2 Estudios de la especie herbácea en su ambiente de crecimiento natural: Identificación de especie, área de crecimiento, ciclo de vida nativa y consumo tradicional

4.2.1 Identificación de especie

4.2.1.1 Materia prima

La materia prima utilizado, lleva por nombre común ruda de río (*Porophyllum ruderale*), con características vegetativas como clasificación taxonómica, que se describe en el anexo 11.

4.2.2 Identificación y evaluación de área de crecimiento nativo de materia prima

Se evaluó el área de crecimiento de acuerdo a la información de la población local y evidencia de crecimiento. A continuación, detallamos el lugar y área de crecimiento:

4.2.2.1 Distrito de identificación

Para la presente investigación se estableció un área de estudio preliminar donde se identificas el área de crecimiento y desarrollo de ruda de río (*Porophyllum ruderale*), está ubicado en el distrito de Belén, Provincia de Sucre, al sur de la región de Ayacucho.

Figura 16

Mapa de identificación del distrito – provincia, influencia del estudio



Nota. Fuente: <http://ofi5.mef.gob.pe/geoinvierte/Inicio.html>L-2023.

4.2.2.2 El sistema de coordenadas geográficas

La ubicación de crecimiento natural se ha identificado de acuerdo a la densidad poblacional de crecimiento de ruda de río, en el área denominada como Valle de Tapinza, ubicado entre las fronteras de la región de Ayacucho y Apurímac.

Figura 17

Mapa de la identificación del distrito, provincia, parte de influencia de la investigación



Nota. Fuente: <http://ofi5.mef.gob.pe/geoinvierte/Inicio.html>L-2023.

En el mapa anterior, se detalla el distrito de Belén, provincia de Sucre - Ayacucho.

4.2.2.3 Evaluación del área de crecimiento

Fue determinado considerando la información locacional y la información obtenida in situ del crecimiento nativo.

Figura 18

Identificación y determinación del Área de crecimiento nativo de la ruda de río



Nota. Fuente: <http://ofi5.mef.gob.pe/geoinvierte/Inicio.html> L-2023.

Se determinamos el área aproximada de mayor crecimiento de ruda de río, que es 401,2 hectáreas, así como el sistema de coordenadas geográficas del área de crecimiento natural de la especie herbácea *Porophyllum ruderale*, con el uso del programa (Geo Invierte PE. del ministerio de economía y finanzas).

La ruda de río es una especie de crecimiento en un ambiente característico. Por lo que a base de la evaluación del área de crecimiento presente condiciones de clima cálido, humedad entre 12 – 25 % con variaciones de acuerdo a las estaciones, y una altitud de 2300 msnm. En el anexo 03 presentamos las características del área de crecimientos, ubicación y su desarrollo.

4.2.3 Evaluación de ruda de río

La evaluación de la ruda de río en su hábitat natural tiene como finalidad su conservación, desarrollo y su sostenibilidad. Establecer los impactos en su recolección para los diferentes análisis, así como también los impactos frente a la actividad del hombre y al presente cambio climático.

4.2.3.1 Condiciones a nivel de las actividades del hombre

La dinámica cultural, la búsqueda del desarrollo, la implementación de vías de acceso, la creciente presencia del hombre, el desarrollo de la agricultura, y otras actividades conllevan al deterioro, la reducción y la extinción de las especies silvestres.

Estas actividades desarrolladas sin considerar la sostenibilidad y la sustentabilidad reducen con la conservación de la biodiversidad y el respeto a toda forma de vida en la naturaleza.

Es importante la conciencia ante el impacto ambiental, la crisis ecológica por el desequilibrio de la biodiversidad, ambiental y riesgo a la extinción de las especies nativas.

La falta de implementación de políticas y acciones de los gobiernos locales, provinciales y regionales en la conservación de la biodiversidad, en la implementación de actividades (planes de acción y proyectos) sostenibles y la reducción de impactos frente al cambio climático y las actividades del hombre influyen en la pérdida de la biodiversidad, reducción y extinción de especies de plantas y al desequilibrio ambiental. En el anexo 06 mostramos las condiciones actuales de la ruda de río en su hábitat natural.

4.2.3.2 Condiciones frente al cambio climático

El cambio climático son condiciones y variaciones climáticas que ponen en riesgo y peligro a las especies de plantas y animales en los espacios naturales. Es un factor que actualmente ha reducido considerablemente el crecimiento y desarrollo de la ruda de río.

El incremento y la disminución de la temperatura, la reducción de la humedad y el agua influyen en todo el ciclo de desarrollo de la especie herbácea. El cual actualmente la presencia en su hábitat natural es reducida.

4.2.3.3 Extracción de muestra

Se realizó la evaluación para la obtención de muestras de ruda de río y el impacto que causaría frente al desarrollo poblacional de la especie herbácea en su hábitat natural.

Se Implementó un formato estableciendo medidas, metodología y procedimientos de obtención (recolección) de muestra y los diferentes impactos generados, Anexo 04 y 05 Se realizó dos extracciones.

Extracción de la planta y semillas

Se realizó la obtención de las semillas para el cultivo y la planta antes de su fluorescencia para los análisis de identificación de la especie herbácea.

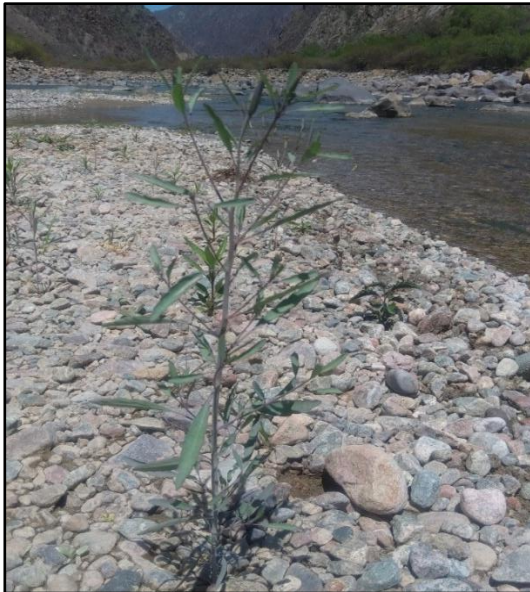
La planta recolectada se depositó en bolsas de polietileno con la adición de papel kraft, donde se recolecto un aproximado:

- Planta (tallo y hojas) = 250 gramos

Se consideró en todas las actividades generar el impacto mínimo a ciclo vida de la ruda de río en su hábitat natural.

Figura 19

Muestras seleccionadas para su extracción y su posterior uso



Nota. Extracción de muestra del área seleccionada denominado valle de Tapinza.

Las semillas de recolecto en bolsa de papel kraft para su máxima conservación. Se recolecto aproximadamente:

- Cantidad de semilla = 100 gamos

Figura 20

Especie herbácea seleccionada para la extracción de semillas



Nota. Extracción de muestra para semilla del área valle de Tapinza.

4.2.3.4 Obtención de muestra (hojas, tallos y semilla) para evaluación y análisis

Se realizó de acuerdo a la metodología especificado en el formato, considerando la alteración e impactos mínimos a las característica y condiciones del ciclo vida de la ruda de río en su hábitat natural.

Posterior a la recolección de la muestra, se realizó el transporte hacia a la ciudad de huamanga, laboratorio de transferencia de masa de la facultad de ingeniería química y metalurgia - Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga en condiciones que reduzca los daños y su deterioro.

Se consideró el principio de conservación de los alimentos, se depositó en una bolsa de polietileno con contenido de papel kraft (uso de papel absorbente de humedad), para la absorción de agua generada por los procesos de respiración, transpiraciones propias de las planas y las condiciones externas de transporte como el incremento de la temperatura y la presión. Asimismo, consideramos el efecto del polietileno en condiciones de mayor temperatura.

Se recolecto respetando los parámetros y condiciones de reducir al máximo los impactos hacía en medio ambiente y la especie herbácea que fue aproximadamente:

Muestra (tallos y hojas) = 8 kilogramos

Destinado para la obtención del aceite esencial de las partes aéreas de la ruda de río como las hojas y resto de tallos.

Figura 21

Muestra extraída de área - hábitat nativa para la primera extracción de aceite esencial



Nota. Cantidad de muestra obtenida del lugar denominado Valle de Tapinza.

4.3 Estudios y análisis físicos de la especie

4.3.1 Identificación de especie

Realizado en los laboratorios de “Herbarium Huamangensis” de la facultad de ciencias biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, utilizando aproximadamente 100 g de muestra entre tallos y hojas (frescos) de ruda de río.

Establecido según el sistema de Clasificación taxonómica según Cronquist (1988), de los cuales se obtuvo:

- DIVISIÓN : Magnoliophyta
- CLASE : Magnoliopsida
- SUB CLASE : Asteridae
- ORDEN : Asterales
- FAMILIA : Asteráceae
- GÉNERO : *Porophyllum*
- ESPECIE : *Porophyllum ruderale* (Jac.) Cassini.
- NOMBRE COMÚN: “Ruda de río”.

Ya que su identificación debe ser acreditado y certificado por especialistas en el área de botánica, con nombre científico de “*Porophyllum ruderale* (Jac.) Cassini”. En el anexo 11 Mostramos la certificación de su identificación, que presenta similitud con lo señalado por (Cronquist, 1988; Villavicencio, 2017).

4.3.2 Evaluación y diagnóstico de las características de la especie herbácea, en su hábitat natural

Se realizó el diagnóstico y evaluación con fines de la obtención de información de la especie herbácea, usos y aplicaciones a nivel tradicional de la planta.

La especie herbácea *Porophyllum ruderale* a nivel de su crecimiento natural, se realizó la evaluación de crecimiento y desarrollo de la planta, así tener la información de las características fenológicas, características físicas en su hábitat natural, con fines de usos y aplicaciones.

Realizado como inicio de las acciones de la investigación, en el lugar conocido como valle de Tapinza y alrededores, perteneciente al distrito de Belén, Provincia de Sucre y departamento de Ayacucho. Donde se recabaron la información que se detalla en la tabla 15.

Tabla 15

Diagnóstico y evolución de crecimiento y desarrollo de la ruda de río en su hábitat natural

DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE RUDA DE RIO (hábitat natural)					
N°	Lugar	Muestra			OBSERVACIONES
		Tamaño	Largo hoja	Ancho de la hoja	
1	QUEBRADA	15	5,8	1,0	El tamaño de la planta no determina su máximo desarrollo, es el tamaño encontrado durante la evaluación. Asimismo las características de tamaño de la planta y hojas, están bajo condicionantes de lugar de crecimiento, el suelo, altitud, condiciones de temporada y su depredación.
2		25	5,5	1,0	
3		30	4,0	1,3	
4		30	5,0	1,0	
5		31	4,5	1,1	
6		32	5,3	1,0	
7		34	5,0	0,9	
8		35	5,0	1,3	
9		38	3,5	0,8	
10		45	4,0	1,3	
11		60	4,0	1,3	
12		62	4,5	1,6	
1	VALLE (RIO)	15	5,8	1,0	Área de mayor población, donde las caracterizas de tamaño de planta y hojas es mayor significativamente en comparación con las plantas encontradas en el área de quebrada, además estas también están bajo condiciones del medio. Se determinó que la población se ha reducido en comparación de años anteriores, de acuerdo a reportes de la población y análisis crítico propio. Hecho que es consecuencia de las acciones de la población y el cambio climático.
2		35	5,0	1,2	
3		40	4,5	0,6	
4		47	5,7	2,0	
5		80	3,5	0,9	
6		110	6,0	1,5	
7		110	5,0	1,5	
8		120	8,0	1,6	
9		125	7,5	1,5	
10		130	8,0	1,2	
11		140	7,0	1,8	
12		150	6,4	1,7	
1	VALLE (RIO)	160	8,5	1,5	Se determinó que la población se ha reducido en comparación de años anteriores, de acuerdo a reportes de la población y análisis crítico propio. Hecho que es consecuencia de las acciones de la población y el cambio climático.
2		160	8,5	1,5	
3		160	8,5	1,5	
4		160	8,5	1,5	
5		160	8,5	1,5	
6		160	8,5	1,5	
7		160	8,5	1,5	
8		160	8,5	1,5	
9		160	8,5	1,5	
10		160	8,5	1,5	
11		160	8,5	1,5	
12		160	8,5	1,5	

Nota. Fuente: Realizado las fechas de 2016 - 2018.

Las condiciones de crecimientos, están determinados de acuerdo a las estaciones de lluvia (diciembre – marzo), en presencia de agua (puquiales, humedales, riachuelos, río, etc.) su crecimiento y desarrollo es permanente, asimismo presenta adaptabilidad a múltiples condiciones y presenta beneficios como asociaciones de crecimiento de especies, con características bioinsecticida que favorece el medio de desarrollo de las plantas.

Su consumo a nivel tradicional de hojas y tallos (ramillas) se realiza antes del desarrollo de capullos para fluorescencia.

Según la evaluación de la densidad poblacional de crecimiento de la ruda de río identificado inicialmente a 2 sectores (Quebrada y Valle), se realizó la evaluación de cantidad de crecimiento, así como las características de la especie herbácea. Donde las mejores características resultantes (tamaño de planta, largo y ancho de hoja) corresponden al sector del valle en función a los parámetros evaluados.

4.3.3 Características altitudinales de crecimientos

La especie herbácea comúnmente llamado ruda de río, según la evaluación de datos registrado por un altímetro en el área de su hábitat nativa. Se considera como procedencia quebrada como (1) y valle como (2), en la evaluación de la ruda de río.

Sector I: El tamaño de la planta presenta limitado desarrollo, por las condiciones del área de crecimiento y desarrollo según la evaluación, que va de 2490 – 2211 msnm.

Sector II: Área de mayor población, donde las características de tamaño de planta y hojas varia significativamente en comparación con las plantas encontradas en el área de quebrada, además estas también están bajo condiciones del medio y/o entorno de crecimiento, que va desde 2200 - 2180 msnm.

Se presenta la evaluación de los dos sectores, detalladamente en el anexo 03.

Tabla 16

Características de crecimiento de la ruda de río en los dos sectores de identificación

SECTOR	Altitud	Temperatura	H relativa
Incidencia de crecimiento de ruda de río			
Quebrada	2450,00	17 - 25	35 %
	2211,00	19 - 25	54 %
Valle (río)	2200,00	25 - 30	40 %
	2180,00	27 -31	82 %

Nota: Incidencia de crecimiento de la ruda de río y determinación de altitud, temperatura y H relativa según sector.

Se muestra los valores de temperatura y Humedad relativa en los dos sectores de crecimiento de la ruda de río, que varían en función a la altitud de cada sector, los valores detallados son obtenidos en los meses de febrero - marzo.

Las condiciones de mayor incidencia de presencia de crecimiento de ruda de río, se da en el sector de valle (río), por las condiciones favorables de tipo de tierra de crecimiento, temperatura, % de humedad, y entornos favorables. La población de la ruda de río se ha reducido, hecho que es consecuencia de las acciones de la intervención de la población y el cambio climático.

La especie herbácea presenta un hábitat en los valles de ciertos lugares como el sur de la región y evidencia del sur del país, asimismo Hernández (2014), describe que se puede encontrar representado desde los Estados Unidos de Norte América hasta el sur de Perú, el norte de Argentina y el sur de Brasil, concordando su presencia en el sur de la región.

4.3.4 Ciclo de vida nativa

De acuerdo a la evaluación de la ruda de río, en su hábitat nativa. El ciclo de crecimiento de la especie herbácea en el área identificada correspondiente al sector de valle (río), donde por las condiciones de terreno, mayor presencia de humedad y temperatura el desarrollo es mayor, asimismo la especie herbácea es una planta de ciclo de vida, que está condicionada a la temporada de lluvias entre los meses de diciembre a abril, que está representado con el color verde, se detalla en el anexo 04.

Se determinó que la es herbácea en presencia de agua en forma permanente, este presenta un ciclo de vida constante, durante todo el periodo del año, hecho evaluado en los dos sectores, donde en el sector de valle (río), hay mayor incidencia, lo cual está representado con el color azul, como se muestra en el cuadro anterior.

4.3.5 Selección de Semillas

Las semillas se utilizarán en el siguiente ciclo de cultivo, escogiendo individuos con una serie de características de mayor desarrollo y producción de semillas, así como son el tamaño de las hojas y el de mayor tamaño.

Figura 22

Extracción de semilla de las plantas más resaltantes en tamaño y desarrollo



Nota. Evaluación de especie en el lugar denominado valle de Tapinza.

Se realizado la selección de plantas según condiciones de desarrollo, como se muestra en la imagen, la especie seleccionado presenta una altura de 1,50 cm de alto, así como protuberancia, desarrollo de hojas y semillas, (muestra del sector de valle (río)).

4.3.6 Consumo tradicional de la ruda de río

A nivel del consumo tradicional según la evaluación de la ruda de río en el área de estudio, se describe sus formas de consumo.

Tabla 17

Consumos de la ruda de río, en el área de intervención del estudio

Consumo de ruda de río	Detalles de formas de consumo
Granos tostados	Su consumo es acompañado con granos tostados como maíz, haba, arveja y hojas de ruda de río antes de inicio de florecencia.
Granos cocidos	Su consumo es acompañado con granos cocidos como maíz, haba, arveja y hojas de ruda de río.
Preparación de comidas	Se utiliza como un intensificador de sabor y aroma, se le añade hojas de ruda de río durante la preparación.
Preparación de sopas	Se utiliza como un intensificador de sabor y aroma, se le añade hojas de ruda de río durante la preparación.
Salsas y ají	Se utilizalas hojas como una verdura, para mejorar el sabor, en salsas y ají, a nivel de consumo de alimentos
Usos en la conservación de pescado	Las hojas de la ruda de río se adicionan en conjunto con pescado fresco (producción de ríos) para su transporte mejorando su conservación, asimismo de acondiciona con el machado de las hojas en toda la superficie para su deshidratación, brindándole protección y mejores condiciones de aromas y sabor.
otros	Durante la evaluación también se constató que se utiliza en ensaladas, y preparación de alimentos ha bases de carnes rojas.

Nota. Evaluación realizada a nivel del distrito de influencia del estudio.

4.4 Estudios físicos preliminares (Caracterización vegetativa), a nivel de cultivo en hábitat natural (Valle de Tapinza), invernadero semiautomático, biohuerto, y determinación de crecimiento óptimo para usos (consumo y otras aplicaciones)

4.4.1 Cultivo en área nativa

Realizado en el área de crecimiento natural de la ruda de río, el área es denominada como Valle de Tapinza, ubicado entre las fronteras de la región de Ayacucho y Apurímac, en el distrito de Belén, provincia de huamanga – Ayacucho.

Tabla 18

Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de área de crecimiento nativo

DIAGNOSTICO Y CONTROL DE CULTIVO Y CRECIMIENTO (área natural)					
N°	Tiempo (DÍAS)	Muestra			Observaciones
		Tamaño	Largo de hoja	Ancho de hoja	
7	40	28,00	6,85	0,85	
8	45	41,33	6,93	0,96	
9	50	49,67	7,20	1,20	Condiciones mínimos y máximos para sus usos o consumos
10	55	60,00	7,50	1,50	
11	60	73,00	8,00	1,85	
12	65	103,67	8,40	1,90	
13	70	125,00	8,50	1,93	

Nota. Se detalla las mejores características de desarrollo de la ruda de río para su uso y aplicación.

La especie herbácea *Porophyllum ruderale* presenta crecimiento y desarrollo, donde a partir de 15 al 35 día presenta Desarrollo progresivo lento a nivel de crecimiento y producción de hojas. De los 40 hasta los 70 días muestra indicadores óptimos de desarrollo para usos, análisis y consumo. Asimismo, a partir de los 70 días inicia la aparición de capullo, florecencia y semilla.

A nivel regional y nacional no se encontró vestigios de cultivo de la ruda de río, más si en otros países tal como menciona Villegas (2016), que los alimentos como la Huacataya, Quirquiña (*Porophyllum ruderale*), Achojcha, Tomate, Papalisa son producidos en la región de Cochabamba – Bolivia, para consumo y otras aplicaciones. Asimismo, Vázquez & Bye (1991) y Mera et al. (2011) mencionan que se están produciendo a mayor escala en México para satisfacer las demandas locales y el extranjero. Por lo tanto, estos quelites son un ejemplo claro de que los cultivos menores pueden contribuir a la seguridad alimentaria y forman parte fundamental del patrón alimenticio de la población campesina, que brindan variabilidad, riqueza nutritiva, color y sabor a la dieta básica rural.

Porophyllum ruderale se utiliza como verdura o quelite y es un componente esencial en la alimentación de las comunidades campesinas, ya que aporta diversidad, valor nutricional, color y sabor a la alimentación de la población.

La información detallada de todo el proceso y secuencia se visualiza en el anexo 08.

4.4.2 Cultivo en biohuerto

Realizado en un biohuerto tradicional (familiar) ubicado en la ciudad de Huamanga, distrito de San Juan Bautista, Miraflores en condiciones ambientales perenes de la ciudad del lugar. Los procedimientos de cultivos en biohuertos, como determinación de área, manejo de suelo, cultivo de semillas, cuidados a nivel de desarrollo. se realizó para la mejor producción y la asociación de plantas.

El procedimiento de cultivo se realizó considerando el distanciamiento de planta a planta aproximadamente de 10 -15 centímetros, implantando las muestras de almacigo tipo al boleó, sin un orden establecido, aprovechando al máximo el área disponible.

Tabla 19

Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de un biohuerto

DIAGNOSTICO Y CONTROL DE CULTIVO Y CRECIMIENTO (DOMICILIO)					
N°	TIEMPO (DÍAS)	Muestra			OBSERVACIONES
		Tamaño	Largo de hoja	Ancho de hoja	
8	45	31,20	4,25	0,80	Condiciones mínimos y máximos para sus usos o consumos
9	50	37,00	4,90	0,85	
10	55	51,00	5,35	0,93	
11	60	59,00	6,10	0,98	
12	65	65,50	6,12	1,15	
13	70	74,00	6,25	1,18	

Nota. Características más resaltantes de desarrollo de ruda de río para usos y aplicación.

La especie herbácea *Porophyllum ruderale* presenta crecimiento y desarrollo lento, donde a partir de 5 al 34 día presenta desarrollo progresivo lento a nivel de crecimiento y producción de hojas. De los 45 hasta los 70 días muestra los indicadores óptimos de desarrollo para usos, análisis y consumo. Asimismo, a partir de los 70 días inicia la aparición de capullo, florecencia y semilla. Existen familias que cultivan a nivel de biohuerto familiares procedentes del sur de la región o tener conocimiento de su consumo, más si tal como describe la Fundación Uñatatawi (2003), que hay comunidades de Bolivia donde la especie herbácea es cultivada por algunos agricultores en sus parcelas y biohuertos para uso familiar y por otros para la venta en ferias locales, que constituyen una fuente principal de su alimentación.

La información de todo el proceso y secuencia detallada se visualiza en el anexo 09.

4.4.3 Cultivo en invernadero

Tabla 20

Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de un biohuerto, se muestra el tiempo de mayor desarrollo y aprovechamiento

DIAGNOSTICO Y CONTROL DE CULTIVO Y CRECIMIENTO - INVERNADERO														
N°	TIEMPO (días)	MUESTRAS									PROMEDIO			OBSERVACIONES
		A			B			C						
		T (cm)	L H (cm)	A H (cm)	T (cm)	L H (cm)	A H (cm)	T (cm)	L H (cm)	A H (cm)	T (cm)	L H (cm)	A H (cm)	
9	50	60,00	9,00	1,80	48,00	7,60	2,00	41,00	6,00	1,90	49,67	7,53	1,90	Condiciones mínimos y máximos para sus usos y consumos de acuerdo a al desarrollo y tamaño de las hojas.
10	55	70,00	9,20	2,00	60,00	8,50	2,00	50,00	7,30	2,00	60,00	8,33	2,00	
11	60	80,00	9,80	2,00	72,00	10,00	2,00	67,00	9,00	2,00	73,00	9,60	2,00	
12	65	110,00	10,00	2,00	105,00	10,00	2,00	96,00	9,80	2,00	103,67	9,93	2,00	
13	70	140,00	10,00	2,00	120,00	10,00	2,00	115,00	10,00	2,00	125,00	10,00	2,00	
14	75	160,00	10,00	2,00	142,00	10,00	2,00	130,00	10,00	2,00	144,00	10,00	2,00	
15	80	168,00	10,00	2,00	156,00	10,00	2,00	145,00	10,00	2,00	156,33	10,00	2,00	
16	85	176,00	10,00	2,00	164,00	10,00	2,00	160,00	10,00	2,00	166,67	10,00	2,00	

Nota. Las condiciones de cultivo y crecimiento favorecen a nivel de su desarrollo, donde se muestras de los días 50 a 85, condiciones de mayor desarrollo de la planta para usos y aplicaciones.

El cultivo en invernadero semiautomático fue realizado a una distancia de 10 a 15 cm de planta a planta, asimismo se estableció 3 tipos de muestras, de acuerdo al tamaño. Con el objetivo de determinar la capacidad de adaptación de la especie herbácea, donde a partir de los días 5 - 45 presentan Desarrollo progresivo a nivel de crecimiento y producción de ramas y hojas. Del cual a los 50 - 85 días logro la adaptación al desarrollo (homogeneidad del desarrollo) de todas las muestras con diferencias no significativas con mayor incremento de extensión de ramas, máximo desarrollo de acuerdo al área de cultivo. Donde presenta su máxima capacidad de producción de ramas y hojas para usos, análisis y consumo. A nivel del cultivo en el invernadero la ruda de río conservo su desarrollo para usos y consumo hasta día 75, posterior a ella presenta capullos, florescencia y semilla.

A nivel de evaluación de cultivo, crecimiento y desarrollo de la ruda de río en el invernadero semi automático, se realizó el control a nivel de la caracterización vegetativa de todo el desarrollo de la especie herbácea, así como se llevó el control de los parámetros de opresión (temperatura, presión y % de humedad relativa) del invernadero, durante cuatro meses de estudios.

Según la caracterización vegetativa a nivel de cultivo, crecimiento y desarrollo de la ruda de río en invernadero semiautomático presenta valores promedios a nivel de condiciones máximos de aprovechamiento como tamaño de planta 176,67 cm, largo de hoja 10 cm y ancho de hoja 2 cm. Valores de caracterización vegetativa que superan significativamente a los señalados por Mita (2016), donde a nivel de cultivo en un invernadero en el punto de aprovechamiento, presentan valores de tamaño de planta 40 cm y longitud de hojas de largo de hojas 4,71 cm; que en comparación con los resultados obtenidos de cultivo y desarrollado en el invernadero semiautomático con muestras de semillas de ruda de río obtenidos en el valle de Tapinza perteneciente al distrito de Belén, provincia de Sucre, que presentan las mejores características a nivel de desarrollo y mayor aprovechamiento.

Las características de desarrollo de cultivo y crecimiento en invernadero se visualizan en el anexo 07.

Los valores de caracterización vegetativa a nivel de cultivo en el área de crecimiento natural e invernadero presentan mayores valores respecto a tamaño de planta, largo y ancho de hoja, a lo descrito por Rzedowski, (2004), detallando que el tamaño de la planta puede llegar a alcanzar 150 cm. Asimismo Rojas (2016), señala las medidas de 1 a 3 cm de largo por 0,7 a 1,4 ancho, que llega a alcanzar el *Porophyllum ruderale*. La

especie herbácea en estudio supera a los descritos en las referencias bibliográficas, donde se considera una especie herbácea con mejores características físicas y químicas.

4.5 Selección y usos de material vegetal

El material vegetal, hojas y tallos de la ruda de río, son identificados y seleccionados para los diferentes usos y aplicaciones, con fines de evaluación, análisis y extracción de aceite esencial

- Caracterización química (química proximal y fitoquímico): Muestras de origen, crecimiento en área natural.
- Pruebas organolépticas de color, sabor y olor de hojas de ruda de río: Muestra de invernadero.
- Extracción de aceite esencial: Muestras de tres procedencias, biohuerto, invernadero, y de medio natural.
- Pruebas organolépticas en sopas: Concentraciones de aceite esencial de muestras de origen natural y hojas comestibles de invernadero semiautomático.

4.6 Análisis química proximal (bromatológico)

Realizado en los laboratorios de bromatología y nutrición de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, utilizando aproximadamente 400 g de muestra (fresca) entre tallos y hojas.

Se siguió los análisis de acuerdo a la metodología descrito anteriormente (AOAC), empleado en la Facultad de Biología, descritos y acondicionados por la Mg. Etna, Leon Palomino.

4.6.1 Estudio preliminar

Inicialmente Se realiza la selección de las metodologías utilizadas en el análisis Química proximal se describen en el Anexo 01, Anexo 14 y 15 los cálculos y resultado con 03 repeticiones para cada análisis a nivel de laboratorio.

4.6.2 Análisis proximal de la ruda de río

Se realizó 03 análisis para cada componente con dos repeticiones por muestra. Obteniendo el promedio de los siguientes resultados:

Tabla 21*Análisis químico proximal de las hojas de ruda de río*

N°	Componente	M. Natural	M. Invernadero	M. Biohuerto
01	Humedad (%)	65,89	66,65	66,33
02	Ceniza (%)	2,56	2,82	3,36
03	Proteína (%)	8,21	6,89	6,85
04	fibra bruta (%)	7,55	7,53	7,49
05	Extracto Etéreo (%)	4,64	4,16	3,87
06	Carbohidratos (%)	11,16	11,95	12,10
	Valor calórico	119,216	112,777	110,628
	Valor nutritivo	2,713	3,182	3,124

Nota: valores promedios en dos repeticiones por muestra según procedencia.**Calculo la Kcal** de las hojas de ruda de río.

$$Kcal = 4 * \% \text{ Carbohidratos} + 4 * \% \text{ proteínas} + \% \text{ Grasas} * 9$$

Calculo el Valor Nutritivo

$$V.N = \frac{2,4 * \% \text{ Grasas} + \% \text{ Carbohidratos}}{\% \text{ proteínas}}$$

Se detalla la certificación de las tres procedencias de muestras del análisis química proximal (bromatológico), donde se certificó el contenido proximal en (%) del promedio de resultados de 02 repeticiones de cada uno. En el anexo 16 se muestra la certificación. El análisis proximal de muestras de las 03 procedencia presenta mayores contenidos en Extracto Etéreo 6,64%, fibra bruta 7,55%, carbohidratos 12,10%, proteína 8,21%, humedad 66,65 % y ceniza 3,36 % (por el contenido de minerales). Presentan variación significativa por lo señalado por Ceballos (1992), que manifiesta que los contenidos de análisis proximal del *Porophyllum Ruderale* presenta los valores de proteína 2,2; grasa 0,3; carbohidratos 15,3; fibra 9,1; cenizas 1,8 y humedad 71,0 %.

En el mismo contexto Hernández (2014) en su trabajo de tesis sobre el Estudio del Pápaloquelite (*Porophyllum ruderale*) como alimento funcional menciona que los contenidos de contenido nutricional Humedad 86,108 %; Cenizas 2,042 %; lípidos 0,499 % y proteínas 4,792 % que difieren con los resultados obtenidos, estos valores está en función de la muestra, condicionados bajo las características de cultivo, medio de crecimiento, entorno, desarrollo, procedencia que establecen a la ruda de río en estudio, como un variante de esta especie, con gran potencial para la alimentación por su

composición a nivel de contenido de Kcal (119,216; 112,777 y 110,628) y VN (2,713; 3,182 y 3,124), de acuerdo a las procedencias de las muestras.

4.6.2.1 Análisis estadístico de los resultados

Humedad

Los resultados del contenido de humedad de las muestras de tres procedencias se evidencian en el Anexo 14, los valores fueron procesados que se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Análisis de variancia del contenido de humedad de las muestras

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	26363,666	1	26363,666	9117643,313	0,000
Muestras	0,584	2	0,292	100,977	0,002
Error	0,009	3	0,003		
Total	26364,258	6			
Total corregido	0,593	5			
C.V.= 0,67					

En base a la tabla 22, a un nivel de significancia del 5 %, se afirma que existe diferencias significativas en el contenido de humedad entre los tres factores evaluados y a nivel de bloque, para determinar cuál de las muestras tiene mayor contenido de humedad se realizó la prueba de Duncan según la tabla 23.

Tabla 23

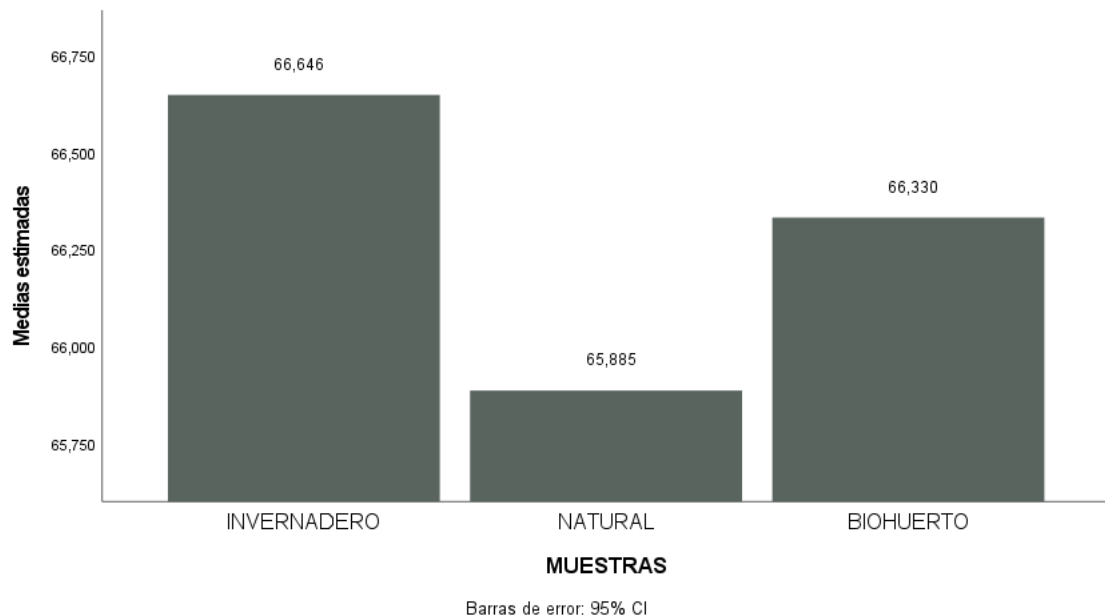
Pruebas de medias por Duncan del contenido de humedad

Muestras	Sub conjunto			
	N	1	2	3
Natural	2	65,88500 ^c		
Biohuerto	2		66,33000 ^b	
Invernadero	2			66,64550 ^a
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se afirma que las muestras en estudio presentan variaciones significativas, donde la muestra que contiene mayor humedad es de la procedencia de invernadero. La diferencia entre muestras es determinada en función a las características de cultivo, medio de crecimiento, entorno, desarrollo y manejo.

Figura 23

Valores del contenido de humedad de diferentes muestras



El contenido de humedad de las muestras analizadas, presentan variaciones significativas por las características que presentan, donde la muestra de invernadero presenta mayor contenido en humedad y la muestra de procedencia natural el menor contenido.

De acuerdo a los resultados del examen de Duncan, el mayor contenido de humedad fue la muestra de invernadero (66,7 %), los resultados obtenidos pueden considerarse para usos y aplicaciones en los alimentos y/o estudios, ya que el contenido de humedad es un factor de la calidad que afecta la estabilidad y la vida útil de un alimento.

El contenido de promedio de humedad de las muestras analizadas varía de (65,885 % a 66,646 %), valores inferiores a lo descrito por Hernández (2014), que menciona que el contenido de humedad de la especie herbácea *Porophyllum ruderale* es 86,108 %, asimismo Ceballos, (1992) indica que el contenido de humedad a nivel del análisis proximal presenta el valor de 71,0%. En función a los resultados y a las características de manejo, desarrollo y de la planta, se puede considerar a la ruda de río, como una variante de especie, con gran potencial en el sector alimentario.

Cenizas totales

Los resultados del contenido de ceniza se muestran en el Anexo 14, los valores fueron procesados como se muestra en la seguidamente.

Tabla 24*Análisis de variancia del contenido de ceniza de las muestras*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	51,001	1	51,001	230947,207	,000
Muestras	0,678	2	0,339	1535,645	< 0,001
Error	0,001	3	0,000		
Total	51,680	6			
Total corregido	0,679	5			

C.V.= 0,87

En base a los valores de la tabla 24, a un nivel de significancia del 5 %, existe diferencias entre los tres factores en estudio y en comparación de bloque, lo que indica que el contenido de cenizas de al menos una de las muestras difiere del resto. Para determinar cuál de las muestras tiene mayor contenido de cenizas se realizó la prueba de Duncan.

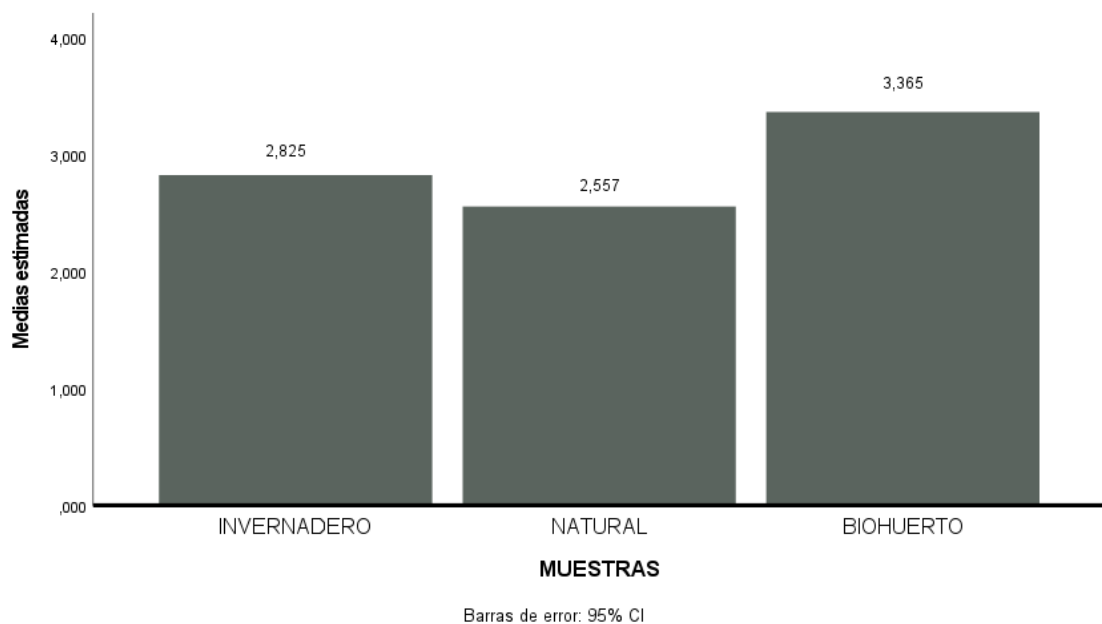
Tabla 25*Pruebas de medias por Duncan del contenido de ceniza*

Muestras	Sub conjunto			
	N	1	2	3
Natural	2	2,55650 ^c		
Invernadero	2		2,82500 ^b	
Biohuerto	2			3,36500 ^a
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se afirman que existen diferencias significativas en el contenido de cenizas de las muestras en estudio, donde la muestra que contiene mayor porcentaje de ceniza es de la procedencia de Biohuerto. La diferencia entre muestras es determinada en función a las características de cultivo, medio de crecimiento, entorno, desarrollo y manejo.

Figura 24

Valores del contenido de ceniza de diferentes muestras



La muestra presenta variaciones significativas por las características que presentan, donde la muestra de procedencia biohuerto presenta un mayor porcentaje de ceniza en comparación con las muestras de procedencia invernadero y natural.

En función a los resultados del ensayo de Duncan, el mayor contenido de ceniza fue la muestra de invernadero (3,3650 %). Los resultados obtenidos pueden considerarse para usos y aplicaciones en los alimentos y/o estudios, ya que el contenido de ceniza es un factor indicativo del contenido de minerales, como micronutrientes de los alimentos.

El contenido de promedio de ceniza de las muestras analizadas varía de (5,557 % a 3,365 %), valores similares a los descritos por Hernández (2014), que menciona que el contenido de humedad de la especie herbácea *Porophyllum ruderale* es 2,042 %, asimismo Ceballos, (1992) indica que el contenido de ceniza a nivel del análisis proximal presenta el valor de 1,8 %. Los valores obtenidos levemente son mayores. En función a los resultados y a las características de manejo, desarrollo y de la planta, se puede considerar a la ruda de río, como una variante de especie, con gran potencial en el sector alimentario.

Proteína total

Los valores del contenido de proteína se muestran en el Anexo 14. Los resultados fueron procesados como se muestra en la seguidamente.

Tabla 26*Análisis de variancia del contenido de proteína de las muestras*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	321,289	1	321,289	73622,702	0,000
Muestras	2,412	2	1,206	276,382	< 0,001
Error	0,013	3	0,004		
Total	323,715	6			
Total corregido	2,425	5			

C.V.= 2,34

Del análisis e interpretación de los valores procesados, a nivel de 5 % de significancia, existe diferencias entre los tres factores y a nivel de bloque en estudio. Lo que indica que el contenido de proteína de al menos una de las muestras difiere del resto. Para determinar cuál de las muestras tiene mayor contenido de cenizas se realizó la prueba de Duncan.

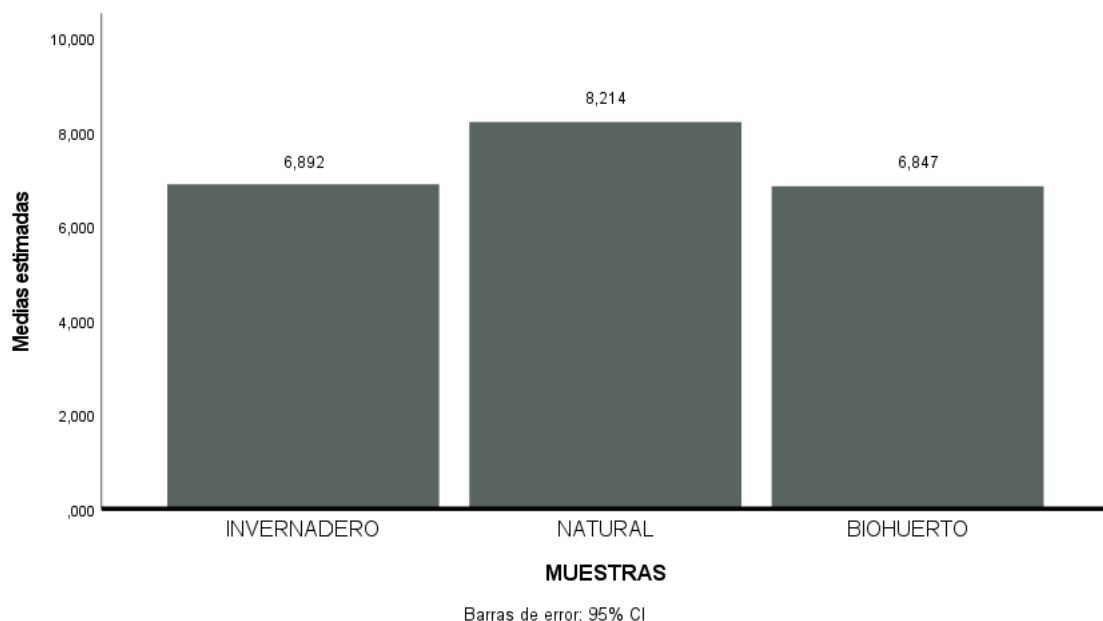
Tabla 27*Pruebas de medias por Duncan del contenido de proteína*

Muestras	Sub conjunto		
	N	1	2
Biohuerto	2	6,84700 ^b	
Invernadero	2	6,89200 ^b	
Natural	2		8,21400 ^a
Sig.		0,545	1,000

Los resultados de las muestras de biohuerto e invernadero no se superan estadísticamente, pero tienen menor porcentaje de proteína que la muestra de procedencia natural. La diferencia entre muestras es determinada en función a las características de cultivo, medio de crecimiento, entorno, desarrollo y manejo.

Figura 25

Valores del contenido de proteína de diferentes muestras



El contenido de proteína de las muestras analizadas, presentan variaciones por las características que presentan cada una de ella, donde la muestra de procedencia natural presenta mayor contenido en proteína en comparación a las dos muestras.

De acuerdo a los resultados de la prueba de Duncan, el mayor contenido de proteína fue la muestra de procedencia natural (8,214 %). Los valores obtenidos pueden considerarse para usos y aplicaciones en los alimentos y/o estudios, ya que el contenido de proteína es considerado como nutrientes esenciales y desempeñan un papel fundamental en las funciones biológicas del cuerpo humano.

El contenido de promedio de proteína de las muestras analizadas varía de (6,847 % a 8,3214 %), valores superiores a los descritos por Hernández (2014), que menciona que el contenido de humedad de la especie herbácea *Porophyllum ruderale* es 4,792 %, asimismo Ceballos, (1992) indica que el contenido de proteína a nivel del análisis proximal presenta el valor de 2,2 %. En función a los resultados y a las características de manejo, desarrollo y de la planta, se puede considerar a la ruda de río, como una variante de especie, con gran potencial en el sector alimentario.

Fibra bruta

Los valores del contenido de fibra bruta se muestran en el Anexo 14. Los resultados fueron procesados como se muestra a continuación.

Tabla 28*Análisis de variancia del contenido de fibra bruta de las muestras*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	339,528	1	339,528	16297345,800	0,000
Muestras	0,004	2	0,002	97,800	0,002
Error	6,250E-5	3	2,083E-5		
Total	339,532	6			
Total corregido	0,004	5			

C.V.= 0,17

De la tabla 28 se describe, efectuado con un nivel de significancia del 5 %, existe diferencias significativas entre los tres factores evaluados y a nivel de bloque, lo que indica que el contenido de fibra de al menos una de las muestras difiere del resto. Para determinar cuál de las muestras tiene el mayor contenido en fibra se realizó la prueba de Duncan según la tabla 29:

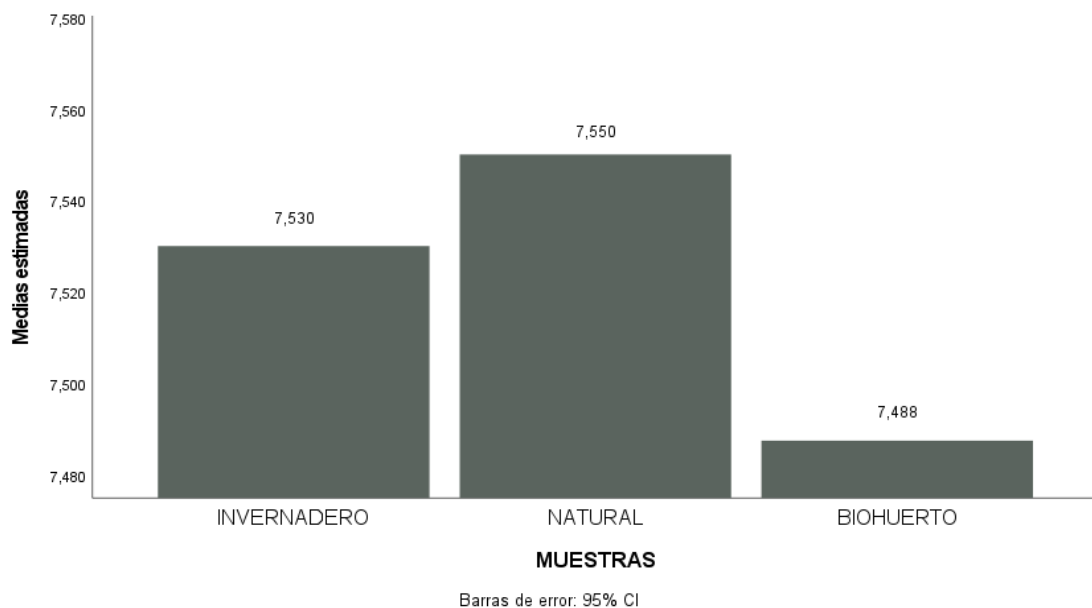
Tabla 29*Pruebas de medias por Duncan del contenido de fibra bruta*

Muestras	Sub conjunto			
	N	1.	2	3
Biohuerto	2	7,48750 ^c		
Invernadero	2		7,53000 ^b	
Natural	2			7,55000 ^a
Sig.		1,000	1,000	1,000

Las muestras en estudio presentan variaciones significativas, donde la muestra que contiene mayor fibra es de la procedencia de natural en comparación a las muestras de evaluación. La diferencia entre muestras es determinada en función a las características de cultivo, medio de crecimiento, entorno, desarrollo y manejo.

Figura 26

Valores del contenido de fibra bruta de diferentes muestras



El contenido de fibra de las muestras analizadas, presentan variaciones por las características que presentan, donde la muestra de procedencia natural presenta mayor contenido en proteína en comparación a las dos muestras de evaluación.

Los valores de la prueba de Duncan revelan que el mayor contenido de fibra es la muestra de procedencia natural (7,550 %), los resultados obtenidos pueden considerarse para usos y aplicaciones en los alimentos y/o estudios, ya que el contenido de fibra es un esencial para el buen funcionamiento del intestino y tiene muchos beneficios de salud.

El contenido de promedio de fibra de las muestras analizadas varía de (7,488 % a 7,550 %), valores ligeramente inferiores a los descritos por Ceballos, (1992) que describe que el contenido de fibra a nivel del análisis proximal de la especie herbácea *Porophyllum ruderale* presenta el valor de 9,1 %.

Extracto Etéreo

Los resultados del contenido de extracto etéreo se detallan en el Anexo 14. Los valores fueron procesados como se muestra a continuación.

Tabla 30*Análisis de variancia del contenido de extracto etéreo de las muestras*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	106,918	1	106,918	5258258,885	0,000
Muestras	0,598	2	0,299	14705,664	< 0,001
Error	6,100E-5	3	2,033E-5		
Total	107,516	6			
Total corregido	0,598	5			

C.V.= 0,22

Del análisis e interpretación de los datos, existe diferencias a nivel de bloque y entre los tres factores en estudio procesados a un nivel de significancia del 5 %, lo que indica que el contenido de grasa de al menos una de las muestras difiere del resto. Para determinar cuál de las muestras tiene mayor contenido se realizó la prueba de Duncan.

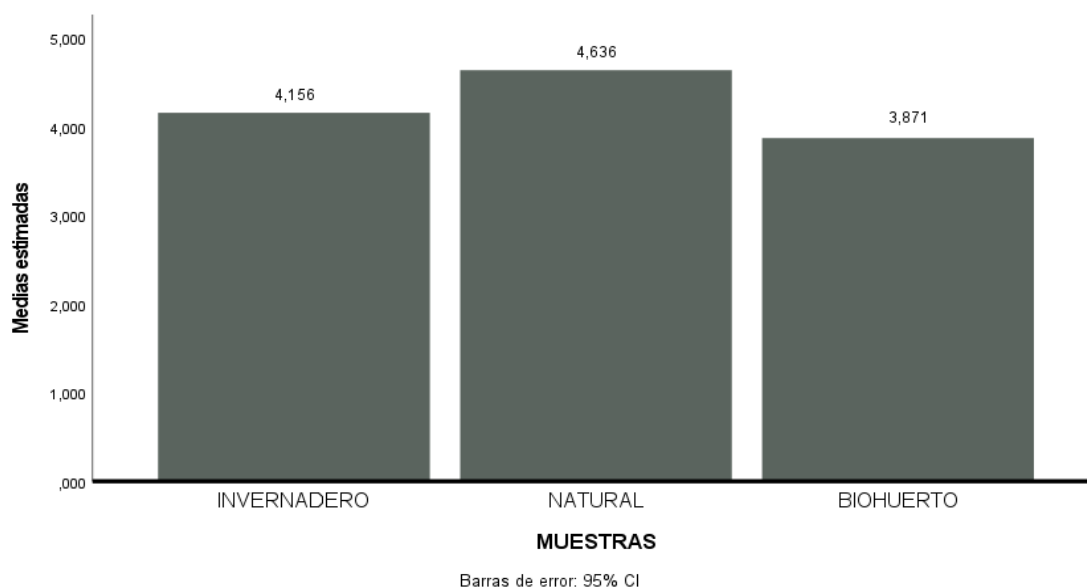
Tabla 31*Pruebas de medias por Duncan del contenido de extracto etéreo*

Muestras	Sub conjunto			
	N	1	2	3
Biohuerto	2	3,87150 ^c		
Invernadero	2		4,15600 ^b	
Natural	2			4,63650 ^a
Sig.		1,000	1,000	1,000

De la tabla 31, se afirma que las muestras en estudio diferencias significativas, donde la muestra que contiene mayor contenido de extracto etéreo o grasa es de la procedencia de Natural que difieren entre las tres muestras de evaluación. La diferencia entre muestras es determinada en función a las características de cultivo, medio de crecimiento, entorno, desarrollo y manejo.

Figura 27

Valores del contenido de extracto etéreo de diferentes muestras



El contenido de grasa de las muestras analizadas, presentan variaciones por las características que presentan cada una de ella, donde la muestra de procedencia natural presenta mayor contenido en extracto etéreo en comparación a las dos muestras.

Los resultados del ensayo de Duncan revelan que el mayor contenido de grasa es la muestra de procedencia natural (4,636 %). Los valores obtenidos pueden considerarse para usos y aplicaciones en los alimentos y/o estudios, ya que el contenido de grasa de un alimento proporciona energía y ayuda al cuerpo a absorber vitaminas y nutrientes.

El contenido de promedio de extracto etéreo de las muestras analizadas varía de (3,871% a 4,636 %), valores superiores a los descritos por Hernández (2014), que menciona que el contenido de grasa de la especie herbácea *Porophyllum ruderale* es 0,499 %, asimismo Ceballos, (1992) indica que el contenido de grasa a nivel del análisis proximal presenta el valor de 0,3 %. En función a los resultados y a las características de manejo, desarrollo y de la planta, se puede considerar a la ruda de río, como una variante de especie, con gran potencial en el sector alimentario.

Carbohidratos totales

Los resultados del contenido de carbohidratos se detallan en el Anexo 14. Los valores fueron procesados como se muestra seguidamente.

Tabla 32*Análisis de variancia del contenido de carbohidratos de las muestras*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	826,496	1	826,496	99681,925	0,000
Muestras	1,026	2	0,513	61,865	0,004
Error	0,025	3	0,008		
Total	827,547	6			
Total corregido	1,051	5			

C.V.= 2,61

De la tabla 32, se atestigua que al grado de significancia del 5 %, existe diferencias significativas a nivel de bloque y entre los tres factores evaluados. Para determinar cuál de las muestras tiene mayor contenido de carbohidratos se realizó la prueba de Duncan según la tabla 33:

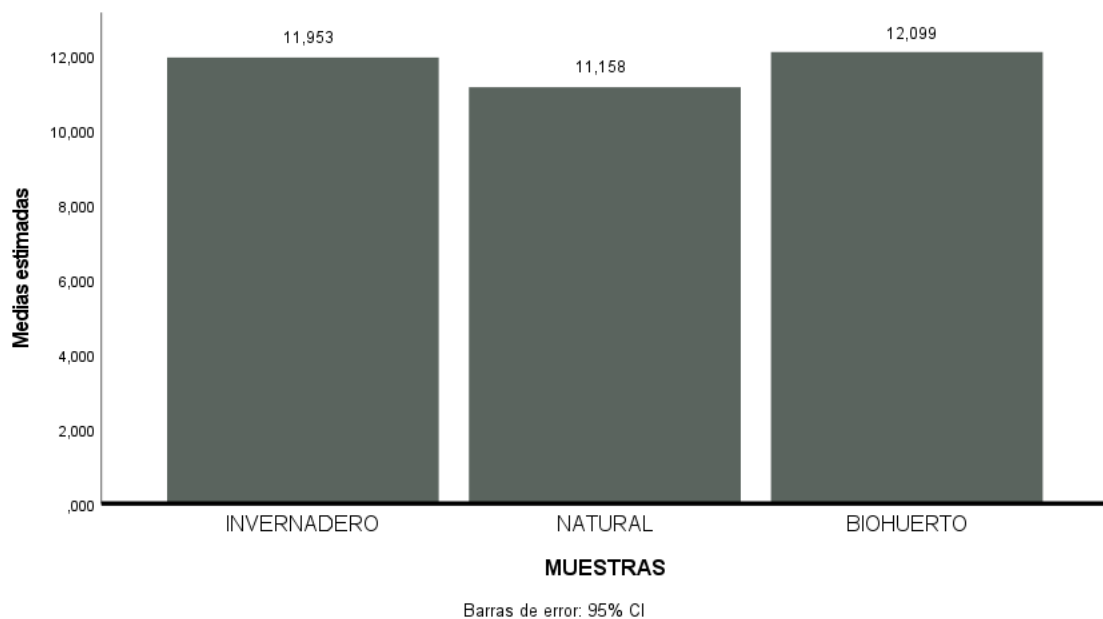
Tabla 33*Pruebas de medias por Duncan del contenido de carbohidratos*

Muestras	Sub conjunto		
	N	1	2
Natural	2	11,15800 ^b	
Invernadero	2		11,95300 ^a
Biohuerto	2		12,09900 ^a
Sig.		1,000	0,207

Los resultados describen que las muestras en estudio presentan variaciones significativas, donde las muestras de invernadero y biohuerto no difieren estadísticamente, igualmente contienen mayor contenido de carbohidratos, en comparación a la muestra de procedencia natural, como se verifica en la figura 28.

Figura 28

Valores del contenido de carbohidratos de diferentes muestras



El contenido de carbohidratos de las muestras analizadas, presentan variaciones por las características que presentan cada una de ella, donde la muestra de biohuerto presenta mayor contenido de carbohidratos y la muestra de procedencia natural el menor contenido

Los resultados de la prueba de Duncan revelan que el mayor contenido de carbohidratos es la muestra de procedencia biohuerto con (12,099 %). Los valores obtenidos pueden considerarse para usos y aplicaciones en los alimentos y/o estudios, ya que el contenido de carbohidratos es considerado uno de los principales nutrientes en nuestra alimentación y ayudan a proporcionar energía al cuerpo.

El contenido de promedio de carbohidratos de las muestras analizadas varía de (11,158 % a 12,099 %), valores menores a los descritos por Ceballos, (1992) que indica que el contenido de grasa a nivel del análisis proximal de la especie herbácea *Porophyllum ruderale* presenta el valor de 15,3 %. En función a los resultados su variabilidad es de acuerdo a las características de manejo, desarrollo procedencia y de la especie herbácea, se puede considerar a la ruda de río, como una variante de especie, con gran potencial en el sector alimentario.

4.7 Análisis fitoquímico

Realizado en los laboratorios de bromatología y nutrición de la facultad de ciencias biológicas de la universidad nacional de san Cristóbal de huamanga, utilizando aproximadamente 800 g de muestra (fresca) entre tallos y hojas.

4.7.1 Estudio preliminar

Para en análisis fitoquímico cualitativo, inicialmente Se realiza la determinación de las características de la especie herbácea.

Tabla 34

Características iniciales de especie herbácea (ruda de río)

Nombre científico	: <i>Porophyllum ruderale</i> (Jac.) Cassini.
Nombre Vulgar	: Ruda de río
Familia botánica	: Asteraceae
Uso tradicional	: En la preparación de sopas a base de pescado, en guisos como intensificador de sabor y consumo directo con cereales cocidos o tostados como el maíz.
Planta endémica o aclimatada	: Planta endémica

Análisis sensorial

Olor	: Culantro, ligeramente a pescado de río
Color	: Verde turquesa oscuro
Sabor	: No presenta amargor, característico de la planta

Nota: Evaluación cualitativa de las características de principales.

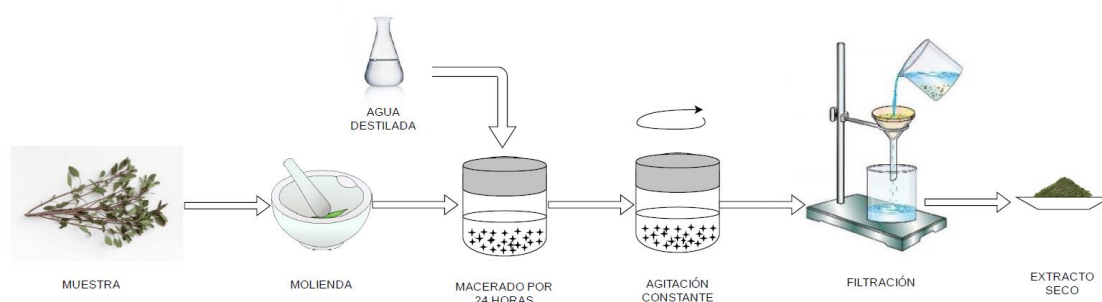
4.7.2 Procedimientos Análisis fitoquímico

4.7.2.1 Preparación del extracto acuoso

El material vegetal molido se maceró con agua destilada, por espacio de veinte cuatro horas, con agitación permanente, luego se procedió a filtrar y concentrar hasta obtener un extracto seco.

Figura 29

Procedimiento experimental de extracto acuoso en el análisis de la muestra

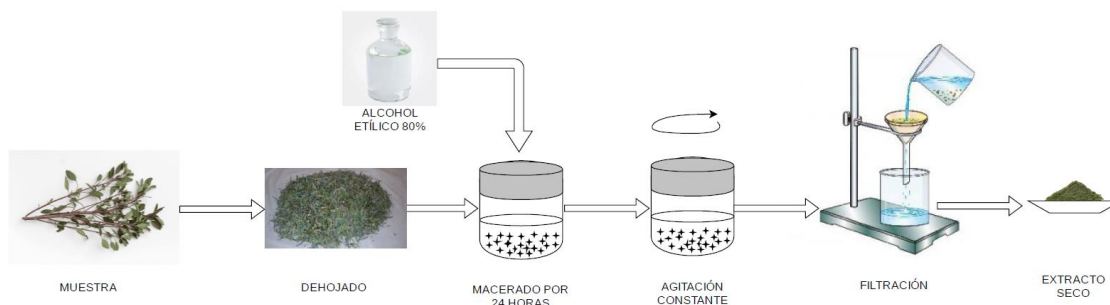


4.7.2.2 Preparación del extracto alcohólico

El material vegetal se maceró con alcohol etílico al 80 % durante veinte cuatro horas. El frasco se agito permanentemente. Luego se procedió a filtrar y concentrar, hasta obtener un extracto seco.

Figura 30

Procedimiento experimental de extracto alcohólico en el análisis de la muestra



La cantidad de solución usada es de acuerdo a la cantidad de muestra. Asimismo, determina la cantidad de muestra final obtenida para análisis.

Se realizó la determinación cualitativa de presencia de los metabolitos secundarios de los siguientes:

- Determinación cualitativa de flavonoides
- Determinación de saponinas
- Determinación de esteroides
- Determinación de glúcidos
- Determinación de alcaloides
- Determinación de compuestos fenólicos

Las metodologías se siguieron según lo establecido por Miranda (Miranda, 1996; Miranda y Cuellar 2000). utilizadas en el análisis fitoquímico se describen en el anexo 02.

Tabla 35

Resultados de los análisis y evaluación fitoquímica de la muestra (hojas de ruda de río)

Metabolitos secundarios	Ensayos (reactivos)	Resultados	Observación
DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE FLAVONOIDES	Extracto Acuoso + Reactivo de Shinoda	++	Positivo (Marrón amarillo)
	Extracto Alcohólico + Reactivo de Shinoda	++	Positivo (Verde – marrón rojizo)
DETERMINACIÓN DE SAPONINAS	Extracto Acuoso	--	Negativo (no hay presencia de espuma durante 5 min)
	Extracto Alcohólico	--	Negativo (no hay presencia de espuma durante 5 min)
DETERMINACIÓN DE ESTEROIDES	Extracto Acuoso + Reactivo de Liebermann-Burchard	+	Positivo (Verde rojizo)
	Extracto Alcohólico + Reactivo de Liebermann-Burchard	+	Positivo (Verde azul - rojizo)
DETERMINACIÓN DE GLÚCIDOS	Extracto Acuoso + Reactivo de Barfoed	++	Positivo (precipitado amarillo)
	Extracto Alcohólico + Reactivo de Barfoed	++	Positivo (precipitado amarillo)
DETERMINACIÓN DE ALCALOIDES	Extracto Acuoso + Reactivo de Dragendorff	+++	Positivo (precipitado naranja)
	Extracto Acuoso + Reactivo de Mayer	+++	Positivo (precipitado crema)
	Extracto Acuoso + Reactivo de Wagner	++	Positivo (precipitado marrón)
TANINOS Y FENÓLICOS	Extracto Acuoso + Reactivo de cloruro férrico	+	Positivo (verde claro)
	Extracto Alcohólico + Reactivo de cloruro férrico	+	Positivo (verde claro)

Se muestra la certificación de laboratorio del análisis fitoquímico cualitativo, en el anexo 17, donde se detalla que la muestra analizada contiene flavonoides, esteroides, glucósidos, alcaloides, trazas de compuestos fenólicos y negativo en contenido de saponinas, que al consumirlos no presentan daños a la salud. Donde según lo mencionado por EUFIC (2006), que los alimentos con contenidos como compuestos fitoquímicos en concentraciones no dañinas presentan beneficios para la salud y reduce el riesgo de sufrir enfermedades, asimismo Muñiz et al. (2010), En el trabajo que realizaron sobre uso alternativo de fitoquímicos de algunas especies para el control de enfermedades transmitidas por alimentos, describe que las especias han sido utilizadas desde la antigüedad como agentes aromatizantes y saborizantes en la cocina, además presentan propiedades curativas debido a sus compuestos fitoquímicos, tales como el pápaloquelite (*Porophyllum ruderale*). Sin embargo, aún son pocas las investigaciones que se han hecho respecto a las propiedades biológicas, alimentarias y fuente potencial de dichos fitoquímicos para su uso alternativo como antimicrobianos y antioxidantes. En el mismo contexto Villavicencio (2017), Evaluó la actividad

antiespasmódica del extracto hidroalcohólico de hojas de *Porophyllum ruderale* (Jac.) cassini “Rupay wachi”, sobre el ileon aislado de *Cavia porcellus* “cobayo”, Ayacucho 2016, realizó el análisis de composición fitoquímica, donde no presenta variación significativa con los resultados obtenidos. En la evaluación fitoquímica describimos la presencia o ausencia, mas no se realizó la cuantificación de los mismos.

4.8 Evaluación cualitativa de olor, sabor y coloración de hojas de ruda de río

Realizado en el laboratorio de Análisis de alimentos de la facultad de Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se evaluó las características sensoriales de la coloración, sabor y olor de muestras (hojas y tallo) de la especie herbácea en solución de agua, con el fin de determinar qué cantidad de hojas confieren las mejores características sensoriales, se considera la forma de consumo tradicional del uso de la ruda de río en sopas.

Se evaluó el uso de las hojas de ruda de río, y la influencia de coloración, sabor y olor, en diferentes tiempos de ebullición. Realizaron con 10 panelista semi entrenados determinando la calidad de uso y aplicación.

Tabla 36

Pruebas de color y sabor cualitativo, de hojas de ruda de río

Ingredientes de Solución				
Nº	Peso de muestra hojas de ruda de río (g)	Volumen de agua (ml)	Tiempo de ebullición (seg)	pH
1	2,5009	500	2,5	6,55
2	2,5074	500	5	6,49
3	2,5094	500	10	6,44
4	2,5133	500	15	6,41
5	2,5142	500	20	6,30

Se realizaron las pruebas en función del tiempo con muestra y volumen de agua similares, con el fin de evaluar la coloración, sabor y olor y su impacto al ser usado en los alimentos. Asimismo, se evaluó el pH de la solución resultante, los valores y evaluación estadística se muestra en el anexo 12 y 13.

Tabla 37

Características sensoriales con mayor aceptabilidad

MUESTRA 3		
Color	Olor	Sabor
Verde oliva claro ligeramente más intenso.	Infusión característica de la planta, ligeramente ligero presencia de olor a pescado.	Sabor infusión característico a la hoja, ligeramente presenta un sabor a pescado de río.

Nota: Descripción de los atributos más representativos, al ser evaluadas.

El resultado que se pretende lograr es el impacto de la coloración, sabor y olor de las hojas de muestra en agua en función al tiempo de ebullición. Se determina su uso y aplicación de la ruda de río en sopas y otros alimentos. Los procedimientos realizados se muestran con imágenes en el anexo 22.

4.8.1 Evaluación estadística de los resultados

Color: En la tabla 38 se muestra el análisis estadístico para el atributo color.

Tabla 38

Análisis de variancia del atributo color de las muestras

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelista	2,020	9	0,224	0,704	0,701
Tratamiento	64,520	4	16,130	50,582	0,000
Error	11,480	36	0,319		
Total corregido	78,020	49			
C.V.=19,74					

En función de los valores obtenidos, procesados al grado de significancia de 5%, se alega que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para establecer cuál o cuáles de los factores en estudio se superan entre sí, se realizó el ensayo de comparación de medias de Duncan.

Tabla 39

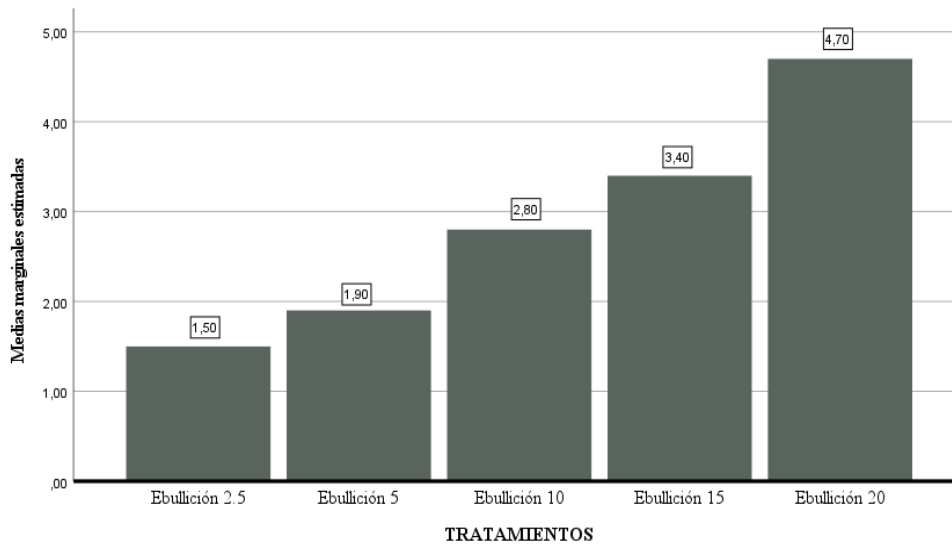
Pruebas de medias por Duncan del atributo color

Tratamientos experimentales	Sub conjunto				
	N	1	2	3	4
Ebullición 2,5 seg.	10	1,5000 ^d			
Ebullición 05 seg.	10	1,9000 ^d			
Ebullición 10 seg.	10		2,8000 ^c		
Ebullición 15 seg.	10			3,4000 ^b	
Ebullición 20 seg.	10				4,7000 ^a
Sig.		,109	1,000	1,000	1,000

Basándonos en los resultados obtenidos, se identifica que los tratamientos a ebullición por un tiempo de (20 segundos) superan estadísticamente a los demás tratamientos, el atributo resaltante es determinante por la intensidad de color, contrastándose esa superioridad en la figura 31.

Figura 31

Atributo color de las soluciones a diferentes tratamientos



La coloración de la muestra fue determinante por su intensidad, ya que los panelistas analizaron los productos que reflejaban un atractivo externo para atribuir según los formatos presentados. El color de los alimentos es debido a su composición de los diferentes pigmentos que contiene la especie herbácea ruda de río.

Olor: En la tabla 40 se muestra el análisis estadístico para el atributo olor.

Tabla 40

Análisis de variancia del atributo olor de las muestras

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelista	1,680	9	0,187	1,175	0,340
Tratamiento	2,680	4	0,670	4,217	0,007
Error	5,720	36	0,159		
Total corregido	10,080	49			

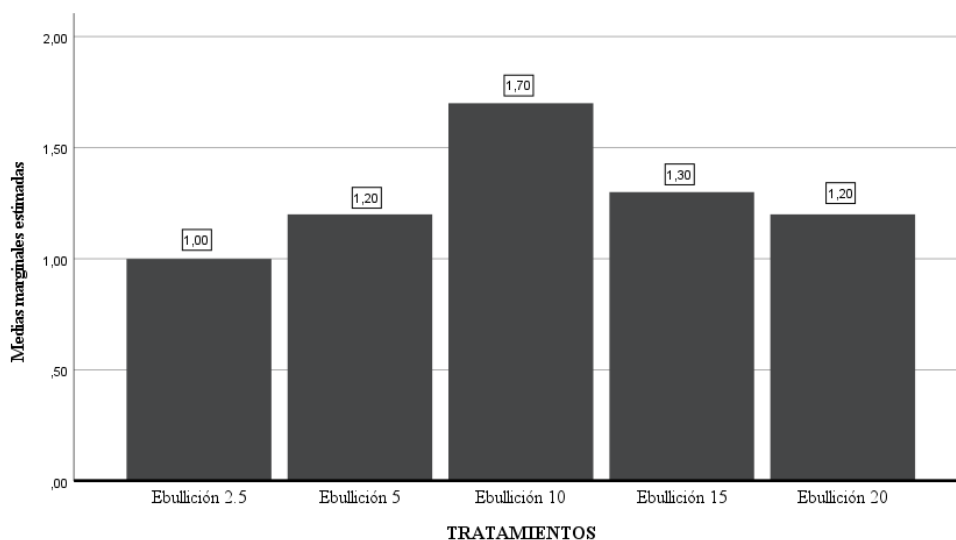
C.V.=30

En función de los datos para el grado de significancia de 5% se alega que existen variaciones significativas entre los factores en estudio. Para determinar cuál o cuáles de los tratamientos superan a los tratamientos en estudio, se realizó el ensayo de comparación de medias de Duncan.

Tabla 41*Pruebas de medias por Duncan del atributo olor de las muestras*

Tratamientos experimentales	Sub conjunto		
	N	1.	2
Ebullición 2,5 seg	10	1,0000 ^b	
Ebullición 05 seg	10	1,2000 ^b	
Ebullición 20 seg	10	1,2000 ^b	
Ebullición 15 seg	10	1,3000 ^b	
Ebullición 10 seg	10		1,7000 ^a
Sig.		0,138	1,000

La tabla anterior nos muestra que los tratamientos a ebullición por un tiempo de (10 segundos) superan estadísticamente a los demás tratamientos, el atributo resaltante es determinante por la intensidad de color, contrastándose esa superioridad en la figura 32.

Figura 32*Atributo olor de las soluciones a diferentes tratamientos*

El atributo de olor de la muestra fue determinante por su intensidad, según tiempo de ebullición (segundos) de agua con adición de muestra, ya que los panelistas analizaron los productos que reflejaban un atractivo a nivel del olfato para atribuir según los formatos presentados. El olor de los alimentos es debido a los compuestos que proviene de diferentes sustancias volátiles presentes en los alimentos.

Sabor

En la tabla 42 se muestra el análisis estadístico para el atributo sabor.

Tabla 42*Análisis de variancia del atributo sabor de las muestras*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelista	1,680	0,720	9	0,080	0,202
Tratamiento	9,320	4	2,330	5,874	0,001
Error	14,280	36	0,397		
Total corregido	24,320	49			

C.V.=30

En función al procesamiento de los datos al grado de significancia de 5% se asevera que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para determinar cuál o cuáles de los factores en estudio se superan entre sí, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan.

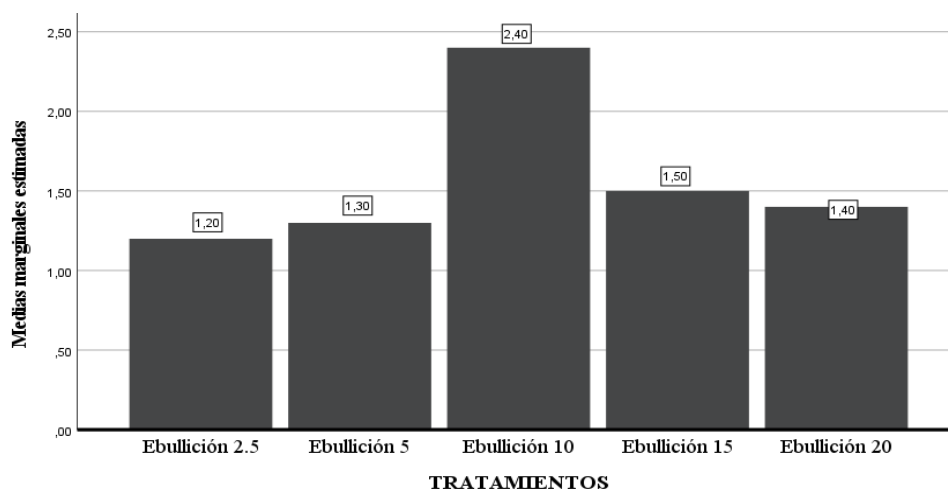
Tabla 43*Pruebas de medias por Duncan del atributo sabor de las muestras*

Tratamientos experimentales	Sub conjunto		
	N	1.	2
Ebullición 2,5 seg	10	1,2000 ^b	
Ebullición 05 seg	10	1,3000 ^b	
Ebullición 20 seg	10	1,4000 ^b	
Ebullición 15 seg	10	1,5000 ^b	
Ebullición 10 seg	10		2,4000 ^a
Sig.		0,298	1,000

Se muestra que los tratamientos a ebullición por un tiempo de (10 segundos) superan estadísticamente a los demás tratamientos, el atributo resaltante es determinante por la mejor sensación de sabor, contrastándose esa superioridad en la figura 33.

Figura 33

Atributo sabor de las soluciones a diferentes tratamientos



El atributo de sabor fue determinante por su sensación mejor aceptable, según el tiempo de ebullición (segundos) de agua con adición de muestra. los panelistas analizaron el atributo de sabor, con uso de los formatos (escalas “JAR”) presentados, donde se puede visualizar en el anexo 12. El tratamiento con mejores resultados en función al olor, color y sabor es la muestra 03 con tiempo de ebullición de 10 seg., por el que para su consumo a nivel de usos de hojas en sopas el promedio de ebullición es de 10 segundos.

4.9 Extracción de aceite esencial

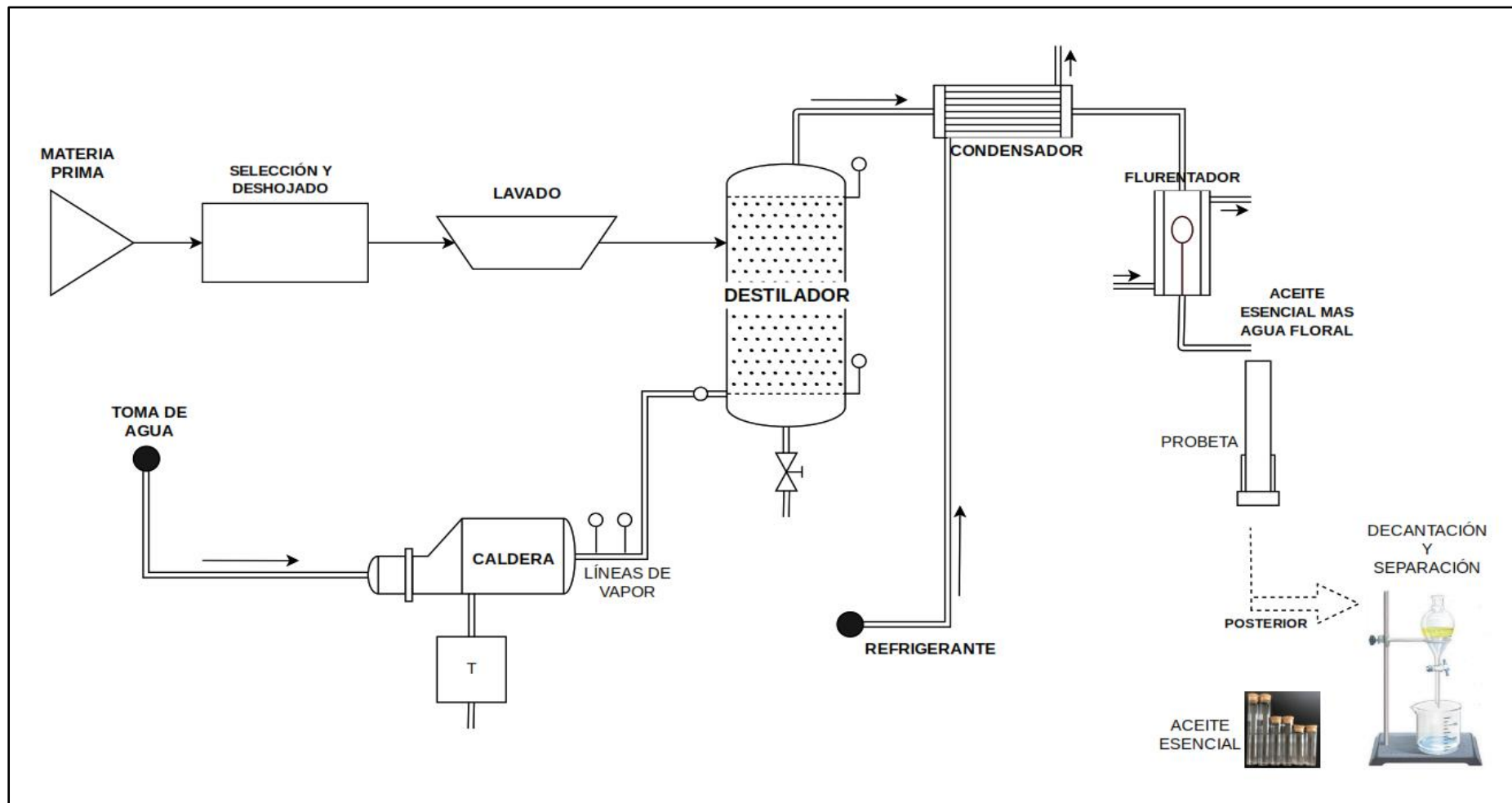
Realizado en el laboratorio de Transferencia de Masa de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

EL equipo modular fue utilizado para la extracción de aceite esencial mediante arrastre con vapor de agua, donde presenta las características para la evaluación de los variables de operación de extracción de aceite esencial de ruda de río, que esta implementado con toda instrumentación de control que permite el fácil acondicionamiento y usos del equipo. Se utilizó como muestras para la extracción de aceite esencial, las hojas y tallos de la especie herbácea *Porophyllum Ruderale* (ruda de río).

4.9.1 Diagrama de extracción de aceite esencial

Figura 34

Diagrama de Proceso para la extracción de Aceite esencial de las partes aéreas de la ruda de río



Se realizó la extracción de aceite esencial en tres etapas, con dos factores de % de FV con 2 repeticiones (2*3*2), controlando las características y condiciones de extracción.

4.9.2 Extracción de aceite esencial con muestras de procedencia de biohuerto

Realizado con muestras procedentes de cultivo en biohuerto.

Tabla 44

Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de biohuerto al (50% FV)

Variables de extracción		Valores	
		1ra	2da
Peso de ingreso de la muestra	Hojas (H)	1005 g H	1012 g H
	Tallo (T)	495 g T	488 g T
Pero de salida de la muestra		2100 g	2100 g
Aceite esencial obtenido		1,9 mL	1,95 mL
Agua floral obtenido		5200 mL	5224 mL
Caudal condensado		0,83 mL/s	0,83 mL/s
Tiempo de extracción		120 min	120 min
Cantidad de agua utilizado en la extracción	Flujo vapor	5601,5 mL	5641,8 mL
	Refrigerante 01	600,85 L	609,85 L
	Refrigerante 02	30,10 L	32,10 L
Presión de vapor de agua (inyectado)		4 Bar	4 Bar
Flujo de vapor		50 %	50 %
T1		14,5 – 90,8 °C	14,2 – 90,9 °C
T2		16,2 – 16,2 °C	16,0 – 16,2 °C
T3		16,2 - 25 °C	16,0 - 25 °C
T4		14,4 - 18 °C	14,8 - 18 °C
Tiempo de inicio		11:36 a.m.	09:40 a.m.
Tiempo final		01:36 a.m.	11:40 a.m.

Tabla 45*Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de biohuerto (70% FV)*

Variables de extracción		Valores	
		1ra	2da
Peso de ingreso de la muestra	Hojas (H)	1008 g H	1010 g H
	Tallo (T)	1500 g	1500 g
		492 g T	490 g T
Pero de salida de la muestra		2107 g	2110 g
Aceite esencial obtenido		1,97 mL	1,99 mL
Agua floral obtenido		5205 mL	5221 mL
Caudal condensado		0,82 mL/s	0,80 mL/s
Tiempo de extracción		120 min	120 min
Cantidad de agua utilizado en la extracción	Flujo vapor	5618,0 mL	5615,0 mL
	Refrigerante 01	600,80 L	600,95 L
	Refrigerante 02	30,20 L	32,25 L
Presión de vapor de agua (inyectado)		4 Bar	4 Bar
Flujo de vapor		70 %	70 %
T1		14,1 – 90,8 °C	14,3 – 90,9 °C
T2		16,0 – 16,2 °C	16,0 – 16,2 °C
T3		16,5 - 25 °C	16,5 - 25 °C
T4		14,7 - 18 °C	14,2 - 18 °C
Tiempo de inicio		10:40 a.m.	11:00 a.m.
Tiempo final		12:40 p.m.	01:00 p.m.

4.9.3 Extracción de aceite esencial con muestras de procedencia de invernadero

Realizado con muestras de cultivo de biohuerto semiautomático.

Tabla 46

Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de invernadero semiautomático al (50% FV)

Variables de extracción		Valores	
		1ra	2da
Peso de ingreso de la muestra	Hojas (H)	3724 g H	3720 g H
	Tallo (T)	4500 g	4500 g
		776 g T	780 g T
Pero de salida de la muestra		5252 g	5246 g
Aceite esencial obtenido		5,70 mL	5,73 mL
Agua floral obtenido		5800 mL	5825 mL
Caudal condensado		0,84 mL/s	0,83 mL/s
Tiempo de extracción		120 min	120 min
Cantidad de agua utilizado en la extracción	Flujo vapor	6232 mL	6230 mL
	Refrigerante 01	601,85 L	601,71 L
	Refrigerante 02	34,59 L	34,57 L
Presión de vapor de agua (inyectado)		4 Bar	4 Bar
Flujo de vapor		50 %	50 %
T1		14,4 – 90,8 °C	14,8 – 90,8 °C
T2		16,5 – 16,2 °C	16,3 – 16,2 °C
T3		16,2 - 26 °C	16,6 - 26 °C
T4		14,4 - 18 °C	14,1 - 18 °C
Tiempo de inicio		01:30 p.m.	12:34 p.m.
Tiempo final		03:30 p.m.	02:34 p.m.

Tabla 47

Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo de invernadero semiautomático al (70% FV)

Variables de extracción		Valores	
		1ra	2da
Peso de ingreso de la muestra	Hojas (H)	3732 g H	3728 g H
		4500 g	4500 g
	Tallo (T)	768 g T	772 g T
Pero de salida de la muestra		5275 g	5269 g
Aceite esencial obtenido		5,78 mL	5,80 mL
Agua floral obtenido		5812 mL	5816 mL
Caudal condensado		0,80 mL/s	0,83 mL/s
Tiempo de extracción		120 min	120 min
Cantidad de agua utilizado en la extracción	Flujo vapor	6240 mL	6244,0 mL
	Refrigerante 01	601,85 L	601,82 L
	Refrigerante 02	34,55 L	34,60 L
Presión de vapor de agua (inyectado)		4 Bar	4 Bar
Flujo de vapor		70 %	70 %
T1		14,5 – 90,8 °C	14,6 – 90,8 °C
T2		16,2 – 16,2 °C	16,3 – 16,6 °C
T3		16,2 - 25 °C	16,0 - 26 °C
T4		14,3 - 18 °C	14,2 - 18 °C
Tiempo de inicio		11:25 a.m.	10:30 a.m.
Tiempo final		01:25 p.m.	12:30 p.m.

4.9.4 Extracción de aceite esencial con muestras de procedencia de natural

Realizado con muestras de cultivo y recolectado de su hábitat natural, del valle de Tapinza, distrito de Belén, provincia de sucre – Ayacucho.

Tabla 48

Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo y recolectado de su hábitat natural al (70% FV)

Variables de extracción		Valores	
		1ra	2da
Peso de ingreso de la muestra	Hojas (H)	5355 g H	5360 g H
	Tallo (T)	7500 g	7500 g
		2145 g T	2140 g T
Pero de salida de la muestra		8316 g	8310 g
Aceite esencial obtenido		11,10 mL	11,30 mL
Agua floral obtenido		5995 mL	5985 mL
Caudal condensado		1,01 mL/s	1,05 mL/s
Tiempo de extracción		120 min	120 min
Cantidad de agua utilizado en la extracción	Flujo vapor	6909 mL	6912 mL
	Refrigerante 01	611,66 L	611,72 L
	Refrigerante 02	30,60 L	30,58 L
Presión de vapor de agua (inyectado)		4 Bar	4 Bar
Flujo de vapor		50 %	50 %
T1		14,4 – 90,8 °C	14,0 – 90,8 °C
T2		16,0 – 16,2 °C	16,0 – 16,2 °C
T3		16,1 - 25 °C	16,5 - 25 °C
T4		14,4 - 18 °C	14,2 - 18 °C
Tiempo de inicio		01:30 p.m.	12:34 p.m.
Tiempo final		03:30 p.m.	02:34 p.m.

Tabla 49

Extracción con muestra (hojas y tallos) de cultivo y recolectado de su hábitat natural al (70% FV)

Variables de extracción		Valores	
		1ra	2da
Peso de ingreso de la muestra	Hojas (H)	5345 g H	5376 g H
	Tallo (T)	7500 g	7500 g
		2155 g T	2124 g T
Pero de salida de la muestra		8318 g	8310 g
Aceite esencial obtenido		11,70 mL	11,60 mL
Agua floral obtenido		6022 mL	6015 mL
Caudal condensado		1,12 mL/s	1,11 mL/s
Tiempo de extracción		120 min	120 min
Cantidad de agua utilizado en la extracción	Flujo vapor	6898,0 mL	6901,0 mL
	Refrigerante 01	611,88 L	611,92 L
	Refrigerante 02	30,62 L	30,60 L
Presión de vapor de agua (inyectado)		4 Bar	4 Bar
Flujo de vapor		70 %	70 %
T1		14,0 – 90,8 °C	14,0 – 90,8 °C
T2		16,0 – 16,2 °C	16,0 – 16,6 °C
T3		16,3 - 25 °C	16,2 - 25 °C
T4		14,5 - 18 °C	14,5 - 18 °C
Tiempo de inicio		11:15 a.m.	02:25 p.m.
Tiempo final		01:15 p.m.	04:25 p.m.

A nivel de extracción de aceite esencial, Las características de tiempo, temperatura de flujo de vapor y Volumen, presenta variación en las 3 etapas de extracción y repeticiones, este debido a las cantidades de muestra y porcentaje de flujo de vapor inyectado, donde mostramos en el anexo 18.

4.9.5 Propiedades fisicoquímicas de aceite esencial

La evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceite esencial se basó en % de rendimiento de extracción, medición de densidad e índice de refracción.

Determinamos el rendimiento de obtención de aceite esencial

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{v \text{ (ml)}}{m \text{ (g)}} * 100\%$$

Donde:

v: volumen de aceite esencial

m: Masa de muestra inicial

Tabla 50

Resultados de la extracción de aceite esencia de las partes aéreas de la ruda de río

Aceite esencial					
Etapas de extracción	Flujo de vapor (%)	Volumen (mL)	Rendimiento (%)	Densidad (g/mL)	Índice de refracción
1: Biohuerto	50	1,93	0,128	1,0233	1,4740
	70	1,98	0,132	1,0232	1,4739
2: invernadero	50	5,72	0,127	1,0230	1,4737
	70	5,79	0,128	1,0228	1,4738
3: Natural	50	11,20	0,149	1,0234	1,4742
	70	11,65	0,155	1,0235	1,4742
Promedio			0,137	1,0232	1,4739

Nota: Valores de promedio de extracción en 03 etapas en función a la variación de la cantidad de la muestra, procedencia y el flujo de vapor.

Las etapas de extracción correspondientes están en función de procedencia de muestra, masa y % de flujo de vapor.

La determinación de extracción de aceite esencial se muestra con imágenes en el anexo 21, y los valores a nivel de extracción en el anexo 18.

4.9.5.1 Evaluación estadística de características fisicoquímicas de aceite esencial

Los resultados se muestran en el anexo 19, donde los valores son procesados a continuación.

Rendimiento

Tabla 51

Análisis de varianza de rendimiento de las extracciones de aceite esencial

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig.
Muestras	0,001500	2	0,00074	322,86	<0,0001
% Flujo de vapor	0,000041	2	0,000021	8,91	0,0225
Muestras * % Flujo de vapor	0,000010	2	0,000005	2,17	0,2092
Error	0,000011	5	0,0000023		
Total	0,001500	11			

C.V. = 0,41

Se observa que los datos para un nivel de significancia de 5% se afirma que existen diferencias significativas para los factores muestras y % flujo de vapor, y la interacción no presenta diferencias significativas, entre los valores de rendimiento de los factores en estudio. Para determinar cuál o cuáles de los tratamientos superan estadísticamente, se realizó la prueba de Duncan, como se observa en la tabla 52 y figura 35.

Tabla 52

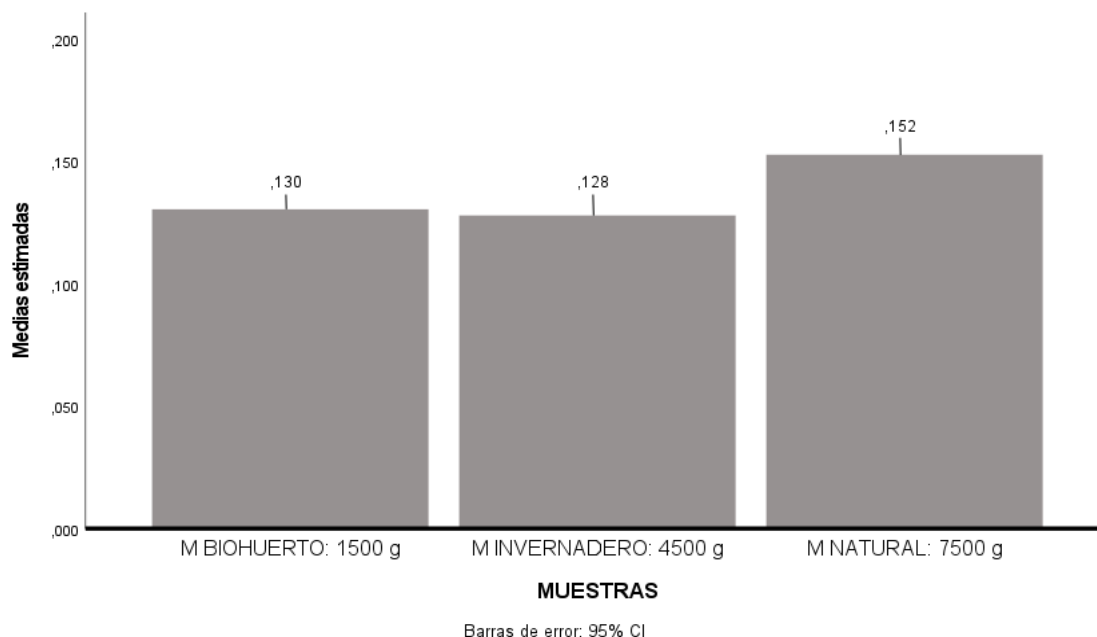
Pruebas Duncan para el rendimiento de las extracciones de aceite esencial

Sector de evaluación	Sub conjunto		
	N	1	2
M. Invernadero: 4500 g	4	0,12775	
M. Biohuerto: 1500 g	4	0,13025	
M. Natural: 7500 g	4		0,15250
Sig.		,066	1,000

Según resultados de las extracciones de aceite esencial en estudio difieren en el rendimiento, identificándose que la muestra de procedencia natural presenta valores que superan estadísticamente entre las tres muestras en estudio, asimismo los valores de las muestras de procedencia biohuerto e invernadero no se superan estadísticamente.

Figura 35

Valores de rendimiento a diferentes tratamientos de extracción de aceite esencial



En la figura 35, se muestra la distribución de las medias del rendimiento de extracción de aceite esencial, donde la extracción con los parámetros de (muestra de procedencia natural e invernadero: 1500 g y 4500 y FV 50 y 70 %) presentan menores valores, y (muestra de procedencia natural: 7500 g y FV: 50 y 70 %) presenta mayor valor, en comparación entre los tres resultados de rendimientos de la extracción de aceites esenciales.

Los resultados de la extracción presentan los valores de rendimiento de (0,128 % a 0,152 %), en función a la cantidad procedencia y de la cantidad de muestra, el valor de rendimiento de las extracciones de aceite esencia presenta similitud a lo mencionado por Rondón et al. (2008), señalan que el aceite esencial de las partes aéreas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. (Asteraceae) fue analizada por CG/EM, que fue extraído por hidrodestilación con un rendimiento de 0,18% p/v. Asimismo el mismo contexto Barbosa et al. (2002), describen que *Porophyllum ruderale* es una planta medicinal de Brasil, que las hojas y raíces frescas se realizaron la extracción de aceite esencial por destilación al vapor con un rendimiento del 0,5 % y 0,013 %, valores de rendimiento de extracción que están dentro del rango descrito, de las partes aéreas de ruda de río.

Densidad

Tabla 53

Análisis de varianza de densidad de las extracciones de aceite esencial

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.l.	Media cuadrática	F	Sig.
Muestras	6,2E-07	2	3,1E-07	20,67	0,0020
% Flujo de vapor	3,3E-09	1	3,3E-09	0,22	0,6540
Muestras * % Flujo de vapor	2,7E-08	2	1,3E-08	0,89	0,4591
Error	9,0E-08	6	1,5E-08		
Total	7,4E-07	11			

C.V. = 0,01

Los valores a un nivel de significancia de 5 %, se afirma que existen diferencias significativas entre los valores de densidad para los factores de muestras y los factores de % de flujo de vapor y la interacción no presentan diferencias significativas a nivel de los objetos de estudio. Para determinar cuál de los tratamientos superan estadísticamente, se realizó la prueba de Duncan como se observa en la tabla 54 y figura 36.

Tabla 54

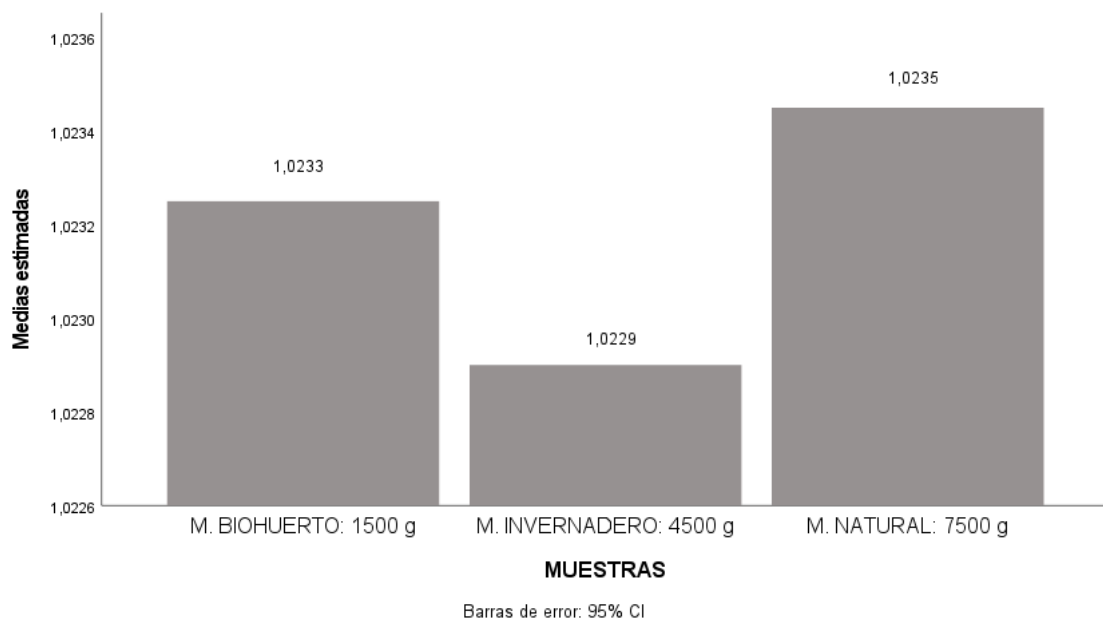
Pruebas Duncan para la densidad de las extracciones de aceite esencial

Sector de evaluación	Sub conjunto			
	N	1022850	2	3
M Invernadero: 4500 g	4	1,022900 ^c		
M Biohuerto: 1500 g	4		1,023250 ^b	
M Natural: 7500 g	4			1,023450 ^a
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se observa que, según resultados de las extracciones en estudio, difieren en la densidad aparente, identificándose que la muestra de procedencia natural supera estadísticamente a los dos muestras y la muestra de procedencia biohuerto supera estadísticamente a la muestra de procedencia invernadero, además indican los valores mayores entre las muestras evaluadas.

Figura 36

Valores de la densidad a diferentes tratamientos de extracción de aceite esencial



En la figura anterior se muestra la distribución de las medias del contenido de densidad, donde la extracción con los parámetros de (muestra de procedencia invernadero con masa de 4500 g) presenta el menor valor, y (la muestra de procedencia natural con masa de 7500 g) presenta el mayor valor, en comparación entre los tres valores de rendimiento de las extracciones de aceite esencial de ruda de río.

En referente a la densidad, los valores obtenidos oscilan entre (1,0229 g/mL y 1,0235 g/mL). Donde los resultados obtenidos están dentro del rango de los valores de densidad de los aceites esenciales, señalado por Pérez (2006), donde describe que la densidad de los aceites esenciales varía de 0,84 a 1,18 g/mL.

Índice de refracción

Tabla 55

Análisis de varianza de índice de refracción de las extracciones de aceite esencial

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.l.	Media cuadrática	F	Sig.
Muestras	3,6E-07	2	1,8E-07	6,78	0,0289
% Flujo de vapor	0,00	1	0,00	0,00	> 0,9999
Muestras * % Flujo de vapor	5,0E-09	2	2,5E-09	0,09	0,9118
Error	1,6E-07	6	2,7E-08		
Total	5,3E-07	11			

C.V. = 0,01

Se observa que los valores procesados al grado de significancia de 5 %, se alega que existen variaciones significativas entre los valores de índice de refracción del factor muestras, asimismo los variables % de flujo de vapor y la interacción no existen diferencias significativas. Para determinar cuál o cuáles de los tratamientos superan estadísticamente, se realizó la prueba de Duncan, como se observa en la tabla 56 y figura 37.

Tabla 56

Pruebas Duncan para el índice de refracción de las extracciones de aceite esencial

Sector de evaluación	Sub conjunto		
	N	1	2
M Invernadero: 4500 g	4	1,473725 ^b	
M Biohuerto: 1500 g	4	1,473925 ^b	
M Natural: 7500 g	4		1,474150 ^a
Sig.		0,084	0,058

Se observa que según resultados de las extracciones en estudio difieren en el valor de índice de refracción, identificándose el factor de muestra de procedencia natural que superan estadísticamente a las dos muestras en estudio de AE, asimismo los valores de muestras de procedencia invernadero y biohuerto no difieren estadísticamente.

Figura 37

Valores de índice de refracción a diferentes tratamientos de extracción de aceite esencial

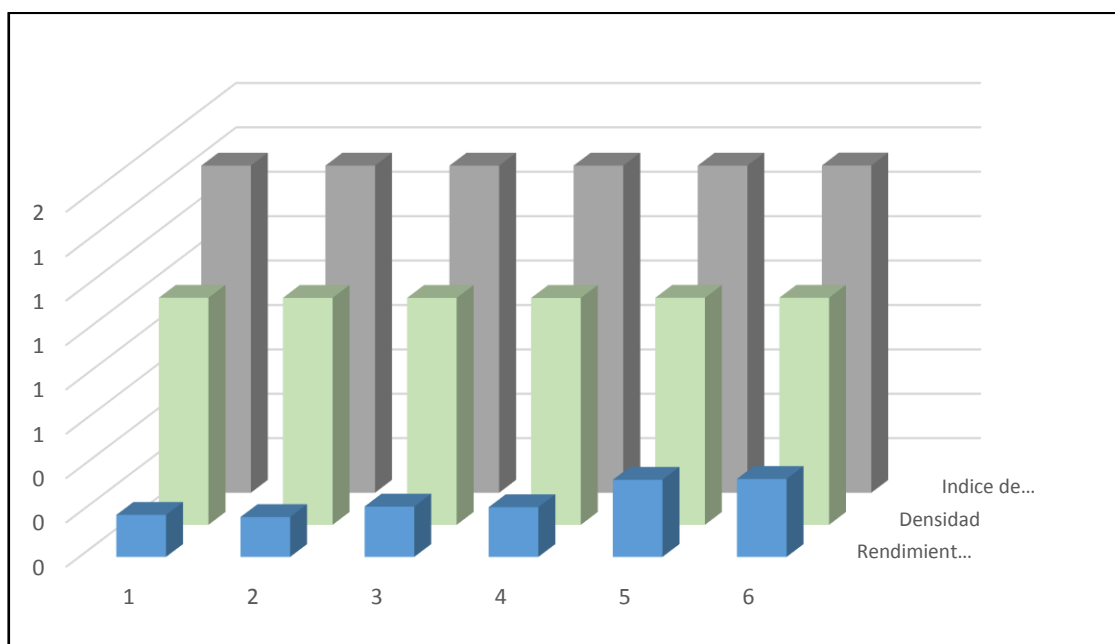


Se muestra la distribución de las medias de índice de refracción, donde la extracción con los parámetros de procedencia de invernadero presenta el menor valor, la muestra de procedencia natural tiene el mayor valor, en función a los tres tratamientos de extracción.

El resultado del índice de refracción presenta una variación significativa en las 03 etapas de extracción, (1,4740; 1,4738 y 1,4742), con una diferencia de 0,0002. Los valores obtenidos están en el rango de índice de refracción para aceites esenciales tal como describe Paredes y Quinatoa (2010), mencionan que el índice de refracción está relacionado con la viscosidad, que se puede medirse con métodos ópticos sin tocar el aceite. A 20 °C el índice de refracción de los aceites esenciales suele oscilar entre 1,3 y 1,7. En el mismo contexto también presenta relación con lo mencionado con Pérez (2006), que menciona que el índice de refracción los aceites esenciales son elevados, con un promedio de 1,5 y generalmente presentan actividad óptica.

Figura 38

Características fisicoquímicas de extracción de aceites esenciales



Mostramos las propiedades fisicoquímicas resultantes de la evaluación de los aceites esenciales obtenidos de las muestras de procedencias variados. Los valores obtenidos y su evaluación estadística se detallan en el anexo 18 y 19.

Los resultados presentan valores resaltantes de extracción de aceite esencial de la muestra de procedencia (sector nativo) del lugar denominado valle de Tapinza, ubicado

en el distrito de Belén, provincia de Sucre – Ayacucho, presenta mayor rendimiento a nivel de obtención de aceite esencial de ruda de río.

La evaluación de las extracciones de aceite esencial con indicadores de procedencia de muestra, masa de muestra y porcentaje de fujo de valor, se estableció que las cantidades de muestra no influyen en los resultados de las propiedades fisicoquímicas.

4.10 Aplicación del aceite esencial en los alimentos (pruebas organolépticas en sopas)

Realizado en el laboratorio de tecnología de alimentos de la facultad de Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se implementa la aplicación de la especie herbácea y aceite esencial en sopas de esa forma determinamos las diferentes aplicaciones a nivel industrial de los componentes de la ruda de río.

Tabla 57

Ingredientes y proceso de preparación de sopas (caldo)

Ingredientes de solución general			
Nº	Ingredientes	Peso de muestra	Tiempo de ebullición (Seg.)
1	Pescado Lisa	560 g	De 3 a 5 minutos de acuerdo a la observación de cocción
2	Agua	1500 mL	
3	sal	6 g (gusto)	

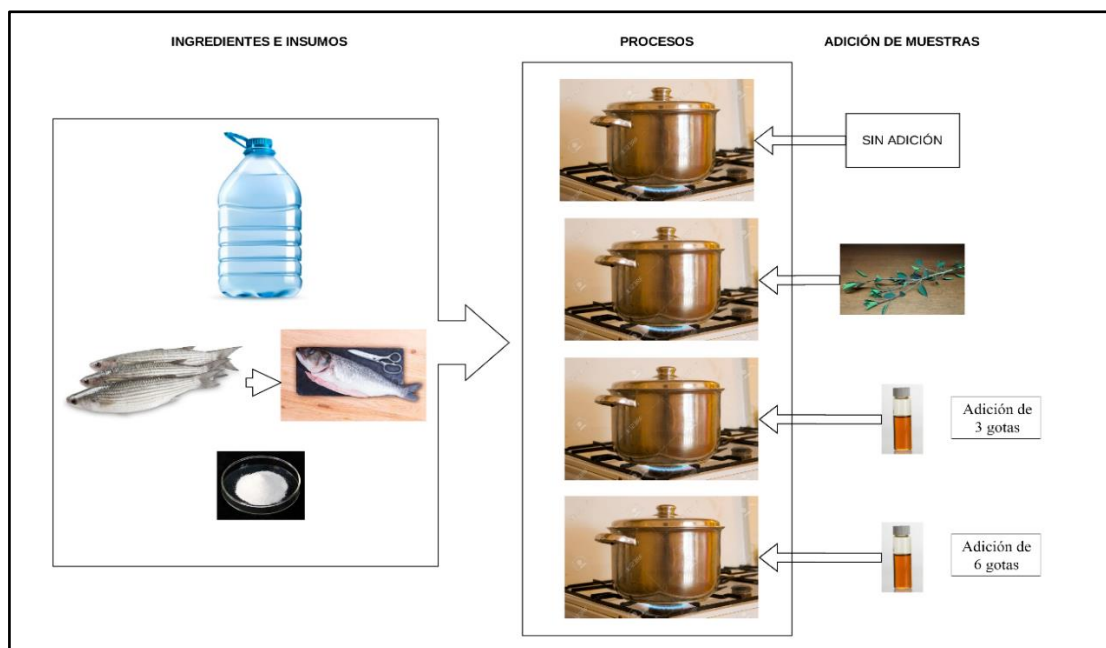
Se pone en un recipiente 1500 mL de agua aproximadamente, el cual se le somete a la temperatura, al momento de la ebullición se le adiciona pescado Lisa previamente lavado y limpiado, por un promedio de 3 a 5 minutos previa observación de su cocción adecuada para consumo. El proceso es desarrollado según la cantidad requerida para su evaluación organoléptica.

4.10.1 Proceso de preparación y adición de muestras en sopas

Mediante la adición de muestra (hojas y tallo), aceite esencial y sin adición de muestras, se determinó el grado de influencia del sabor.

Figura 39

Proceso de obtención de caldos para las diferentes evaluaciones en función a adiciones



El proceso de preparación se realiza con metodologías de preparación de sopas, se utilizó los ingredientes necesarios y su adición de muestras que determinen como saborizantes o no. Asimismo, las imágenes de su desarrollo se muestran en el anexo 22.

La adición de sal es de acuerdo al gusto y requerimiento de la sopa. A continuación, mostramos los procesos de preparación y adición de muestras.

Tabla 58

Soluciones con adiciones para su evaluación sensorial

DETERMINACIÓN DE SOLUCIONES			
Nº	Muestra	Solución	Observación
1	(M - 664) Solución sin adición	1000 mL	Concentración de caldo
2	(M - 011) Solución con adición "Hojas frescas de Ruda de río"	1000 mL	Al adicionar se dejó en ebullición aproximadamente 10 segundos.
3	(M - 716) Solución con adición "Muestra con adición de Aceite esencia 3 M* gotas (0,15 mL) – 0,01%"	1000 mL	Al adicionar se dejó en ebullición aproximadamente 2,5 segundos.
4	(M - 218) Solución con adición "Muestra con adición de Aceite esencia 6 M* gotas (0,30 mL) – 0,02%"	1000 mL	Al adicionar se dejó en ebullición aproximadamente 2,5 segundos

M*: Micro gotas (20 gotas/1ml)

La determinación de soluciones se realizó siguiendo el proceso de obtención de muestras para su evaluación.

El formato de uso en las pruebas organolépticas con panelistas semi - entrenados se muestra en el anexo 20.

4.10.2 Evaluación estadística de atributos sensoriales

4.10.2.1 Color

En la tabla 59 se muestra el análisis estadístico para el atributo color.

Tabla 59

Análisis de variancia del atributo color de las muestras

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelista	4,233	14	0,302	0,614	0,838
Tratamiento	16,050	3	5,350	10,855	0,000
Error	20,700	42	0,493		
Total corregido	40,983	59			
C.V.=13,55					

En función de los datos procesados para al 5 % de nivel de significancia de se alega que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio (atributo de color). Para determinar cuál o cuáles de los tratamientos superan a los tratamientos en estudio, se realizó el ensayo de comparación de medias de Duncan.

Tabla 60

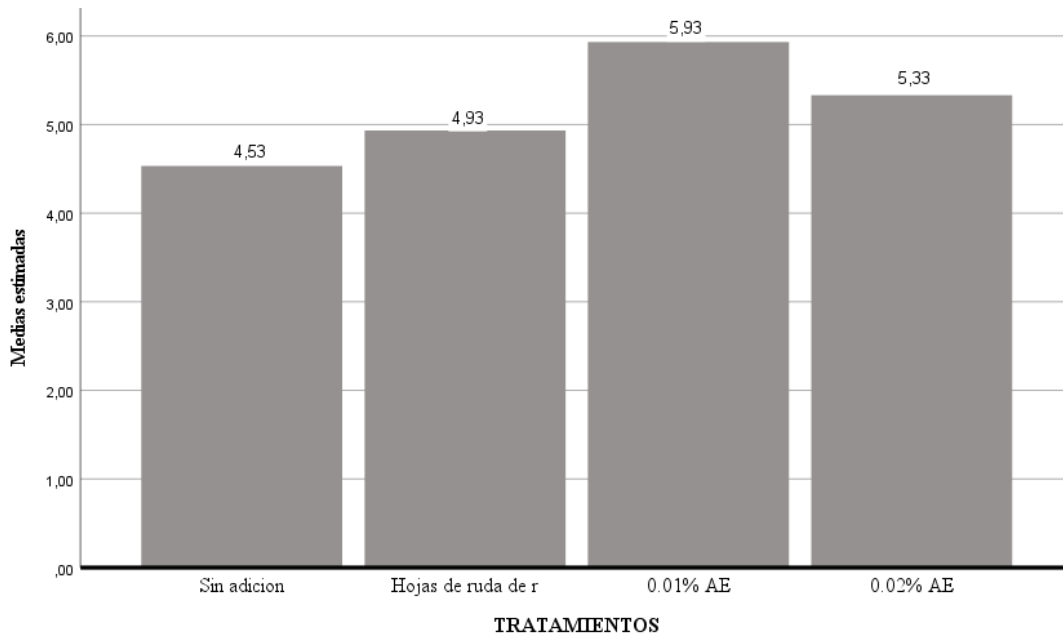
Pruebas de medias por Duncan del atributo color

Tratamientos experimentales	Sub conjunto			
	N	1	2	3
Sin adición	15	4,5333 ^c		
Hojas de ruda r	15	4,9333 ^c		
0,02% AE	15		5,3333 ^b	
0,01% AE	15			5,9333 ^a
Sig.		0,106	0,106	1,000

La tabla anterior se muestra que el tratamiento a (0,01 % AE) de adición superan estadísticamente a los demás tratamientos, el atributo resaltante es determinante por la intensidad de color, contrastándose esa superioridad en la figura 40.

Figura 40

Atributo color de las muestras a diferentes tratamientos



La coloración fue determinante por su intensidad, donde los panelistas evaluaron los productos con el mayor atractivo externo para atribuir la valorización según los formatos establecidos. El color de los alimentos es debido a su composición de pigmentos que contiene, los tratamientos en estudio están en función a la adición de muestras para su análisis.

Los resultados se pueden contrastar con los descrito Hough y Fiszman (2005) que menciona que el color de los alimentos es debido a la cantidad de sustancias volátiles que libera un producto que depende de su composición, a los diferentes pigmentos que contiene temperatura y de la naturaleza de sus componentes.

4.10.2.2 Olor

En la tabla 61 se muestra el análisis estadístico para el atributo olor.

Tabla 61

Análisis de variancia del atributo olor de las muestras

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelista	12,100	14	0,864	1,836	0,065
Tratamiento	16,983	3	5,661	12,029	0,000
Error	19,767	42	0,471		
Total corregido	48,850	59			

C.V.=13,59

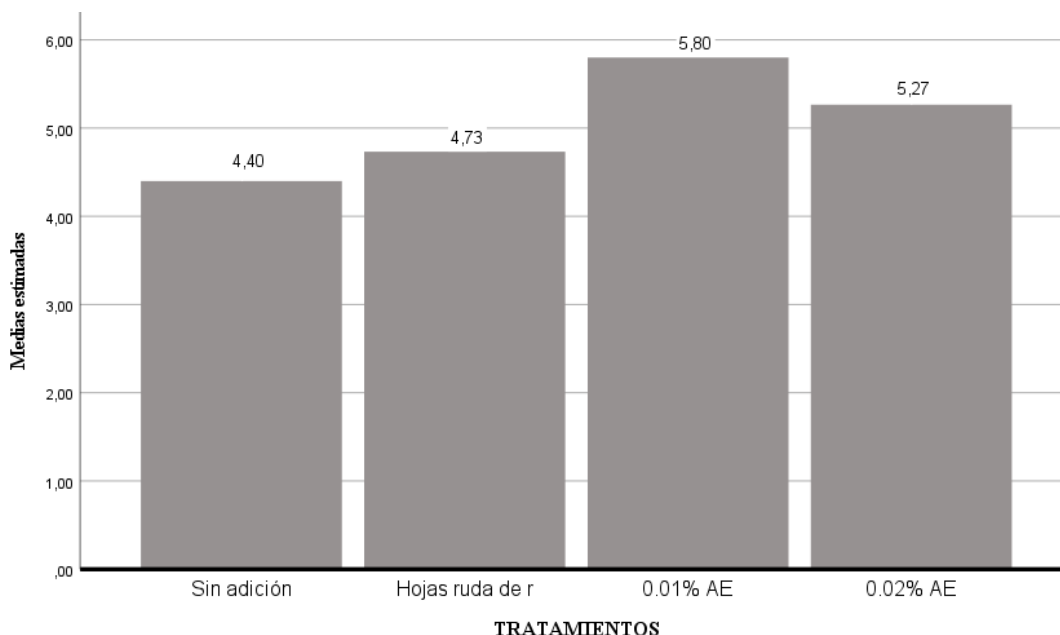
En función de los datos procesados para el grado de significancia de 5 %, se alega que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio (atributo de olor). Para corroborar cuál o cuáles de los tratamientos superan a los indicadores en estudio, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 62
Pruebas de medias por Duncan del atributo olor

Tratamientos experimentales	Sub conjunto			
	N	1	2	3
Sin adición	15	4,4000 ^c		
Hojas de ruda de río	15	4,7333 ^c	4,7333 ^b	
0,02% AE	15		5,2667 ^b	
0,01% AE	15			5,8000 ^a
Sig.		0,231	0,058	0,058

En base a los resultados se muestra que el tratamiento a (0,01% AE) de adición superan estadísticamente a los demás tratamientos, el atributo resaltante es determinante por la intensidad de olor, contrastándose esa superioridad en la figura 41.

Figura 41
Atributo olor de las muestras a diferentes tratamientos



El atributo de olor de la muestra fue determinante por su aceptación, ya que los panelistas seleccionados evaluaron los productos con el mejor atractivo de la muestra

a para atribuir para atribuir la valorización según los formatos establecidos. El olor de los alimentos es una propiedad organoléptica de un producto.

Los resultados se pueden contrastar con los descrito por Espinosa (2007), que señala que el atribuido olor, proviene de diferentes componentes volátiles presentes en el alimento, así como las de la naturaleza de sus componentes del alimento.

4.10.2.3 Sabor

En la tabla 63, se detalla el análisis estadístico para el atributo sabor.

Tabla 63

Análisis de variancia del atributo sabor de las muestras

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Panelista	4,100	14	0,293	0,606	0,845
Tratamiento	11,200	3	3,733	7,724	0,000
Error	20,300	42	0,483		
Total corregido	35,600	59			
C.V.=13,37					

En base de los valores procesado para un grado de significancia de 5 % se atestigua que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio (atributo de sabor). Se realiza el ensayo de comparación de medias de Duncan para determinar cuál o cuáles de los tratamientos superan a los tratamientos en estudio.

Tabla 64

Pruebas de medias por Duncan del atributo sabor

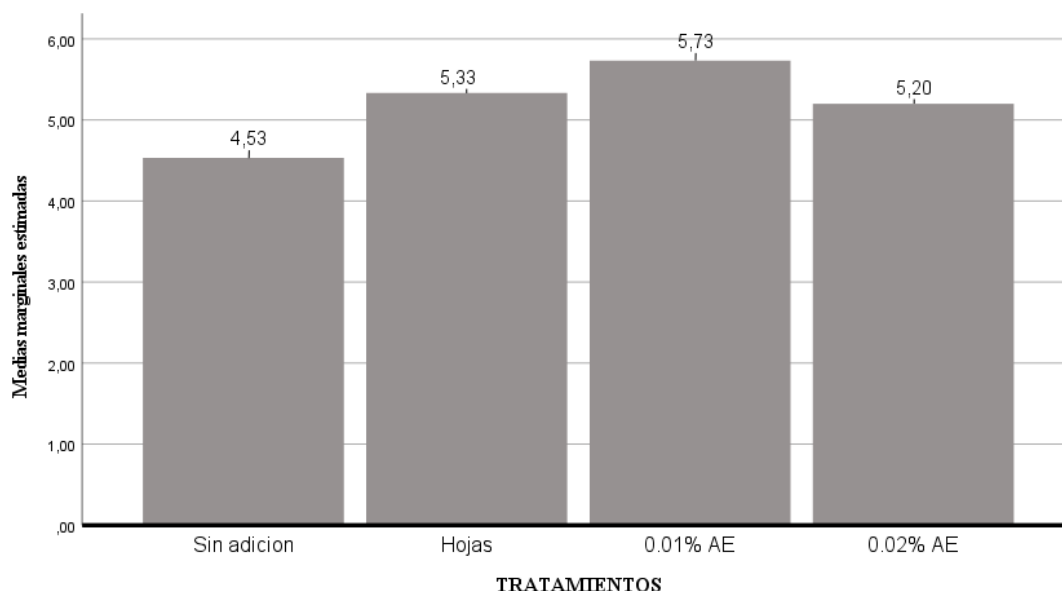
Tratamientos experimentales	Sub conjunto			
	N	1	2	3
Sin adición	15	4,5333 ^c		
0,02% AE	15		5,2000 ^b	
Hojas de ruda de río	15		5,3333 ^b	
0,01% AE	15			5,7333 ^a
Sig.		1,000	0,582	0,103

En función a los resultados, el tratamiento a (0,01% AE) de adición, superan estadísticamente a los demás tratamientos en estudio, el atributo resaltante es

determinante por la intensidad de sabor, contrastándose esa superioridad en la figura 42.

Figura 42

Atributo sabor de las muestras a diferentes tratamientos



El atributo de sabor de la muestra fue determinante por su aceptación, ya que los panelistas analizaron los productos que reflejaban un atractivo de la muestra a análisis para atribuir la valorización según los formatos presentados. El sabor es la sensación que producen los alimentos u otras sustancias en el gusto, que determina su aceptabilidad.

Hough y Fiszman (2005) describe que el sabor de un alimento es una sensación compleja producida por la estimulación de los órganos de los diversos sentidos de la boca, que incluyen olfato, gusto y sensaciones químicas. Contrastándose con los resultados obtenido.

En base a los resultados obtenidos, se selecciona el caldo con la adición de aceite esencial al 0,01 %, por presentar mejores atributos a nivel de olor y sabor, el cual le confiere su aceptabilidad.

4.11 Otros usos en los alimentos (preparación e industria de los alimentos)

La ruda de río, es un recurso potencial que puede ser utilizado en la alimentación, así como a nivel industrial, por sus diferentes componentes.

Posibles aplicaciones.

Tabla 65*Aplicaciones de AE en muestra de filetes de tilapia*

Característica	Material
	Filete de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)
Concentración de adición	0,1 %
Aplicación	Recubrimiento de alginato de sodio con aceite esencial, dispuesto sobre la matriz.
Procedencia	Los aceites esenciales de ruda de río, principalmente, mejoran el olor de los filetes.

Tabla 66*Aplicaciones de AE en muestra de filetes de trucha arco iris*

Característica	Material
	Filetes de trucha arco iris
Concentración de adición	4,0 %
Aplicación	Recubrimiento de la matriz con nanoemulsión de aceite esencial.
Procedencia	La calidad organoléptica se mejoró gracias a las nanoemulsiones de AE. El aceite de romero generó a nivel de la muestra un sabor amargo.

CONCLUSIONES

De la investigación se concluye:

- Mediante el análisis y la evaluación de la composición de química proximal de las hojas comestibles de la ruda de río de tres procedencias, donde la muestra de procedencia natural presenta el mejor promedio ponderado de humedad (65,89); cenizas totales (2,56); proteína total (8,21); fibra bruta (7,55); extracto etéreo (4,64) y carbohidratos totales (11,16), seguido la muestra de procedencia de invernadero. Las hojas de ruda de río de procedencia natural rinde 119,22 Kcal y de procedencia invernadero un Valor nutritivo de 3,18 (valores más relevantes). Del cual la muestra de procedencia natural presento las mejores características a nivel de composición de química proximal. Donde se considera una fuente importante de nutrientes en la alimentación. Asimismo, se determinó el análisis fitoquímico (cualitativo) de las hojas de ruda de río con presencia o ausencia de contenidos de los componentes de saponinas (-), flavonoides (+), esteroides (+), glucósidos (+), alcaloides (+) y compuestos fenólicos (+). Que favorecen su consumo y aplicación en los alimentos.
- Se determinó la influencia de cantidad de la muestra (M1 = 1,5 Kg; M2 = 4,5 kg; M3 = 7,5 kg) su procedencia y porcentaje de flujo de vapor (Q1 = 50 % y Q2 = 70 %) con parámetros de extracción (rendimiento, densidad e índice de refracción) de aceite esencial de la ruda de río, extraída mediante el método de arrastre con vapor y su aplicación en los alimentos. Donde la cantidad de la muestra (Masa: 7500 g) procedente del Valle de Tapinza, (hábitat natural) y el porcentaje de flujo de vapor (50 y 70 %), arrojaron los mejores resultados a nivel de rendimiento, asimismo mediante la evaluación del análisis estadístico experimental de un solo factor a través de ANOVA, mostraron variaciones significativas entre las 3 muestras. Además, se realizó la prueba de Duncan que determina cuál de los tratamientos es mayor o menor. Estableciendo que muestra (procedencia de hábitat natural: 7500 g) a porcentaje de flujo de vapor de (50 % y 70 %), presentaron los resultados más favorables a nivel de rendimiento (0,155 %) con densidad (1,0235 g/mL) e índice de refracción (1,4742) de aceite esencial extraído a FV 70%.
- Los parámetros sensoriales evaluadas como el color, olor y sabor a nivel de las preparaciones alimenticias en sopas, con adiciones de concentración de aceite esencial demostraron un gran potencial, mejorando sus características sensoriales del alimento. Donde la concentración de 0,01 % de adición de aceite esencial,

muestra (M - 716), presentó los mejores resultados de aceptaciones en comparación con las muestras evaluadas.

RECOMENDACIONES

- Realizar la producción y consumo de las hojas de ruda de río, que presenta características nutricionales favorables en la dieta de la población. Así como el uso del aceite esencial como aromatizante y saborizante en los alimentos.
- Realizar más trabajos de investigación de especies herbáceas, con gran potencial de usos en la alimentación y aplicación en la industria alimentaria.
- A continuar con el estudio de la ruda de río, a nivel de contenido de vitaminas (perfil de vitaminas), contenidos de minerales, determinación cuantitativa de metabolitos secundarios y antioxidantes, con aplicaciones para su consumo y en la industria alimentaria.
- Realizar la caracterización de componentes de aceite esencial de la ruda de río, estableciendo mayor amplitud de usos y aplicaciones a nivel de los alimentos y otras áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldua, Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría & en la práctica*. Acribia. Zaragoza, España. 220 pp. ISBN 10: 8420007676 ISBN 13: 9788420007670
- AOAC. (Association of Analytical Communities). (2012). *Official Methods of Analysis* 19th Edition. Rockville, Maryland, AOAC International Editorial. USA. ISBN: 9780935584837, 0935584838
- Aromas que Curan (2018). Aceites esenciales, hidrolatos y aguas florales – Barcelona. *Aromaterapia y aceites esenciales*.
<https://premium.aromasquecuran.es/aromaterapia-que-es/sobre-los-hidrolatos/>
- Arraiza Bermúdez, M. (2012). *Uso Industrial de plantas aromáticas y medicinales. Aceites esenciales*. [Tesis maestría, Universidad Politécnica de Madrid] Archivo digital.
<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrialde-plantas-aromaticas-y-edicinales/contenidos/material-de-clase/tema7.pdf>
- Astudillo, S. (2014). *Utilización de aceites esenciales naturales como conservantes en la elaboración de salchichas de pollo*. [Tesis maestría, Universidad Politécnica Salesiana] Archivo digital.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7009/1/UPS-CT003676.pdf>
- Bandoni, A. y Stashenko, E. (1995). *Curso teórico práctico sobre extracción de Aceites Esenciales*. (Segundo curso sobre aceites esenciales). Universidad Industrial de Santander.
- Bandoni, L, A. (2003). *Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. (2ª Ed.). Editorial de la Universidad de la Plata. 417p. ISBN 987-43-6072-0
- Barbosa, M. Z. Andrade M. y Mendes R. (2002). El aceite esencial de *Porophyllum ruderale* Cass (Asteraceae). *Journal of Essential Oil Research*, 14(1).
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10412905.2002.9699746?src=recsys>
- Bezerra, M. Z. B., Andrade-Neto, M., & de Freitas, R. M. (2002). The Essential Oil of *Porophyllum ruderale* Cass (Asteraceae). *Journal of Essential Oil Research*, 14(1), 14–15. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699746>
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM). (2009). *Atlas de las plantas de la medicina tradicional Mexicana*.
http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Pápalo_o_papaloquelite&id=7743.
- Brnawi, W. I., Hettiarachchy, N. S., Horax, R., Kumar-Phillips, G., Seo, H. S., y Marcy, J. (2018). Comparison of Cinnamon Essential Oils from Leaf and Bark 75 with Respect to Antimicrobial Activity and Sensory Acceptability in Strawberry Shake. *Journal of Food Science*, 83(2), 475-480. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14041>

- Bremer, K. (1994). *Asteraceae - Cladistics & Classification*. Portland, OR: Timber Press. 752 p. <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:000672443>
- Camacho, J. R. (2005). Plantas comestibles silvestres; especies de mayor uso. *Coordinación general del programa IMSS-Oportunidades*. México. 103 pp.
- Cardello, A. V. (1997). The end of sensory science. *Cereal Foods World* 42(11) 915-918
- Cárdenas, M. (2014). *Determinación de parámetros de operación para la destilación por arrastre con vapor de agua del aceite esencial de molle (Schinus molle Linneo) en el equipo modular de extracción de aceites esenciales de la FIQM - UNSCH* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho] Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1032>
- Cárdenas, M. (1989). *Manual de Plantas económicas de Bolivia (2ª Edición)*. Editorial Los Amigos del Libro. 421 páginas.
- Carolina, Ruales, N. y Cristina, Salazar. (2018). Efecto inhibitorio del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* al 100% y extracto etanólico de *Rosmarinus officinalis* al 100% a diferentes tiempos sobre *Porphyromonas gingivalis*. *Estudio in vitro*. (Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 92p.)
- Castro, D., Bya, R., y Mera, L. (2011). *Diagnóstico del Pápaloquelite en México. Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. var. macrocephalum (DC.) Cronq.* Universidad Autónoma Chapingo. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/231821/Diagnostico_del_papaloquelite_en_mexico.pdf
- Ceballos, J. (1992). *El papel nutricional de los quelites en la dieta de algunas comunidades de la reserva de la biosfera sierra de Manantlan* [Tesis de Maestría, Universidad de Guadalajara, Facultad de Ciencias Biológicas]. Repositorio Dspace. <http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2524/pdf>
- Chávez, Adolfo y Miriam M de Chávez. (1992). "Prólogo", en *Los quelites, un tesoro culinario*, México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de la Nutrición, p. 5.
- Conde, A., Espinosa, J., y Guerrero J. (2017). Supercritical extraction of essential oils of *Piper auritum* and *Porophyllum ruderale*. *The Journal of Supercritical Fluids*, 127, 97-102. www.elsevier.com/locate/supflu
- Conde, L., y Guerrero, J. (2013). Total phenolics and antioxidant activity of *Piper auritum* and *Porophyllum ruderale*. *Food Chemistry*, 142, 455-460. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613010078>
- Dillon. O. Michael, (1985). *Field museu of natural history, N° 1957002, Flora of Perú*. Localidad: Huánuco. Perú. DOI: 10.5962/bhl.title.2257
- Espinosa, Manfugás, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria. ISBN: 959-16-0539-0

- Estrada Garcia, C. (2006). *Aplicación y evaluación de un sabor "contratipo" en un caramelo macizo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM. <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/1002.pdf>
- EUFIC (European Food Information Council). (2006). *Alimentos funcionales*. <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-alimentos-funcionales/>
- Falleh, H., Ben Jemaa, M., Saada, M., & Ksouri, R. (2020). Essential oils: A promising eco-friendly food preservative. *Food Chemistry*, 330, 127268. ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127268>
- FAO. (2008). Guidelines for the use of flavourings (CAC / GL). Retrieved from Codex Alimentarius. <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/seizo/pdf/66-2008.pdf>
- Fisher, C. y R. Scott, T. (1997). *Flavores de los alimentos. Biología y química*. Editorial Acriba, S.A. Segunda edición. p. 133,135,137. ISBN978-84-200-0904-9
- Flores, J. (1980). *Bromatología animal* (2ª ed.). Limusa. ISBN: 2910005346790
- Fonsceca, M., Barbosa, L., Nascimento, E. y Casali, V. (2006). Aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cassini (Asteraceae). *Journal of Essential Oil Research*, 18(3), 345-347. DOI: 10.1080 / 10412905.2006.9699108
- Fukalova Fukalova, T. (2022). *Caracterización nutricional y aromática de especies infravaloradas de hoja comestible* [Tesis doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València]. Dialnet. DOI: 10.4995/Thesis/10251/190999
- Fundación Alfonso Martín Escudero. (1999). *Las plantas de extractos. Bases para un Plan de Desarrollo del Sector*. Editorial Mundi Prensa Libros S.A. 538. ISBN: 978-84-7114-827-8
- Fundación Uñatatawi (FU) (2003). Informes Proyecto: Producción, aprovechamiento y uso de especies aromáticas y medicinales - Descripción y uso de 12 especies aromáticas y medicinales. *La Paz: Ministerio de Desarrollo Sostenible/Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente/Dirección General de Biodiversidad*, 18.
- Givaudan, A., y Lara, J. (1985). *La aprobación de los sabores en productos Alimenticios*. Mexico: Dulcelandia.
- Givaudan, V. (1988). *La industria del sabor*. (1ª ed). Edit. Sociedad Mexicana de Saboristas, A.C. México.
- Gold. K.; P. León, Lobos. y M. Way. (2004). Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. *La Serena, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, Boletín INIA N° 110*, 62 p.
- González, Diaz, Y., y Véliz, Jaime, M. Y. (2020). Extracción y caracterización del aceite esencial de mango obtenido de residuos agroindustriales. *Tecnología Química*, 40(3), 488-501.

- González, González, M. F., Zamora, Natera, J. F., Vioque Peña, J., Zañudo, Hernández, J., Ruiz, López, M. A., y Ramírez, López, C. B. (2022). Caracterización químico nutricional y análisis fitoquímico de frutos de Jarilla caudata (Caricaceae) de Jalisco, México. *Acta botánica mexicana*, (129).
- Grandez, C. (2015). Estudio del arte de saborizantes naturales. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Industrias Alimentaria - Iquitos – Perú]. Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2302>
- Green, A. (2006). *Field guide to herbs & spices: how to identify, select, and use virtually every seasoning at the market*. Quirk Books. <https://books.google.pl/books?id=oGaF5FZ-sMMC>.
- Groot, A.C. (2018). Fragrances and Essential Oils. *Occupational Dermatology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40221-5_40-2
- Hernández, López, M. (2007). *Desarrollo de Sabores para la Industria Alimentaria en Symrise S. de R. L de C.V.* México: Instituto Politécnico Nacional. 10/17. <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/16084/PT3.pdf?sequence=1>
- Hernández, M. (2014). *Estudio del pápaloquelite (Porophyllum ruderale) como alimento funcional* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico]. Repositorio Institucional de la UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2014/marzo/0710090/0710090.pdf>.
- Hernández, M., Chávez, A., Bourges, H., y Mendoza, E. (1971). Valor nutritivo de los alimentos. In *Tablas de uso práctico*. Instituto Nacional de la Nutrición, México.
- Hernández, K. Ruiz, Sosa-Morales, M. E., Cerón, García, A., y Gómez-Salazar, J. A. (2021). Physical, Chemical and Sensory Changes in Meat and Meat Products Induced by the Addition of Essential Oils: A Concise Review. *Food Reviews International*, 1-30. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1939369>
- Hidalgo, G. y Romero, A. (2016). *Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura. Perú]. ALICIA – CONCYTEC. <https://hdl.handle.net/11042/2658>
- Hough, G., y Fiszman, S. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos (1ª ed.)* Programa CYTED. Madrid, España.
- Icaza, S.J., Beharm. (1991). *Nutrición. Editorial Interamericana*. México. 250 pp.
- ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas Y Certificación), (1998). Bogotá, Colombia.
- INACAL (Instituto Nacional de Calidad). (2016). Lima - Perú.
- INCAP - ICNND. (1961). *Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina*. Interamericana. México.

- Jayasena, D. D., y Jo, C. (2013). Potential Application of Essential Oils as Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: A Review. 30(1), 71-90. <https://doi.org/10.1080/87559129.2013.853776>
- Je, H. B., y Leon, J. (1992). Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. *Coleccion FAO: Produccion y Proteccion Vegetal (FAO)*. N°. 26.
- Jemaa, M. B., Falleh, H., Neves, M. A., Isoda, H., Nakajima, M., y Ksouri, R. (2017). Quality preservation of deliberately contaminated milk using thyme free and nanoemulsified essential oils. *Food Chemistry*, 217, 726-734. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.09.030>
- Johnson, R. (1969). *Monograph of the Plan Genus Porophyllum (Compositae: Helenieae) the University of Kansas*. Mus-Comp-Library Harvard University. <http://biodiversitylibrary.org/oai>.
- Kalantary, F. (2014). Control of *Aspergillus flavus* Growth in Tomato Paste by *Cinnamomum zeylanicum* and *Origanum vulgare* L. Essential Oils. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 2(2), 57–62. <https://jurnal.ugm.ac.id/jfps/article/view/4865>
- Karina de A. Raquel G. Lia M. Fernanda O. Ana Cristina J. (2015). Investigación de los efectos de un extracto de las hojas de *Porophyllum ruderale* e irradiación láser en la curación de quemaduras - BMC Medicina Complementaria y Alternativa. *Revista oficial de la Sociedad Internacional para la Investigación de Medicina Complementaria*.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. (Eds.). New York, USA. Springer. 596. ISBN:9781441964885, 1441964886
- Lees, R. (1982). *Análisis de los alimentos: métodos analíticos y de control de calidad*, (2ª ed.). Editorial Acribia. Zaragoza – España. ISBN:9788420004976, 8420004979
- Lopez, M. (2004). Los aceites esenciales, Aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias. *Revista farmacéutica y fitoterapia*.
- Lorenzi, H. (2008). *Plantas Daninhas do Brasil Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass, Asteraceae. Domínio fitogeográfico: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal. Tipo de vegetação: Área Antrópica, 4ª edição. Plantarum: Local: Lago Sul, Brasília, DF, Brasil*. <https://www.flickr.com/photos/mercadanteweb/49854825383>
- Ludmila, R., Young, MC., Cordeiro, I. y Moreno, P. (2013). La diferenciación de las dos *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subespecie de la composición de aceite esencial. *Journal of Essential Oil Research*. 27(1). <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10412905.2014.962188>
- Machado, R., Roche, R., Toral, O., y García, E. G. (1999). Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. *Pastos y Forrajes*, 22(3), 181-204. (hal-01190065)
- Mahabir, P. y Gupta, P. (2006). Medicinal plants originating in the andean high plateau and central valleys region of Bolivia, Ecuador and Peru. *Investment and*

- Technology Promotion Branch in cooperation with the Center for Science and High Technology (ICS-UNIDO).* 116, 6. <https://xdoc.mx/documents/medicinal-plants-originating-in-the-andean-high-lateau-5f5fd672e6e76>
- Manrique, A. (2012). *Evaluación Sensorial*. 1(1). <http://apuntescientificos.org/afectivas.html>.
- Marinis, G., Lepos, A., Friebolin, L., y Musa, R. (1980). Capacidad reproductiva de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. *Planta daninha* III. 3, 55-57. <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27898/S0100-83581980000100009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mariod, A. (2016). Effect of essential oils on organoleptic (smell, taste, and texture) properties of food. In V. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Elsevier Science & Technology. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00013-4>
- Marques, É. A., de Oliveira, J. A., Coelho, A. D., Salimena, J. P., y Gavilanes, M. L. (2020). *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. uma revisão dos últimos 39 anos. *Research, Society and Development*, 9(7), e944975215-e944975215. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/42834>
- Martínez, A. (2003). *Aceites Esenciales*. Universidad de Antioquía. Facultad Química Farmacéutica. Medellín, Colombia. <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>
- Mcvaugh, R. (1987). Flora Novo-Galiciana. A descriptive account of vascular plants of western Mexico. *Compositae. The University of Michigan press*. <http://www.worldcat.org/oclc/223628208>
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T. y Civille, G. V. (2010). *Sensory Evaluation Techniques*. (Eds.). Boca Raton, Florida, USA. Taylor & Francis. pp 416. <https://doi.org/10.1201/b16452>
- Menon, K. V., y Garg, S. R. (2001). Inhibitory effect of clove oil on *Listeria monocytogenes* in meat and cheese. *Food microbiology*, 18 (6), 647-650. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002001904307>
- Mera, O., Bye, B., Villanueva, V., Castro, L. y Basurto, P. (2013). El cultivo de la verdolaga (*Portulaca oleraceae* L.) ejemplo en la promoción, producción y el comercio de alimentos sanos y de calidad. *Especies Vegetales, Poco Valoradas: Una Alternativa para la Seguridad Alimentaria*. Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. 41(3), 140-155. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v41n3/0187-7380-rfm-41-03-245.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Sostenible. [MDS], (2003). *Descripción y uso de 12 especies aromáticas y medicinales*. La Paz – Bolivia.
- Miranda M. (1996). *Métodos de Análisis de Drogas y Extractos*. Edit. Instituto de Farmacia y Alimentos – Universidad de la Habana. La Habana.
- Miranda M. y Cuellar A. (2000). *Manual de prácticas de Laboratorio: Farmacognosia y Productos Naturales*. Edit. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de la Habana Habana-Cuba.

- Mita, V. (2016). *Efecto del abono orgánico líquido aeróbico en la producción del cultivo de quirquiña (Porophyllum ruderale), en invernadero en la estación experimental de Patacamaya* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés. la Paz - Bolivia]. Repositorio institucional. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10373>
- Mondragón, C. R. e Ibarra, E., (1994). *Manual de Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos en la Industria de Sabores*. Secretaria de Salud, México. pp. 21-23,36-37. ISBN: 968-811-329-8
- Montoya, Cadavid, G. D. J. (2010). Aceites esenciales: una alternativa de diversificación para el eje cafetero. Departamento de Física y Química. I.S.B.N 958-8280-26-4
- Mora, I. (2007). *Nutrición Animal*. Costa Rica: Universidad Estatal a distancia San José.
- Muñiz, Manríquez, D. B., Valdivia-Urdiales, B., Carrillo-Inungaray, M. L., Nevárez-Moorillón, V. G., Conteras-Esquivel, J. C., Rodríguez-Herrera, R., & Aguilar, C. N. (2010). Uso alternativo de fitoquímicos de algunas especias para el control de enfermedades transmitidas por alimentos. *Revista Científica - Universidad Autónoma de Coahuila. México*. 1(4), 1. <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%204/AQM4fitoquimicos.html>
- Muñoz, López, de Bustamante, F. (1987). *Plantas medicinales y aromáticas, estudio, cultivo y procesamiento*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. ISBN 847114624X, 9788471146243
- Navarro, Beltran, M. A. (2012). *Potencial de los aceites esenciales de toronjil (melissa officinalis), oregano (origanum vulgare L), y bleo (pereskia) para ser utilizados como saborizantes en aceites comestibles de mesa* [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. Programa de Ingeniería de Alimentos. Repositorio intitucional. <http://dx.doi.org/10.57799/11227/8221>
- NTP - ISO 279. (2011). *Aceites esenciales: determinación de la densidad y densidad relativa a 20°C*.
- NTP - ISO 280. (2016). *Aceites esenciales: determinación del índice de refracción*. INACAL (Instituto Nacional de Calidad). Lima, Perú.
- Olaya, Flórez, Julia, María; Jacobo, méndez, Alzamora., (2003). *Guía de plantas y productos medicinales*. Serie Ciencia y Tecnología, N°. 116.
- Ortuño, M. F. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. Aiyana ediciones. <http://www.biomoon.net/ayana>
- Ozogul, Y., Yuvka, İ., Ucar, Y., Durmus, M., Kösker, A. R., Öz, M., & Ozogul, F. (2017). Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during ice storage. *LWT*, 75, 677–684. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2016.10.009>
- Palencia, M. Y. (2019). *Sustancia Bioactivas en alimentos*. Universidad de Zaragoza http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos%20en%20alimentos.pdf

- Paredes Punina, D. O., y Quinatoa Chicaiza, F. D. (2010). *Desarrollo de un sistema de extracción de aceites esenciales* [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1710>
- Paucar, Mostacero, M. E. (2020). *Determinación de los puntos críticos de control en la elaboración de sopas concentradas de anchoveta (Engraulis ringens) en la empresa agroindustrias Supes. AC* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho]. Repositorio institucional.
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3795>
- Peñalver, P., (2012). Aceites Esenciales de plantas. *Revista academica*. Editorial Lidervet. <http://www.lidervet.com/aceites-esenciales.html>.
- Pedrero, F., (1989), "*Evaluación sensorial de los alimentos*" *Métodos analíticos (1a ed.)*. Editorial Alambra mexicana, S.A. de C.V. México
- Pérez, T. F. (2006). *Efectividad de los vapores de aceites de tomillo y orégano como agentes antibacterianos* [Tesis de Maestría, Universidad de las Américas, Puebla, México]. Repositorio institucional
- Programa de investigación de biodiversidad Amazónica, (2010). *Proyecto "prospección y evaluación de sustancias bioactivas y productos naturales*. Instituto de la investigación de la amazonía peruana.
<http://www.iiap.org.pe/upload/conferencia/conf187.pdf>
- Puentes, J. P., y Hurrell, J.A. (2015). Plantas andinas y sus productos comercializados con fines medicinales y alimentarios en el Área Metropolitana Buenos Aires-La Plata, Argentina. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 14(3), 206-236.
<http://hdl.handle.net/11336/13730>
- Ramírez, J. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Vol. 12. 83 p.
- Ramos, D., Castro, V., y Sánchez, E. (2015). Caracterización de la vegetación a lo largo de una gradiente altitudinal en la comunidad de Cochahuayco, cuenca media del río Lurín, Lima. *Ecología Aplicada*, 14(1), 11-25.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162015000100002&lng=es&tlng=es.
- Ribeiro, Santos, R., de Melo, N. R., Andrade, M., & Sanches, Silva, A. (2017). Potential of migration of active compounds from protein-based films with essential oils to a food and a food simulant. *Packaging Technology and Science*, 30(12), 791–798.
<https://doi.org/10.1002/PTS.2334>
- Ríos, L. (2016). Essential Oils: What They Are and How the Terms Are Used and Defined. In V. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* 3-9. United States: Elsevier Science & Technology.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00001-8>
- Rojas, F. (2016). *Texto de botánica sistemática*. Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 104 p.
- Rondón, M. E., Delgado, J., Velasco, J., Rojas, J., Rojas, L. B., Morales, A., & Carmona, J. (2008). Composición Química y Actividad Antibacteriana del Aceite Esencial de

- las Partes Aéreas de *Porophyllum Ruderale* (Jacq.) Cass. Colectado en Venezuela. *Ciencia, Revista Científica de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia - Maracaibo- Venezuela*. 16 (1), 5-9. Registro CIE-042-001.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, (2004). *Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo complementario XX*. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.162.2004.XX>
- Sanchez, F. (2012). *Escala hedónica facial*. 1(4).
- Sancho, J., Bota, E. y Castro, J. J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. (Eds.) Edición Universita de Barcelona. 319 pp.
- SENA. (Servicio Nacional de Aprendizaje). (2017). *Introducción a la Industria de los Aceites Esenciales extraídos de las plantas medicinales y aromáticas*. https://repositorio.sena.edu.co/sitios/introduccion_industria_aceites_esenciales_plantas_medicinales_aromaticas/#
- Shali, Shu, Ke, Li., Ren, You, Gan., Feng, Lin, Song, Lei, Kuang. y Hua Bin, Li. (2013). Antioxidant capacities and total phenolic contents of infusions from 223 medicinal plants. *Food Chemistry*, 51, 289–298. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669013005281>
- Solano, L. (2009). *Importancia ecológica y cultural de los recursos vegetales de Asunción Cuyotepeji, Oaxaca, México*. [Tesis magistral, Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlan]. Repositorio institucional. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/96
- Thomas, M. G. & D.R. Schumann, (1992). Seeing the forest instead of the trees: Income opportunities in special forest products. Midwest Research Kansas City, MO, USA.
- Tongnuanchan, P. y Benjakul, S. (2014). Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Journal of Food Science*, 79(7), R1231– R1249. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12492>
- Umaña, W. P., & Villazon, O. J. T. (2020). Elaboración de conservantes y saborizantes a partir del aceite esencial de la Limonaria y la Hierbabuena. *CON-CIENCIA Y TÉCNICA*, 4(1), 89-92. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/view/4587>
- Uñatatawi, F. (2003). *Producción, aprovechamiento y uso de especies aromáticas y medicinales*. La Paz: Ministerio de Desarrollo Sostenible/Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente/Dirección General de Biodiversidad, 18. Pag. 6-55.
- Ureña P. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos*. (Primera edición). ISBN: 9972-9118-0-2
- Vasquez Henao, A. (2016). *Elaboración del manual de laboratorio de análisis físicoquímicos de alimentos del Centro Atención Sector Agropecuario subsede*

- Santa Rosa de Cabal del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/11059/6713>
- Vázquez, Rojas, M. D. C., y Bye Boettler, R. A. A. (1991). *Tendencias en el proceso de domesticación del papaloquelite (Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. subsp. macrocephalum (DC.) Johnson. Asteraceae)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/86621>
- Villavicencio, A. (2017). *Evaluación de la actividad antiespasmódica del extracto hidroalcohólico de hojas de Porophyllum ruderale (Jac.) cassini "rupay wachi", sobre el íleon aislado de Cavia porcellus "cobayo", Ayacucho 2016* [Tesis de pregrado, Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4131>
- Villegas, P. (2016). *Los Recursos Naturales en Bolivia. (2a edición)*. Cochabamba – Bolivia. 320 p. Centro de Documentación e Información Bolivia. <https://cedib.org/wp-content/uploads/2012/04/Libro-RRNN-2012.pdf>
- Vital, A. C. P., Guerrero, A., Ornaghi, M. G., Kempinski, E. M. B. C., Sary, C., Monteschio, J. de O., ... y do Prado, I. N. (2018). Quality and sensory acceptability of fish fillet (*Oreochromis niloticus*) with alginate-based coating containing 93. essential oils. *Journal of Food Science and Technology* 55(12), 4945–4955. <https://doi.org/10.1007/S13197-018-3429-Y>

ANEXOS

ANEXO 01

Metodología de determinación el análisis químico proximal (Análisis bromatológico)

a) Determinación de humedad y peso seco

En una luna de reloj o capsula tarada, pese una cantidad de muestra que representa 2 gramos y desecar en la estufa a 105 °C, hasta peso constante durante 2 horas como mínimo.

Cálculo: Relacionar la pérdida de peso para 100 gr. de muestra

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso del alimento} - \text{Peso del alimento despues de secado}}{\text{Peso del alimento}} * 100$$

$$\% \text{ Peso seco} = 100 - \% \text{ de Humeddad}$$

b) Determinación de cenizas y/o minerales totales

1. Lavar, secar, desecar y pesar los crisoles
2. Preparar la muestra y pulverizar la muestra previamente secados.
3. Transferir 3 gramo de la muestra pesada a los crisoles previamente pesados. Anotar los pesos.
4. Carbonizar las muestras contenidas en el crisol, sobre una cocina eléctrica, ayudados por una pinza.
5. Cuando exista carbonización total de la muestra llevar con la ayuda de una pinza a la mufla y cerrar para regular la temperatura que debe ascender hasta 600 °C. Controlar la mufla a esta temperatura durante 2 horas.
6. Desconectar transcurrido el tiempo y dejar que permanezca en la mufla la muestra con el crisol hasta que ese enfrié aproximadamente 1 hora.
7. Luego retirar al secador, en el que permanecerá 5 a 10 minutos.
8. Pesaro con mucha precisión y anotar el peso.

Una vez enfriado, el pesado del crisol es inmediato para prevenir la absorción de humedad y su correspondiente registró del peso.

$$\% \text{ de Ceniza} = \frac{\text{Peso de la ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

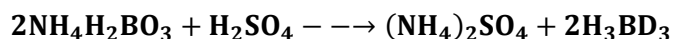
c) Determinación de nitrógeno por el método de micro - Kjeldahl

El método de Kjeldahl, para la determinación de nitrógeno de cualquier sustancia comprende tres etapas que son las siguientes.

- a) Digestión: es la primera etapa del método que consiste en la descomposición de la materia orgánica por el ácido sulfúrico se reduce a SO₂, que es el agente reductor de los compuestos
- b) Destilación: es la segunda etapa del método que consiste en la separación del NH₃ de la sustancia dirigida con NaOH, recibiendo el destilado en cualquier ácido valorado (H₃BO₃ al 2 %), el NH₃ al condensarse pasa en forma de NH₄H₂BO₃ el cual se reconoce por su reactivo característico.



- c) Titulación: es la tercera etapa del método que consiste en la neutralización del ácido con una solución del ácido sulfúrico valorado (H₂SO₄ 0,025N)



d) Determinación de extracto etéreo por el método de Soxhlet

- Lavar cuidadosamente el número de matraces del equipo extractor y secarlo en una estufa a 111 °C durante una hora y ponerlo a enfriar en un desecador.
- Pesar los matraces fríos y anotar sus respectivos pesos.
- Pesar exactamente 5 g de la muestra problema e introducirlo con mucho cuidado en el cartucho Soxhlet (a falta de cartucho se puede utilizar papel de filtro Whatman N° 2) y taparlo con un pedazo de algodón.
- Colocar el cartucho conteniendo la muestra en el extractor del equipo llamado también cuerpo, por cuanto el equipo consta del: condensador, cuerpo y matraz.
- Luego agregar 100 - 150 mL de éter etílico anhidro en el matraz de acuerdo con la capacidad del mismo y conectarlo al extractor o cuerpo, como el condensador de reflujo.
- A continuación, hacer circular agua fría por el condensador y conectar la corriente eléctrica de la hornilla correspondiente.
- El solvente al llegar a su punto de ebullición, 35 - 40 °C y sus vapores se condensarán por refrigeración y cae sobre la muestra, cubriéndolo totalmente para volver al matraz por sifoniamiento, arrastrando consigo la grasa; mediante un ciclo cerrado y continuo; la velocidad de goteo del solvente deberá ser de 45 – 60 gotas por minuto. El proceso del sifoniamiento, se repite por varios beses y la grasa extraída va quedando en el matraz.
- El proceso de extracción durar más o menos entre 4 – 12 horas, dependiendo de la muestra, después de la cual, cortar la corriente eléctrica de modo que la mayor parte del éter queda en el cuerpo del equipo, dejar que se enfríe.

- Retirá a continuación el matraz del equipo que contiene la solución de grasa (extracto etérico) y llevar a una estufa con una temperatura de 80 °C, durante el tiempo que permita la evaporación del solvente (evaporar los residuos del éter), a continuación, enfriar en un desecador.
- Pesar el matraz conjuntamente con el extracto etéreo y anotar el peso

$$\% \text{Extracto etereo} = \frac{(\text{Peso matraz} + \text{grasa}) - \text{Peso del Matraz vacio}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

e) Determinación de fibra bruta

Digestión ácida

- Pesar 2 g de muestra seca, previamente extraída su materia grasa, llevar a un Erlenmeyer de 500 mL.
- Agregar 200 mL de solución de H₂SO₄ 1,25%, y gotas de alcohol amílico (antiespumante), someter a ebullición durante 30 minutos, retirar el Erlenmeyer conteniendo la muestra del equipo de extracción de fibra. Evitar que la muestra pase al cuello del balón.
- Filtrar y lavar con agua caliente, hasta neutralizar la acidez, probar con el papel indicador universal.

Digestión alcalina

- Pesar cuantitativamente el balón de 500 mL y agregar 200 mL de solución de NaOH 1,25% y gotas de alcohol amílico, someter nuevamente a ebullición durante 30 minutos.
- Filtrar y lavar con agua caliente, hasta neutralizar la basicidad (determinar PH).
- Pasar el crisol de porcelana limpio y seco, más el papel filtro, al cual se debe transferir la muestra deferida con agua destilada caliente y lavar hasta completa neutralización, probando PH, posteriormente pasar 25 mL de alcohol isopropílico, a fin de eliminar los residuos de la grasa residual.
- Llevar el crisol de porcelana más el papel de filtro conteniendo la muestra a una estufa a la temperatura de 130 °C, hasta un peso constante durante 2 horas.
- Pesar el crisol de porcelana más el papel de filtro y calcinar en la mufla a una temperatura de 600 - 700 °C durante 3 horas, llevar al desecador para enfriarlo.
- Pesar el crisol frío y realizar los respectivos cálculos.

Para los cálculos utilizamos la siguiente relación:

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{P2 - P1}{P. \text{muestra}} \times 100\%$$

Donde:

P1: peso del papel filtro (g)

P2: peso del papel filtro (g) + fibra (g)

$$\% \text{ Fibra neta} = \% \text{ fibra Bruta} - \% \text{ Cenizas}$$

Determinación de carbohidratos

Se obtuvo por diferencia después que se completaron los análisis de ceniza, proteína, grasa y fibra.

$$\% \text{carbohidratos} = 100 - (\%H + \%P + \%C + \%Fb + \%G)$$

% H: porcentaje de humedad.

% C: porcentaje de cenizas.

% P: porcentaje de proteínas

% F: Porcentaje de fibra

% G: porcentaje de grasas.

f) Determinación de valor calórico y valor nutritivo

El cálculo del valor calórico, empleando los factores correspondientes de 9 Kcal/g, para las grasas y 4 Kcal/g, para las proteínas y carbohidratos utilizables, sorbitol, xilitol y glicerol, 7 Kcal/g para el alcohol (etanol), así como 3 Kcal/g para los ácidos orgánicos.

Para el cálculo del valor calórico de una muestra analizada se tiene que realizar la siguiente operación:

$$\% \text{ carbohidratos} * 4 = A; \% \text{ proteínas} * 4 = B; \% \text{ lípidos} * 9 = C$$

$$\text{Valor calórico} = A + B + C$$

Al final se debe sumar los parciales y obtener un valor el cual corresponde a las kilocalorías.

El cálculo del valor nutritivo, se realiza con la proporción ideal de proteínas, lípidos y glúcidos que deberían ingresar al organismo para que un alimento fuera ideal.

Las cifras propuestas por Atwater, Wilbur Olin, fueron las siguientes:

- Proteína: 20 %
- Grasa: 5 %
- Carbohidratos: 64 %

El 11% restante tendría que estar constituido por materiales como las proteínas indigeribles, celulosa, lignina, etc. y las sales minerales y sustancias de constitución no

determinada. Por otro lado, las calorías gramo para cada alimento que señala Atwater son:

Lípidos 9,4 Kcal; Glúcidos 3,9 Kcal; Proteínas 3,9 Kcal. Entonces el coeficiente isodinámico sería igual a 2,4 lo que nos indica que cada gramo de grasa tendría un valor de 2,4 gramos de proteína o glúcidos.

Por ello describe la siguiente fórmula:

$$V.N = \frac{2,4 * \% \text{ Grasas} + \% \text{ Carbohidratos}}{\% \text{ proteínas}}$$

Donde:

V. N: valor nutritivo

Asimismo, es considerado que El V. N ideal = 3,8

ANEXO 02

Metodología de determinación el análisis Fitoquímico (cualitativo)

Material vegetal: Hojas de ruda de río

Preparación del extracto acuoso

El material vegetal molido se macero con agua destilada, por espacio de veinte cuatro horas, con agitación permanente, luego se procedió a filtrar y concentrar hasta obtener un extracto seco.

Preparación del extracto alcohólico

El material vegetal se macero con alcohol etílico al 80 % durante veinte cuatro horas. El frasco se agito permanentemente. Luego se procedió a filtrar y concentrar, hasta obtener un extracto seco.

Se realiza los ensayos con los extractos acuosos, alcohólicos y reactivos.

a) Determinación cualitativa de flavonoides,

el análisis se realizó de acuerdo al método y técnica propuesta por la Dra. Miranda Martínez M. publicado en su manual de Métodos de análisis de Dragas y Extractos. Universidad de la habana. Instituto de farmacia y alimentos, (Cuba 1996).

Se realiza el ensayo con el extracto Acuoso y Alcohólico

Reactivo de Shinoda

A 1 mL del extracto, se añadió una limadura de magnesio y 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado. Se observa un intenso burbujeo por la reacción de la limadura y la solución adquiere una débil coloración naranja al principio; conforme va reaccionando la coloración naranja, va cambiando y se va intensificando conforme al original, lo que indica la presencia de flavonoides.

b) determinación de saponinas

Se efectúa el ensayo de la prueba de espuma (Miranda Martínez M.)

Se realiza el ensayo con el extracto Acuoso y Alcohólico

Prueba de espuma

Se coloca 5 cc de extracto en tubo de ensayo con tapa rosca, se sometió a una agitación vigorosa durante 30 segundos. La presencia de las saponinas es indicada por la formación de una espuma persistente durante 5 minutos.

c) Determinación de esteroides

Se emplea la reacción de Liberman Buchard.

Se realiza el ensayo con el extracto Acuoso y Alcohólico

Reactivo de Liebermann-Burchard

Se utiliza los extractos por separado se adicional 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente se adiciona gotas de anhídrido acético helado.

Si el color presenta de azul – verdoso indica presencia de esteroides.

d) determinación de glúcidos

Se determinó la reacción de Barfoed

Se realiza el ensayo con el extracto Acuoso y Alcohólico

Reacción de Barfoed

A 3 mL de extracto se le añade 0,5 mL del reactivo de Barfoed y se lleva a baño María por 5 minutos, observar la presencia de precipitados.

La **composición del reactivo de Barfoed** se prepara mediante el siguiente procedimiento: Añadiendo 2,5 mL de ácido acético al 38% en agua a 100 mL de acetato cúprico al 6,6% en agua o se compone de una solución de 0,33 molar de acetato de cobre neutro en una solución de 1% de ácido acético. No es recomendable guardar el reactivo, sino prepararlo previamente a su uso.

e) Determinación de alcaloides

Se realizaron pruebas de reconocimiento del principio activo como la reacción de Dragendorff, Mayer y Wagner.

Ensayo de Dragendorff

Permite reconocer en el extracto acuoso la presencia de alcaloides; para ello, se tomó una alícuota y se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado. Con la solución acuosa acida, se añade 2 gotas de reactivo de Dragendorff, se considera (+) cuando presenta opalescencia, (++) cuando presenta turbidez definitiva, y (+++) cuando presenta precipitado.

La **composición del reactivo de Dragendorff**, Se prepara mezclando 8 g de nitrato de bismuto pentahidratado en 20 mL de ácido nítrico al 30% con una solución de 27,2 g de yoduro de potasio en 50 mL de agua. Se deja en reposo por 24 horas, se decanta y se afora a 100 mL.

Ensayo de Mayer

Se realiza según la forma descrita anteriormente, hasta obtener una solución ácida. Se añade luego, una pizca de cloruro de sodio en polvo, se agita y posterior filtrado. Al filtrado se añade 3 gotas de la solución reactiva de Mayer, y si se observa: opalescencia (+), turbidez definida (++), precipitado coposo (+++).

La **composición del reactivo de Mayer**, Se prepara disolviendo 1,358 g de cloruro mercuríco y 5,000 g de yoduro de potasio por cada 100,0 mL de agua destilada.

Ensayo de Wagner

Se inicia al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, se añadieron 3 gotas del reactivo y los resultados se clasifican de la misma forma.

La **composición del reactivo de Wagner**

Solución A: 1,36 g de HgCl_2 / 60 mL de agua destilada.

Solución B: 5 g de KI / 10 mL de agua destilada

Mezclar ambas soluciones y diluir a 100 mL.

Los resultados se muestran por presencia de coloración y precipitados.

f) Determinación de compuestos fenólicos

Se realizó la Reacción con el cloruro de hierro.

Reacción con cloruro férrico

Se añadió 1 mL, gotas de cloruro férrico al extracto acuoso y alcohólico. La aparición de un color verde negruzco indica la presencia de compuestos fenólicos.

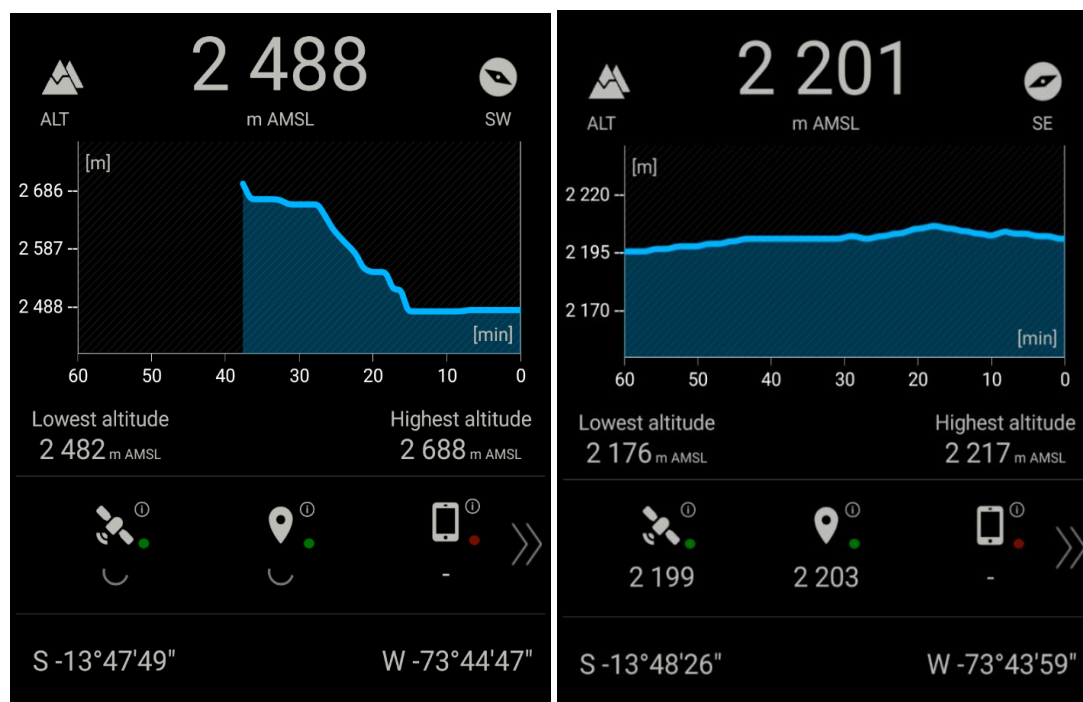
ANEXO 03

Estudios de ruda de río - hábitat nativa

Medidas de parámetros de crecimiento de la ruda de río a nivel de su hábitat natural.

Figura 43

Lecturas de altímetro, del área del Sectores I y II, donde existe la presencia de crecimiento de la especie herbácea ruda de río



Nota. En el grafico se detalla la evaluación de la altitud de crecimiento de la especie herbácea, así como la ubicación del sector de área de intervención de estudio.

ANEXO 04

Análisis estadístico de comparación de variables de evaluación de los dos sectores y ciclo de vida.

Tabla 67

Características crecimiento en función de los sectores y altitud, hábitat natural

Lugar	Muestra			Altitud	SECTORES
	Tamaño	Largo hoja	Ancho de hoja		
QUEBRADA	15,00	5,80	1,00	2490-2211 msnm	I
	25,00	5,50	1,00		
	30,00	4,00	1,30		
	30,00	5,00	1,00		
	31,00	4,50	1,10		
	31,50	5,30	1,00		
	34,00	5,00	0,90		
	35,00	4,00	1,30		
	38,00	3,50	0,80		
	60,00	4,00	1,30		
VALLE (RIO)	35,00	5,00	1,20	2200-2180 msnm	II
	40,00	4,50	0,60		
	47,00	5,70	2,00		
	80,00	3,50	0,90		
	110,00	6,00	1,50		
	110,00	5,00	1,50		
	120,00	8,00	1,60		
	125,00	7,50	1,50		
	130,00	8,00	1,20		
	140,00	4,00	1,80		
	150,00	4,00	0,70		
	160,00	8,50	1,50		

Tabla 68*Evaluación de ciclo de crecimiento de la ruda de río en los sectores de identificados*

SECTOR	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
QUEBRADA	2	3	4 - 5	6 - 7								1
VALLE (RIO)	3	4	5	6 - 7								1 - 2

Tabla 69*Temporadas y medios de crecimiento de la ruda de río*

TEMPORADA DE LLUVIA	
1	BROTE
2	PLÁNTULA
3	DESARROLLO DE HOJAS
4	MÁXIMO DESARROLLO DE HOJAS USOS - CONSUMO
5	FLORESCENCIA
6	SEMILLA
7	MUERTE
RIEGO	

ANEXO 05

Extracción de semillas de la especie herbácea (Ruda de río)

Tabla 70

Parámetros de extracción de semillas de Porophyllum ruderale de su hábitat natural

Extracción de semillas (ruda de río)	
Metodología	Método de muestreo acordado, establecido por Gold; Gold et al. (2004). Boletín INIA N° 110 - Chile. Descrito para la extracción de semillas, considerando su inalterabilidad y subsistencia de la especie herbácea en estudio. Así como su conservación del producto obtenidos, para su transporte y sus usos. La selección del método apropiado para la recolección de semillas en especies herbáceas, depende de factores tales como: las características del fruto, tipo, del sitio, del volumen de semillas a ser colectadas, del equipo y personal disponible, de las condiciones de seguridad y del clima.
Lugar	Área establecida: Valle de Tapinza Distrito: Belén Provincia: Sucre Región: Ayacucho
Cantidad	Se realizó la recolección de 100 g
Fecha	Según el estudio (2016 - 2020)

ANEXO 06

Mitigación de impacto ambiental (Metodología, medidas, y procedimientos de obtención (recolección) de muestra Ruda de río)

FORMATO DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

(Metodología, medidas, y procedimientos de obtención (recolección) de muestra ruda de río)

I. DATOS GENERALES

Estudio, investigación	
Nombre de estudio y/o investigación.	“Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (<i>Porophyllum ruderale</i>) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos”
Investigador	Dany, AYALA SHERON
Ubicación	
distrito	Belén
Provincia	Sucre
Región	Ayacucho
Ubicación en coordenadas (distrito)	13°48'34"S 73°45'24"O
Altitud	3200 msnm

II. ÁREA DE ESTUDIO

Zona A	
Distancia y tiempo de transporte	12 Km (trocha) 34 minutos 8 km (camino) 1:20 hora
Distancia del distrito	2500 m (en línea recta)
Lugar de intervención	área de Valle de Tapinza
Ubicación en coordenadas (lugar de intervención)	13°47'38"S 73°44'31"W - 13°48'54"S 73°43'47"W
Altitud	2180 - 2200 msnm

Zona B

Lugar de intervención	área de Exteriores del valle dentro del territorio del distrito (quebrada)
Ubicación	en
coordenadas (lugar de intervención)	13°47'51"S 73°44'44"W - 13°47'51"S 73°44'30"W
Altitud	2450 - 2211 msnm

III. METODOLOGÍA

Método	
Patrón de especie	Patrón homogéneo
Metodología	Muestreo aleatorio
Muestra	Método determinante regenerativos (50 - 75%)
Materiales	Acorde a la muestra y las condiciones del medio

IV. PROCEDIMIENTOS Y APLICACIÓN

Procedimientos antes del contacto de la especie	
Fecha de intervención	Extracción de semillas: 15 de mayo del 2016 Extracción de muestra (hojas y tallos): 01 de marzo del 2018
Cantidad de personal	Máximo 2 personas
Trasporte de materiales y alimentación	El transporte de materiales y alimentos se contemplaron los necesarios considerando que no produzcan residuos o desechos contaminantes como envolturas, plásticos, latas, etc.
Descanso y alimentación	Los descansos y la alimentación se realizan en las áreas donde la especie herbácea no se desarrolla, áreas sin presencia de la especie en su hábitat natural.
Identificación	La identificación de los sectores y áreas de intervención se realiza, previa para la obtención de muestra, utilizando los métodos descritos. El 100 % se identificó en la zona A, de acuerdo al patrón de especie.
Procedimientos durante el contacto con la especie	

Acceso a la zona identificada	El acceso a la zona se realiza en periodos cortos, con materiales, indumentaria y contenedores necesarios. Su intervención es de periodo corto (reducción de impactos) por áreas donde existe menor presencia de especies vegetales.
Obtención de muestras (Tallo y hojas)	La obtención de muestra se realiza de acuerdo a la metodología, donde la extracción es en un intervalo de 50 a 75% de extracción de hojas y tallo. De acuerdo al desarrollo de la planta. Su consideración se basa en la regeneración de la planta, reduciendo el impacto a nivel de desarrollo poblacional de la Ruda de río.
Obtención de muestra de semillas)	Para la obtención de semillas se realiza la obtención del 30 - 40% por planta, utilizando las mismas metodologías.
Deposición y almacenamiento	Su almacenamiento de las hojas y tallo se realiza en contenedores de polietileno (bolsa) con adición de papel kraft. El contenedor de las semillas se realiza en bolsas papel kraft, de acuerdo a la cantidad.
Procedimientos para el transporte de la especie	
Transporte de zona de origen a sector de transporte vehicular	Se realiza en transporte a carga directa por la dificultad de transporte vehicular e generación de impactos. Donde el transporte se realizó del valle de Tapinza al distrito de Belén, por un periodo de 2 horas.
Preparación de muestra	Para el transporte en vehículos, por la distancia de recorrido, se deposita en bolsas de polietileno con adición de mayor cantidad de papel kraft, concordando con las condiciones de temperatura, presión y tiempo y de transporte. Por un periodo de 6 horas (4 am -10 am)
Transporte vehicular	El transporte vehicular fue del distrito de Belén a la ciudad de huamanga.
otros	
Almacenamiento	Las muestras de semillas se prosiguieron al almacenamiento en zonas secas para sus usos a nivel de cultivos.

	No se realizó su almacenamiento (muestra tallos y hojas) en el lugar de destino ya que se prosiguió al desarrollo de procedimiento para análisis y evaluación, como (separación de las hojas del tallo).
usos	Las muestras de semillas se utilizaron para el cultivo en biohuerto e invernadero semiautomático, para los diferentes análisis y evaluaciones. La muestra de las hojas y tallos se utilizó para la obtención de principios activos (aceite esencial) mediante método por arrastre de vapor.
Observaciones	* La obtención de las muestras, así como las semillas y las hojas se realizaron en periodos y fechas diferentes de acuerdo a la necesidad de la investigación. * Inicialmente se realizó la obtención de semillas y pequeña cantidad de la planta (hojas y tallo) con fines de identificación - evaluación. * En la obtención de las muestras se presenció la dificultad de transitabilidad (camino sin mantenimiento), y la distancia lejana donde se ubica en su hábitat natural de la especie. Asimismo, dificultad de acceso y salida al lugar de su hábitat natural. * En el contexto de la especie herbácea, las limitadas acciones de los gobiernos locales y regionales en la conservación de los recursos vegetales en su hábitat natural. * El apoyo, fomento, promoción y desarrollo de acciones a favor de los investigadores de las instituciones como las universidades, los gobiernos locales y regionales.

ANEXO 07

Cultivo en invernadero semi - automático (variación de condiciones internas y externas en medio de cultivo) “temperatura y humedad relativa”

Figura 44

Parámetros de invernadero de todo el periodo de uso del invernadero

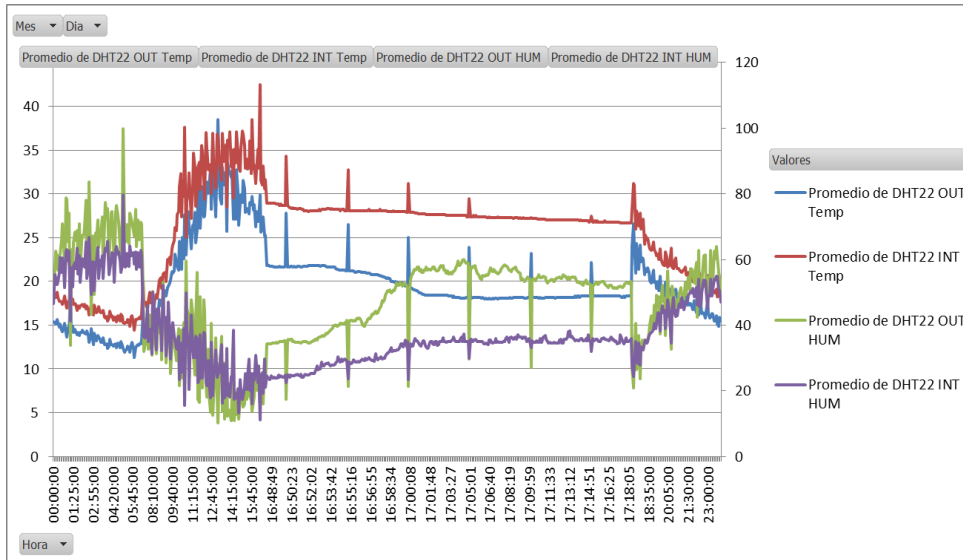
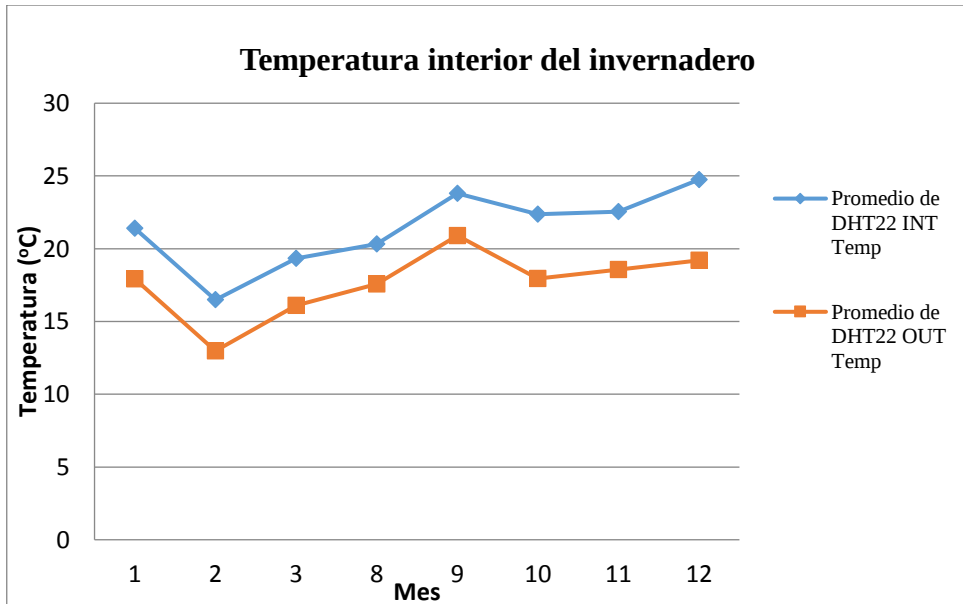


Figura 45

Variación de condiciones de temperatura en medio de cultivo en invernadero y exterior



ANEXO 08

Diagnóstico y control de cultivo y crecimiento - sector del área natural (parámetros de crecimiento y aprovechamiento)

Tabla 71

Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de área de crecimiento nativo

DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE RUDA DE RÍO (hábitat natural)					
N°	Tiempo	Muestra			OBSERVACIONES
		Tamaño	Largo hoja	Ancho de hoja	
1	1	0,00	0,00	0,00	Inicio de cultivo
2	15	6,50	1,50	0,05	brote y aparición de hojas
3	20	12,23	4,20	0,25	Desarrollo progresivo a nivel de crecimiento y producción de ramas y hojas
4	25	15,07	4,67	0,61	
5	30	18,73	6,00	0,73	
6	35	22,83	6,63	0,80	
7	40	28,00	6,85	0,85	Condiciones apropiadas (mínimos y máximos) para sus usos o consumos
8	45	41,33	6,93	0,96	
9	50	49,67	7,20	1,20	
10	55	60,00	7,50	1,50	
11	60	73,00	8,00	1,85	
12	65	103,67	8,40	1,90	
13	70	125,00	8,50	1,93	
14	75	144,00	8,80	1,94	Aparición y presencia de capullos para fluorescencia y producción de semillas
15	80	156,33	8,90	1,98	
16	85	162,50	9,20	1,98	
17	90	165,30	9,20	1,98	
18	95	170,00	9,30	1,98	Maduración y muerte
19	100	171,00	9,30	1,99	
20	105	171,00	9,30	1,99	

ANEXO 09

Diagnóstico y control de cultivo y crecimiento – biohuerto (parámetros de crecimiento y aprovechamiento)

Tabla 72

Evaluación de cultivo y crecimiento de la ruda de río a nivel de un Biohuerto

DIAGNOSTICO Y CONTROL DE CULTIVO Y CRECIMIENTO (DOMICILIO)					
N°	Tiempo (días)	Muestra			OBSERVACIONES
		Tamaño	Largo de hoja	Ancho de hoja	
1	1	0	0	0	Inicio de cultivo
2	15	5	1	0,25	Brotes y aparición y desarrollo de hojas
3	20	9,00	1,20	0,28	Inicio de evaluación, a partir de los 15 días de sembrado
4	25	14,80	1,80	0,38	
5	30	15,90	2,20	0,50	
6	35	21,00	2,90	0,62	Desarrollo progresivo lento a nivel de crecimiento y producción de hojas
7	40	25,60	3,90	0,74	
8	45	31,20	4,25	0,80	
9	50	37,00	4,90	0,85	Condiciones mínimos y máximos para sus usos o consumos
10	55	51,00	5,35	0,93	
11	60	59,00	6,10	0,98	
12	65	65,50	6,12	1,15	
13	70	74,00	6,25	1,18	
14	75	75,00	6,35	1,20	Aparición y presencia de capullos para fluorescencia y producción de semillas
15	80	76,20	6,40	1,30	
16	85	76,00	6,40	1,30	
17	90	70,50	6,40	1,30	
18	95	70,00	6,40	1,30	Maduración y muerte
19	100	75,00	6,42	1,32	
20	105	75,00	6,45	1,32	

ANEXO 10

Diagnóstico y control de cultivo y crecimiento – invernadero (parámetros de crecimiento y aprovechamiento)

Tabla 73

Evaluación de cultivo y crecimiento de la Ruda de río a nivel de un Biohuerto

DIAGNOSTICO Y CONTROL DE CULTIVO Y CRECIMIENTO - INVERNADERO														
N°	TIEMPO (días)	MUESTRAS									PROMEDIO			OBSERVACIONES
		A			B			C			T (cm)	L H (cm)	A H (cm)	
		T (cm)	L H (cm)	A H (cm)	T (cm)	L H (cm)	A H (cm)	T (cm)	L H (cm)	A H (cm)				
1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Inicio de cultivo, se realizó el trasplante de las muestras en un área de 120 x 100 cm
2	15	10,80	4,20	0,38	11,30	3,10	0,27	7,20	2,50	0,24	9,77	3,27	0,30	
3	20	16,20	5,00	0,50	12,50	4,30	0,40	8,00	3,30	0,50	12,23	4,20	0,47	
4	25	21,00	6,00	0,70	15,00	4,50	0,53	9,20	3,50	0,59	15,07	4,67	0,61	
5	30	25,60	6,90	0,90	18,10	5,60	0,60	12,50	5,50	0,70	18,73	6,00	0,73	
6	35	31,20	7,60	1,10	22,00	5,90	1,20	15,30	6,40	0,85	22,83	6,63	1,05	
7	40	37,00	8,50	1,30	27,00	6,50	2,00	20,00	7,50	1,00	28,00	7,50	1,43	
8	45	56,00	9,00	1,50	39,00	6,80	2,00	29,00	5,00	1,30	41,33	6,93	1,60	
9	50	60,00	9,00	1,80	48,00	7,60	2,00	41,00	6,00	1,90	49,67	7,53	1,90	
10	55	70,00	9,20	2,00	60,00	8,50	2,00	50,00	7,30	2,00	60,00	8,33	2,00	
11	60	80,00	9,80	2,00	72,00	10,00	2,00	67,00	9,00	2,00	73,00	9,60	2,00	
12	65	110,00	10,00	2,00	105,00	10,00	2,00	96,00	9,80	2,00	103,67	9,93	2,00	
13	70	140,00	10,00	2,00	120,00	10,00	2,00	115,00	10,00	2,00	125,00	10,00	2,00	
14	75	160,00	10,00	2,00	142,00	10,00	2,00	130,00	10,00	2,00	144,00	10,00	2,00	
15	80	168,00	10,00	2,00	156,00	10,00	2,00	145,00	10,00	2,00	156,33	10,00	2,00	
16	85	176,00	10,00	2,00	164,00	10,00	2,00	160,00	10,00	2,00	166,67	10,00	2,00	
17	90	186,00	10,00	2,00	174,00	10,00	2,00	170,00	10,00	2,00	176,67	10,00	2,00	
18	95	195,00	10,10	2,00	185,00	10,00	2,00	178,00	10,00	2,00	186,00	10,03	2,00	
19	100	198,00	10,10	2,00	196,00	10,10	2,00	186,00	10,00	2,00	193,33	10,07	2,00	
20	105	220,00	10,20	2,00	198,00	10,01	2,00	195,00	10,00	2,00	204,33	10,07	2,00	
														Aparición y presencia de capullos para fluorescencia - producción de semillas

*T: Tamaño; AH: Altura de hoja; LH: Largo de hoja.

ANEXO 11

Certificación de identificación de muestra vegetal



EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
"SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA"

C E R T I F I C A

Que, el Bach. en Industrias Alimentarias, Sr. Dany, AYALA SHERÓN, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. y es como sigue:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ASTERIDAE
ORDEN	:	ASTERALES
FAMILIA	:	ASTERACEAE
GENERO	:	Porophyllum
ESPECIE	:	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jac.) Cassini.
N.V.	:	"ruda de río"

Se expide la certificación correspondiente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 12 de Julio del 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
HERBARIUM HUAMANGENSIS

Dña. LINDA ANASTASIO PACHECO
JEFE

ANEXO 12

Evaluación de color, sabor y olor de la muestra de hojas de ruda de río

Formato

NIVEL DE GRADO	MUESTRAS											
	664			716			218			11		
	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR
PUNTAJES DE ACEPTACIÓN												

NIVEL DE GRADO	PUNTAJE
COLOR: Verde	
Muy claro	1
Un poco claro	2
Claro	3
Un poco oscuro	4
Oscuro	5

NIVEL DE GRADO	PUNTAJE
OLOR: pescado	
Ninguna	1
Bajo	2
Ligero	3
Poco intenso	4
Muy intenso	5

NIVEL DE GRADO	PUNTAJE
SABOR	
Ninguna	1
Bajo	2
Ligero	3
Medio	4
Intenso	5

Tabla 74

Muestras a evaluación sensorial, a diferentes tiempos

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS (tiempo de ebullición segundos)				
MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
Tiempo de ebullición: 2.5	Tiempo de ebullición: 5	Tiempo de ebullición: 10	Tiempo de ebullición: 15	Tiempo de ebullición: 20

Tabla 75

Resultados de las evaluaciones sensoriales con muestras (hojas de ruda de río) a diferentes tiempos

Panelistas	MUESTRA 1			MUESTRA 2			MUESTRA 3			MUESTRA 4			MUESTRA 5		
	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR
1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	4	1	1
2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	3	5	1	1
3	1	1	1	2	2	1	3	2	2	3	1	1	4	1	2
4	2	1	2	1	1	1	3	2	3	4	1	1	5	2	1
5	1	1	1	2	1	2	3	2	2	3	1	2	4	1	1
6	3	1	1	2	1	1	2	1	3	4	2	1	5	1	2
7	1	1	2	3	2	1	3	2	2	3	1	1	5	1	1
8	1	1	1	2	1	2	3	2	3	3	2	2	5	2	1
9	2	1	1	1	1	1	3	1	2	4	1	1	5	1	3
10	1	1	1	2	1	1	3	2	3	4	1	1	5	1	1
PROMEDIO	1,5	1,0	1,2	1,9	1,2	1,3	2,8	1,7	2,4	3,4	1,3	1,5	4,7	1,2	1,4

ANEXO 13

Evaluación estadística de los atributos de la muestra de hojas de ruda de río

Color

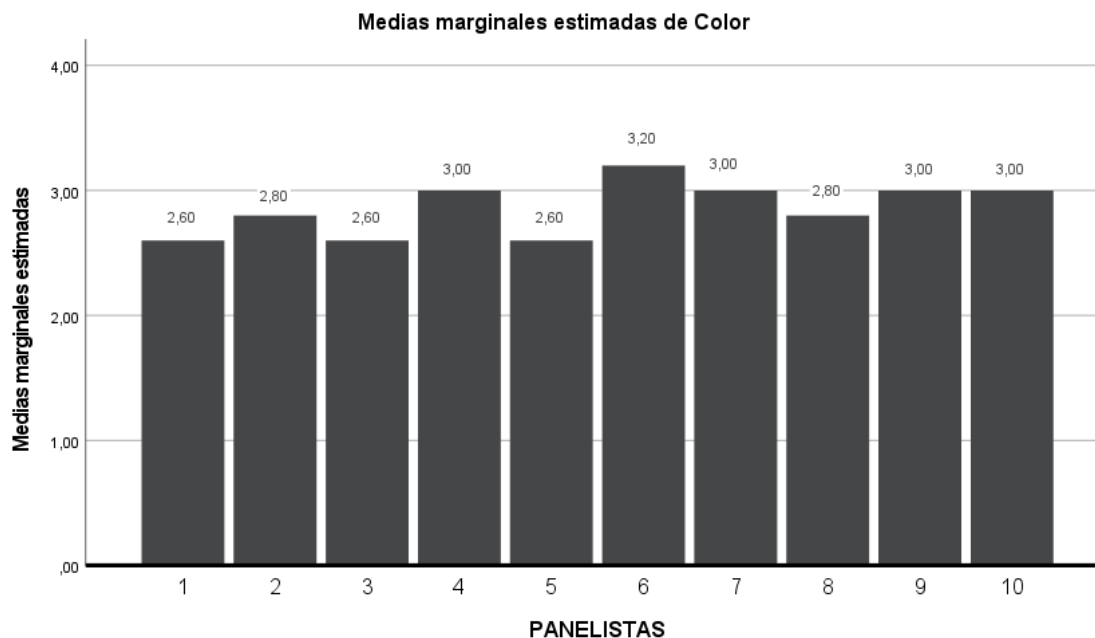
Tabla 76

Promedio de la variable color

Color	Descriptivos							
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Ebullición 2.5	10	1,5000	0,70711	0,22361	0,9942	2,0058	1,00	3,00
Ebullición 5	10	1,9000	0,56765	0,17951	1,4939	2,3061	1,00	3,00
Ebullición 10	10	2,8000	0,42164	0,13333	2,4984	3,1016	2,00	3,00
Ebullición 15	10	3,4000	0,51640	0,16330	3,0306	3,7694	3,00	4,00
Ebullición 20	10	4,7000	0,48305	0,15275	4,3544	5,0456	4,00	5,00
Total	50	2,8600	1,26184	0,17845	2,5014	3,2186	1,00	5,00

Figura 46

Atributo color de las muestras 5 tratamientos, nivel de respuesta de aceptación

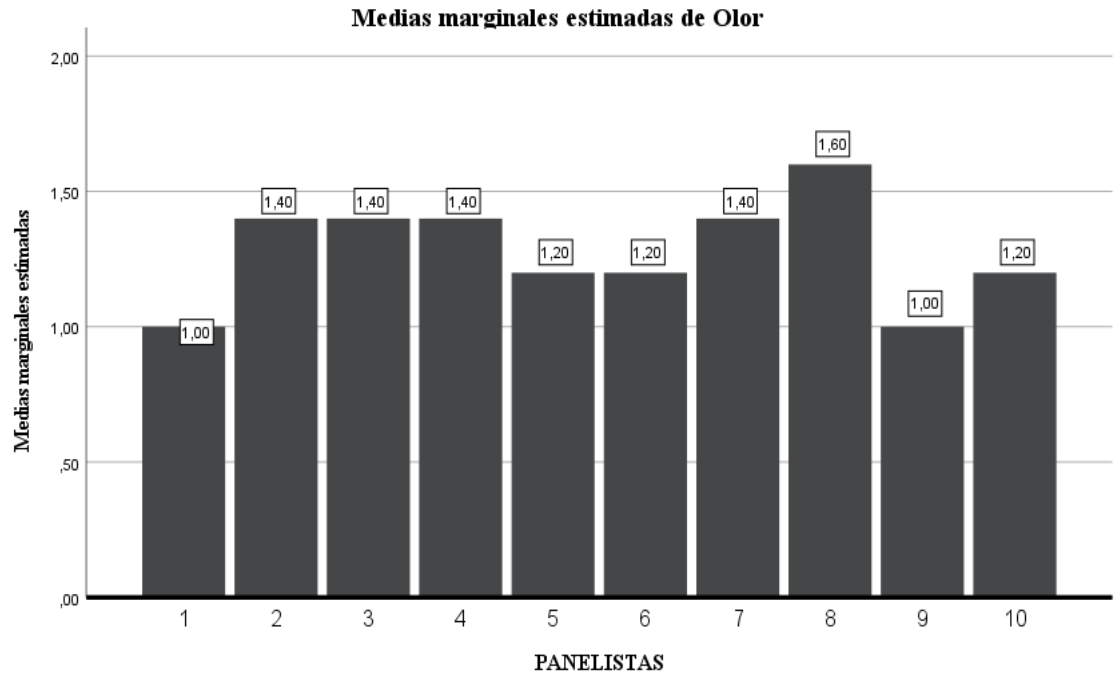


Olor

Tabla 77
Promedio de la variable olor

Descriptivos								
Olor								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Ebullición 2.5	10	1,0000	0,00000	0,00000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
Ebullición 5	10	1,2000	0,42164	0,13333	0,8984	1,5016	1,00	2,00
Ebullición 10	10	1,9000	0,48305	0,15275	1,3544	2,0456	1,00	2,00
Ebullición 15	10	1,3000	0,48305	0,15275	0,9544	1,6456	1,00	2,00
Ebullición 20	10	1,2000	0,42164	0,13333	0,8984	1,5016	1,00	2,00
Total	50	1,3133	0,45356	0,06414	1,1511	1,4089	1,00	2,00

Figura 47
Atributo olor de las muestras 5 tratamientos, nivel de respuesta de aceptación



Sabor

Tabla 78
Promedio de la variable sabor

Descriptivos								
Sabor								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Ebullición 2.5	10	1,2000	0,42164	0,13333	0,8984	1,5016	1,00	2,00
Ebullición 5	10	1,3000	0,48305	0,15275	0,9544	1,6456	1,00	2,00
Ebullición 10	10	2,4000	0,51640	0,16330	2,0306	2,7694	2,00	3,00
Ebullición 15	10	1,5000	0,70711	0,22361	0,9942	2,0058	1,00	3,00
Ebullición 20	10	1,4000	0,69921	0,22111	0,8998	1,9002	1,00	3,00
Total	50	1,5600	0,70450	0,09963	1,3598	1,7602	1,00	3,00

Figura 48
Atributo sabor de las muestras 5 tratamientos, nivel de respuesta de aceptación

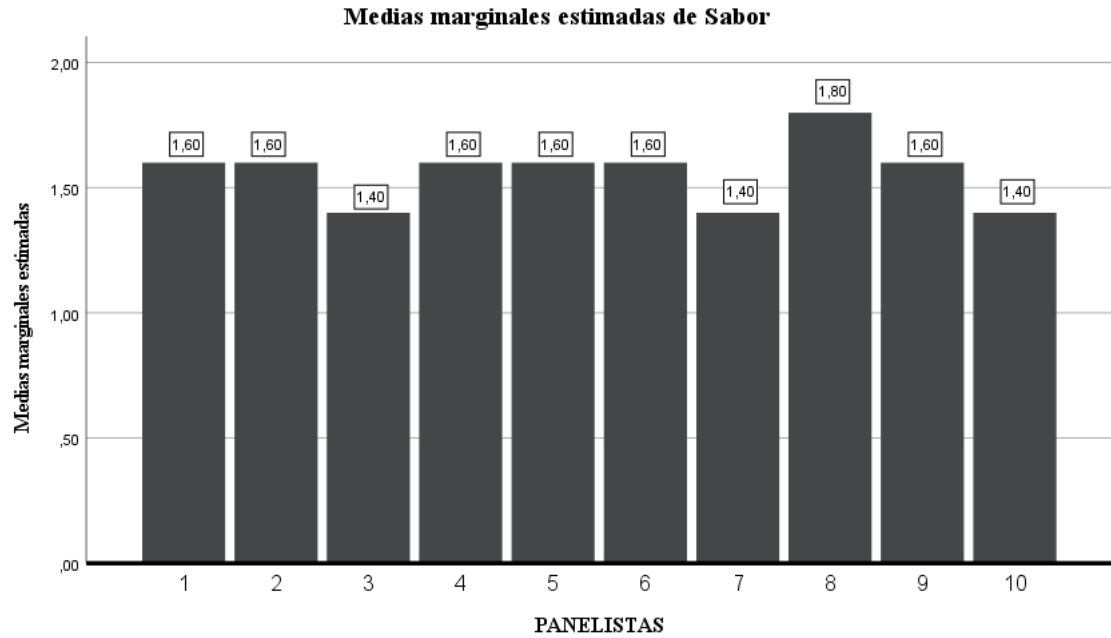


Tabla 79

Características de color, olor y sabor de los resultados obtenidos de cada muestra analizada

CARACTERÍSTICAS OBTENIDAS		
MUESTRA 1		
COLOR	OLOR	SABOR
Verde oliva claro	Infusión característica de la planta poca intensidad	Sabor infusión característico a la hoja, poca intensidad
MUESTRA 2		
COLOR	OLOR	SABOR
Verde oliva claro	Infusión característica de la planta media intensidad	Sabor infusión característico a la hoja media intensidad
MUESTRA 3		
COLOR	OLOR	SABOR
Verde oliva claro ligeramente más intenso	Infusión característica de la planta, ligeramente ligero presencia de olor a pescado	sabor infusión característico a la hoja, ligeramente más intenso
MUESTRA 4		
COLOR	OLOR	SABOR
Verde claro, (ligeramente más intenso)	Infusión característica de la planta incremento de intensidad de olor ligero a pescado	Sabor infusión característico a la hoja incremento de intensidad sabor con mayor intensidad.
MUESTRA 5		
COLOR	OLOR	SABOR
Verde más intenso (verde amarillo grisáceo)	Infusión característica de la planta, olor intenso, pérdida de olor a pescado.	Sabor infusión característico a la hoja incremento de mayor intensidad. Pérdida de sabor a pescado.

ANEXO 14

Determinación de análisis proximal laboratorio

Se realizó 02 análisis con cada muestra, para cada análisis se realizó 03 repetición por cada componente, cada uno con dos repeticiones (2*3). Obteniendo los siguientes resultados:

a) Humedad

Tabla 80

Determinación del contenido de humedad de hojas de ruda de río, análisis 01

	A	B	C
Humedad (%)	66,642	65,820	66,320
Peso de luna (g)	34,4949	34,4890	34,5963
Peso final (g)	35,8277	35,8054	35,9227
Peso de muestra (g)	2	2	2

Tabla 81

Determinación del contenido de humedad de hojas de ruda de río, análisis 02

	A	B	D
Humedad (%)	66,649	65,950	66,340
Peso de luna (g)	34,4948	34,4875	34,5960
Peso final (g)	35,8278	35,8065	35,9228
Peso de muestra (g)	2	2	2

b) Ceniza

Tabla 82

Determinación del contenido de ceniza de hojas de ruda de río, análisis 01

	A	B	D
Ceniza (%)	4,160	4,635	3,875
Peso de crisol (g)	142,0991	148,5985	181,5810
Peso final (g)	142,3071	148,8303	181,7748
Peso de muestra (g)	5	5	5

Tabla 83*Determinación del contenido de ceniza de hojas de ruda de río, análisis 02*

	A	B	D
Ceniza (%)	4,152	4,638	3,868
Peso de crisol (g)	142,0993	148,5989	181,5815
Peso final (g)	142,3069	148,8308	181,7749
Peso de muestra (g)	5	5	5

c) Proteína**Tabla 84***Determinación del contenido de proteína de hojas de ruda de río, análisis 01*

	A	B	D
Proteína (%)	6,96	8,23	6,80
Nitrógeno total (%)	1,113	1,316	1,089
Gasto (mL)	3,18	3,76	3,11
Peso de muestra (g)	100	100	100

Tabla 85*Determinación del contenido de proteína de hojas de ruda de río, análisis 02*

	A	B	D
Proteína (%)	6,83	8,20	6,89
Nitrógeno total (%)	1,092	1,313	1,103
Gasto (mL)	3,12	3,75	3,15
Peso de muestra (g)	100	100	100

d) Grasa**Tabla 86***Determinación del contenido de grasa de hojas de ruda de río, análisis 01*

	A	B	D
Grasa (%)	4,160	4,635	3,875
Peso de balón (g)	142,0991	148,5985	181,5810
Peso de balón + muestra (g)	142,3071	148,8303	181,7748
Peso de muestra (g)	5	5	5

Tabla 87*Determinación del contenido de grasa de hojas de ruda de río, análisis 02*

	A	B	D
Grasa (%)	4,152	4,638	3,868
Peso de balón (g)	142,0993	148,5989	181,5815
Peso de balón + muestra (g)	142,3069	148,8308	181,7749
Peso de muestra (g)	5	5	5

e) Fibra**Tabla 88***Determinación del contenido de fibra de hojas de ruda de río, análisis 01*

	A	B	D
Fibra neta (%)	7,4800	7,4949	7,4301
Fibra bruta (%)	7,5350	7,5500	7,4850
Peso del papel filtro (g)	2,2630	2,2628	2,2638
Peso del papel filtro (g) + fibra (g)	2,4137	2,4138	2,4135
Peso de ceniza en (g)	0,0550	0,0551	0,0549
Peso de muestra (g)	2	2	2

Tabla 89*Determinación del contenido de fibra de hojas de ruda de río, análisis 02*

	A	B	D
Fibra neta (%)	7,4699	7,4950	7,435
Fibra bruta (%)	7,5250	7,5500	7,4900
Peso del papel filtro (g)	2,2628	2,2627	2,2635
Peso del papel filtro (g) + fibra (g)	2,4133	2,4137	2,4133
Peso de ceniza en (g)	0,0551	0,0550	0,0550
Peso de muestra (g)	2	2	2

f) Carbohidratos totales

$$\%carbohidratos = 100 - (\%H + \%P + \%C + \%Fb + \%G)$$

Tabla 90*Determinación del contenido de carbohidratos de hojas de ruda de río*

	A	B	D
Carbohidratos (Análisis 1)	11,890	11,220	12,167
Carbohidratos (Análisis 2)	12,016	11,096	12,031

ANEXO 15

Evaluación estadística del análisis proximal de las hojas de ruda de río

Humedad

Tabla 91

Comparaciones múltiples del contenido de humedad de hojas de ruda de río

Variable dependiente: Humedad

						Intervalo de confianza al 95%	
		Diferencia de				Límite	
	(I) Muestra	(J) Muestra	medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	superior
Bonferroni	Invernadero	Natural	,76050*	,053773	,002	,49934	1,02166
		Biohuerto	,31550*	,053773	,030	,05434	,57666
	Natural	Invernadero	-,76050*	,053773	,002	-1,02166	-,49934
		Biohuerto	-,44500*	,053773	,011	-,70616	-,18384
	Biohuerto	Invernadero	-,31550*	,053773	,030	-,57666	-,05434
		Natural	,44500*	,053773	,011	,18384	,70616

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,003.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Cenizas totales

Tabla 92

Comparaciones múltiples del contenido de ceniza de hojas de ruda de río

Variable dependiente: Ceniza

						Intervalo de confianza al 95%	
		Diferencia de				Límite	
	(I) Muestra	(J) Muestra	medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	superior
Bonferroni	Invernadero	Natural	,26850*	,014860	,001	,19633	,34067
		Biohuerto	-,54000*	,014860	,000	-,61217	-,46783
	Natural	Invernadero	-,26850*	,014860	,001	-,34067	-,19633
		Biohuerto	-,80850*	,014860	,000	-,88067	-,73633
	Biohuerto	Invernadero	,54000*	,014860	,000	,46783	,61217
		Natural	,80850*	,014860	,000	,73633	,88067

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Proteína total

Tabla 93

Comparaciones múltiples del contenido de proteína de hojas de ruda de río

Variable dependiente: Proteína

						Intervalo de confianza al 95%	
	(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de		Sig.	Límite	
			medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	superior
Bonferroni	Invernadero	Natural	-1,32200*	,066061	,001	-1,64283	-1,00117
		Biohuerto	,04500	,066061	1,000	-,27583	,36583
	Natural	Invernadero	1,32200*	,066061	,001	1,00117	1,64283
		Biohuerto	1,36700*	,066061	,001	1,04617	1,68783
	Biohuerto	Invernadero	-,04500	,066061	1,000	-,36583	,27583
		Natural	-1,36700*	,066061	,001	-1,68783	-1,04617

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,004.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Fibra bruta

Tabla 94

Comparaciones múltiples del contenido de fibra de hojas de ruda de río

Variable dependiente: Fibra

						Intervalo de confianza al 95%	
	(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de		Sig.	Límite	
			medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	superior
Bonferroni	Invernadero	Natural	-,02000	,004564	,066	-,04217	,00217
		Biohuerto	,04250*	,004564	,008	,02033	,06467
	Natural	Invernadero	,02000	,004564	,066	-,00217	,04217
		Biohuerto	,06250*	,004564	,003	,04033	,08467
	Biohuerto	Invernadero	-,04250*	,004564	,008	-,06467	-,02033
		Natural	-,06250*	,004564	,003	-,08467	-,04033

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,083E-5.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Extracto Etéreo

Tabla 95

Comparaciones múltiples del contenido de grasa de hojas de ruda de río

Variable dependiente: Extracto etéreo

						Intervalo de confianza al 95%	
	(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de		Sig.	Límite	
			medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	superior
Bonferroni	Invernadero	Natural	-,48050*	,004509	,000	-,50240	-,45860
		Biohuerto	,28450*	,004509	,000	,26260	,30640
	Natural	Invernadero	,48050*	,004509	,000	,45860	,50240
		Biohuerto	,76500*	,004509	,000	,74310	,78690
	Biohuerto	Invernadero	-,28450*	,004509	,000	-,30640	-,26260
		Natural	-,76500*	,004509	,000	-,78690	-,74310

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,033E-5.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Carbohidratos totales

Tabla 96

Comparaciones múltiples del contenido de carbohidratos de hojas de ruda de río

Variable dependiente: Carbohidratos

						Intervalo de confianza al 95%	
	(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de		Sig.	Límite	
			medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	superior
Bonferroni	Invernadero	Natural	,79500*	,091057	,009	,35277	1,23723
		Biohuerto	-,14600	,091057	,622	-,58823	,29623
	Natural	Invernadero	-,79500*	,091057	,009	-1,23723	-,35277
		Biohuerto	-,94100*	,091057	,006	-1,38323	-,49877
	Biohuerto	Invernadero	,14600	,091057	,622	-,29623	,58823
		Natural	,94100*	,091057	,006	,49877	1,38323

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,008.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

ANEXO 16

Certificación de análisis proximal de hojas de *Porophyllum ruderale*, de las 03 procedencias en estudio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION

Av. Independencia S/N- Ciudad Universitaria Los Módulos Teléfono Fax 318553 – 316024 Ayacucho Perú.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Dany Ayala Sheron
SOLICITA : Análisis Bromatológico
MUESTRA : Hojas de ruda de río (Procedencia: Hábitad natural)
FECHA ENTREGA: 25 de enero 2022.

RESULTADOS

HUMEDAD : 65,89 %
PROTEINA TOTAL : 8,21 %
CENIZAS TOTALES : 2,56 %
EXTRACTO ETereo : 4,64 %
FIBRA BRUTA : 7,55 %
CARBOHIDRATOS TOTALES : 11,16 %

OBSERVACIONES : Las hojas de la muestra de ruda de río rinde 119,22 Kcal.

Ayacucho, 25 de Enero 2022.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS

Jorge de Laboratorios

c.c. archivo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION

Av. Independencia S/N- Ciudad Universitaria Los Módulos Teléfono Fax 318553 – 316024 Ayacucho Perú.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Dany Ayala Sheron
SOLICITA : Análisis Bromatológico
MUESTRA : Hojas de ruda de rio (Procedencia: Biohuerto)
FECHA ENTREGA: 25 de enero 2022.

RESULTADOS

HUMEDAD : 66,33 %
PROTEINA TOTAL : 6,85 %
CENIZAS TOTALES : 3,36 %
EXTRACTO ETEREO : 3,87 %
FIBRA BRUTA : 7,49 %
CARBOHIDRATOS TOTALES : 12,10 %

OBSERVACIONES : Las hojas de la muestra de ruda de rio rinde 110,63 Kcal.

Ayacucho, 25 de Enero 2022.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA COMPLEMENTARIAS BÁSICAS
Ing. Edna Leon Pichardo
JEFE DE LABORATORIOS

c.c. archivo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION

Av. Independencia S/N- Ciudad Universitaria Los Módulos Teléfono Fax 318553 – 316024 Ayacucho Perú.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Dany Ayala Sheron
SOLICITA : Análisis Bromatológico
MUESTRA : Hojas de ruda de rio (Procedencia: Invernadero)
FECHA ENTREGA: 25 de enero 2022.

RESULTADOS

HUMEDAD : 66,65 %
PROTEINA TOTAL : 6,89 %
CENIZAS TOTALES : 2,82 %
EXTRACTO ETereo : 4,16 %
FIBRA BRUTA : 7,53 %
CARBOHIDRATOS TOTALES : 11,95 %

OBSERVACIONES : Las hojas de la muestra de ruda de rio rinde 112,78 Kcal.

Ayacucho, 25 de Enero 2022.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA QUÍMICA Y FISIOLÓGICA BÁSICAS

Edna León Palomino
JEFE DE LABORATORIOS

c.c. archivo.

ANEXO 17

Certificación de análisis fitoquímico preliminar de hojas de *Porophyllum ruderale*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION

CERTIFICADO DE ANALISIS

SOLICITANTE: Dany Ayala Sheron
SOLICITA : Análisis Fitoquímico Preliminar
MUESTRA: Hojas de ruda de río
FECHA DE ENTREGA: 25 de enero del 2022

RESULTADOS

Principio activo	Reacción	Extracto acuoso	Extracto alcohólico
Saponinas	Espuma	No presenta	No presenta
Flavonoides	Shinoda	Marrón amarillento	Marrón rojizo
Esteroides	Lieberman Buchard	Verde rojizo	Verde azul rojizo
Glucósidos	Barfoed	Precipitado amarillo	Precipitado amarillo
Alcaloides	Dragendorff Mayer Wagner	Precipitado naranja Precipitado crema Precipitado marrón	
Compuestos fenólicos	Cloruro férrico	Verde claro	Verde claro

OBSERVACIONES: De los resultados del análisis fitoquímico preliminar se concluye, que las hojas de la muestra contienen Flavonoides, esteroides, glucósidos, alcaloides y trazas de compuestos fenólicos.

Ayacucho, 25 de enero de 2022.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA ADMINISTRACIÓN BÁSICA

Bgla. Edna León Palomino
JEFE DE LABORATORIOS

ANEXO 18

Valores de las extracciones de aceites esenciales

a) Primera etapa de extracción, con muestra de procedencia biohuerto

Desarrollado con muestra (hojas y tallos) de cultivo de biohuerto

Tabla 97

Indicadores de extracción de aceites esencial - primera etapa (extracción al 50 % FV)

N°	Tiempo	Extracción I		Extracción II	
		T° de flujo de vapor	Volumen	T° de flujo de vapor	Volumen
0	0	15,8		16,5	
1	5	29,8		30,2	
2	10	72,4		75,8	
3	15	80,6		81,3	
4	20	83,4		84,8	
5	25	88,8	Primera gota	89,2	Primera gota
6	30	90,1		90,2	
7	35	90,2		90,2	
8	40	90,3	1 litro	90,4	1 litro
9	45	90,4		90,5	
10	50	90,7		90,7	
11	55	90,8		90,9	
12	60	90,9	2 litros	90,9	2 litros
13	65	90,9		90,9	
14	70	90,9		90,9	
15	75	90,9		90,9	
16	80	90,9	3 litros	90,9	3 litros
17	85	90,9		90,9	
18	90	90,9		90,9	
19	95	90,9		90,9	
20	100	90,9	4 litros	90,9	4 litros
21	105	90,9		90,9	
22	110	90,9		90,9	
23	115	90,9	5 litros	90,9	5 litros
24	120	90,9		90,9	

Tabla 98*Indicadores de extracción de aceites esencial - primera etapa (extracción al 70 % FV)*

N°	Tiempo	Extracción I		Extracción II	
		T° de flujo de vapor	Volumen	T° de flujo de vapor	Volumen
0	0	14,5		16,2	
1	5	28,2		30,4	
2	10	78,3		75,3	
3	15	80,3		81,2	
4	20	86,6		85,4	
5	25	90,0	Primera gota	90,1	Primera gota
6	30	90,1		90,1	
7	35	90,2		90,2	
8	40	90,3	1 litro	90,3	1 litro
9	45	90,5		90,4	
10	50	90,7		90,6	
11	55	90,9		90,8	
12	60	90,9	2 litros	90,9	2 litros
13	65	90,9		90,9	
14	70	90,9		90,9	
15	75	90,9		90,9	
16	80	90,9	3 litros	90,9	3 litros
17	85	90,9		90,9	
18	90	90,9		90,9	
19	95	90,9		90,9	
20	100	90,9	4 litros	90,9	4 litros
21	105	90,9		90,9	
22	110	90,9		90,9	
23	115	90,9	5 litros	90,9	5 litro
24	120	90,9		90,9	

b) Segunda etapa de extracción, con muestra de procedencia invernadero

Desarrollado con muestra (hojas y tallos) de cultivo de invernadero semi automático

Tabla 99

Indicadores de extracción de aceites esencial - segunda etapa (extracción al 50 % FV)

N°	Tiempo	Extracción I		Extracción II	
		T° de flujo de vapor	Volumen	T° de flujo de vapor	Volumen
0	0	18,4		17,2	
1	5	30,4		30,1	
2	10	78,4		77,9	
3	15	81,2		80,2	
4	20	85,6	Primera gota	86,8	Primera gota
5	25	89,6		88,8	
6	30	89,8		89,5	
7	35	90,2		90,1	
8	40	90,4	1 litro	90,3	1 litro
9	45	90,5		90,6	
10	50	90,7		90,7	
11	55	90,8		90,9	
12	60	90,8	2 litros	90,8	2 litros
13	65	90,8		90,8	
14	70	90,8		90,8	
15	75	90,8		90,8	
16	80	90,8	3 litros	90,8	3 litros
17	85	90,9		90,9	
18	90	90,9		90,9	
19	95	90,9		90,9	
20	100	90,9	4 litros	90,9	4 litros
21	105	90,9		90,9	
22	110	90,9		90,9	
23	115	90,9	5 litros	90,9	5 litros
24	120	90,9		90,9	

Tabla 100*Indicadores de extracción de aceites esencial - segunda etapa (extracción al 70 % FV)*

N°	Tiempo	Extracción I		Extracción II	
		T° de flujo de vapor	Volumen	T° de flujo de vapor	Volumen
0	0	15,5		16,8	
1	5	28,2		30,3	
2	10	76,3		77,4	
3	15	80,0		81,4	
4	20	86,8	Primera gota	85,8	Primera gota
5	25	88,9		90,1	
6	30	90,1		90,2	
7	35	90,1		90,3	
8	40	90,2	1 litro	90,3	1 litro
9	45	90,5		90,5	
10	50	90,7		90,7	
11	55	90,9		90,9	
12	60	90,9	2 litros	90,9	2 litros
13	65	90,9		90,9	
14	70	90,9		90,9	
15	75	90,9		90,9	
16	80	90,9	3 litros	90,9	3 litros
17	85	90,9		90,9	
18	90	90,9		90,9	
19	95	90,9		90,9	
20	100	90,9	4 litros	90,9	4 litros
21	105	90,9		90,9	
22	110	90,9		90,9	
23	115	90,9	5 litros	90,9	5 litros
24	120	90,9		90,9	

c) Tercera etapa de extracción, con muestra de procedencia natural

Desarrollado con muestra (hojas y tallos) recolectado de su hábitat natural, del valle de Tapinza, distrito de Belén, provincia de Sucre – Ayacucho.

Tabla 101*Indicadores de extracción de aceites esencial - tercera etapa (extracción al 50 % FV)*

N°	Tiempo	Extracción I		Extracción II	
		T° de flujo de vapor	Volumen	T° de flujo de vapor	Volumen
0	0	14,0		14,5	
1	5	36,2		32,4	
2	10	78,3		75,2	
3	15	81,4	Primera gota	80,0	Primera gota
4	20	85,8		86,9	
5	25	89,9		89,8	
6	30	90,0		90,1	
7	35	90,2	1 litro	90,2	1 litro
8	40	90,4		90,4	
9	45	90,5		90,5	
10	50	90,7		90,7	
11	55	90,9	2 litros	90,9	2 litros
12	60	90,9		90,9	
13	65	90,9		90,9	
14	70	90,9		90,9	
15	75	90,9	3 litros	90,9	3 litros
16	80	90,9		90,9	
17	85	90,9		90,9	
18	90	90,9		90,9	
19	95	90,9	4 litros	90,9	4 litros
20	100	90,9		90,9	
21	105	90,9		90,9	
22	110	90,9	5 litros	90,9	5 litros
23	115	90,9		90,9	
24	120	90,9		90,9	

Tabla 102*Indicadores de extracción de aceites esencial - tercera etapa (extracción al 70 % FV)*

N°	Tiempo	Extracción I		Extracción II	
		T° de flujo de vapor	Volumen	T° de flujo de vapor	Volumen
0	0	15,2		14,8	
1	5	32,4		30,2	
2	10	76,3		78,8	
3	15	80,2	Primera gota	82,4	Primera gota
4	20	85,4		85,9	
5	25	89,8		90,0	
6	30	90,1		90,1	
7	35	90,2	1 litro	90,2	1 litro
8	40	90,4		90,4	
9	45	90,5		90,5	
10	50	90,7		90,7	
11	55	90,9	2 litros	90,9	2 litros
12	60	90,9		90,9	
13	65	90,9		90,9	
14	70	90,9		90,9	
15	75	90,9	3 litros	90,9	3 litros
16	80	90,9		90,9	
17	85	90,9		90,9	
18	90	90,9		90,9	
19	95	90,9	4 litros	90,9	4 litros
20	100	90,9		90,9	
21	105	90,9		90,9	
22	110	90,9	5 litros	90,9	5 litros
23	115	90,9		90,9	
24	120	90,9		90,9	

ANEXO 19

Evaluación estadística de extracciones de aceite esencial

Tabla 103

Resultados de las 03 extracciones de aceite esencial con 2 factores de FV, con 2 repeticiones

Nº	Muestra (kg)	Flujo de vapor (%)	volumen (mL)	Rendimiento %	Densidad	Índice de refracción
1	1000	50	1,9	0,19	1,0234	1,4739
	1000	50	1,8	0,18	1,0232	1,4740
2	2550	65	5,8	0,23	1,0229	1,4737
	2550	65	5,73	0,22	1,0228	1,4738
3	7440	80	25,9	0,35	1,0234	1,4741
	7440	80	26,2	0,35	1,0236	1,4742

Rendimiento

Tabla 104

Promedio de la variable rendimiento de extracción de aceite esencial

Rendimiento					95% de intervalo de confianza para la media			
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
M Biohuerto: 1500 g	4	,13025	,002500	,001250	,12627	,13423	,127	,133
M Invernadero: 4500 g	4	,12775	,000957	,000479	,12623	,12927	,127	,129
M Natural: 7500 g	4	,15250	,003697	,001848	,14662	,15838	,148	,156
Total	12	,13683	,011862	,003424	,12930	,14437	,127	,156

Tabla 105*Comparación de variación de rendimiento de AE a nivel de extracciones*

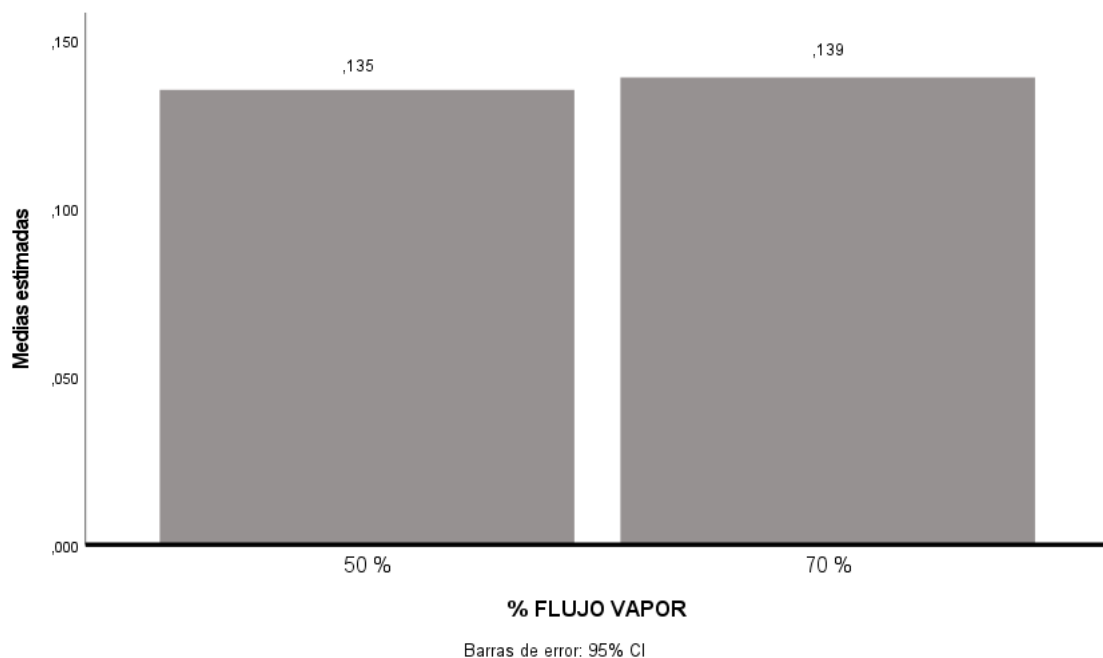
Variable dependiente: Rendimiento

		Intervalo de confianza al				
		Diferencia		Sig.	95%	
(I) MUESTRAS	(J) MUESTRAS	de medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
Bonferroni	M Biohuerto: 1500 g					
	M Invernadero: 4500 g	,00250	,001177	,199	-,00105	,00605
	M Natural: 7500 g	-,02225*	,001177	,000	-,02580	-,01870
	M Invernadero: 4500 g					
	M Biohuerto: 1500 g	-,00250	,001177	,199	-,00605	,00105
	M Natural: 7500 g	-,02475*	,001177	,000	-,02830	-,02120
	M Natural: 7500 g					
	M Biohuerto: 1500 g	,02225*	,001177	,000	,01870	,02580
	M Invernadero: 4500 g	,02475*	,001177	,000	,02120	,02830

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,771E-6.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Figura 49*Media de rendimiento a diferentes tratamientos de extracción de aceite esencial*

Densidad

Tabla 106

Promedio de la variable densidad de aceite esencial

Densidad								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
M Biohuerto: 1500 g	4	1,023250	,0001291	,0000645	1,023045	1,023455	1,0231	1,0234
M Invernadero: 4500 g	4	1,022900	,0000816	,0000408	1,022770	1,023030	1,0228	1,0230
M Natural: 7500 g	4	1,023450	,0001291	,0000645	1,023245	1,023655	1,0233	1,0236
Total	12	1,023200	,0002594	,0000749	1,023035	1,023365	1,0228	1,0236

Tabla 107

Comparación de variación de densidad de AE a nivel de extracciones

Variable dependiente: Densidad

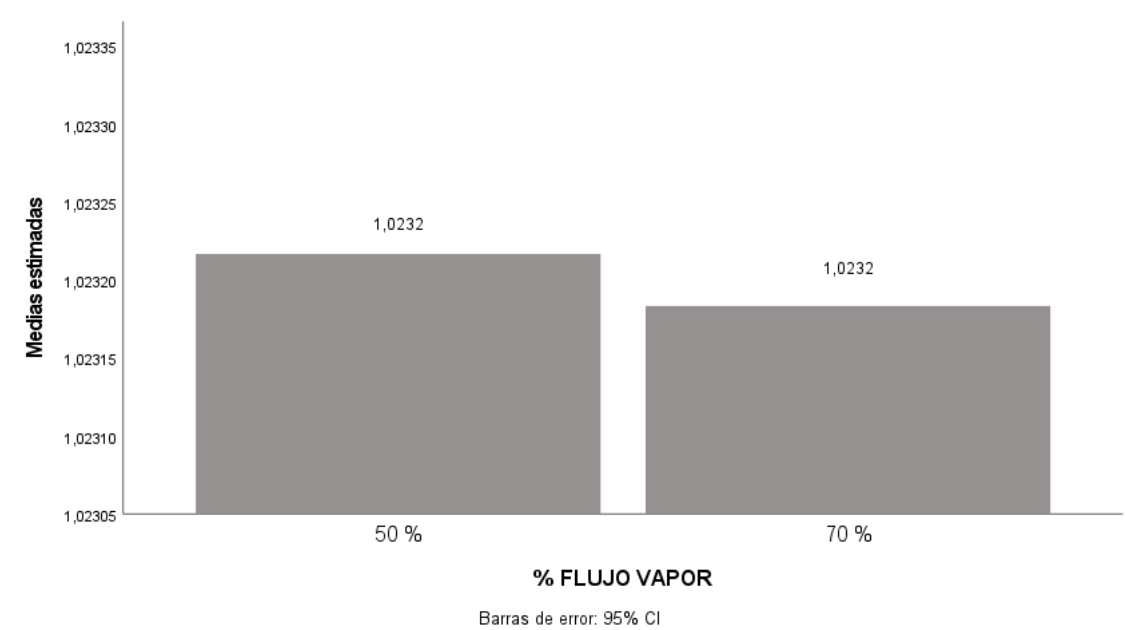
						Intervalo de confianza al	
						95%	
		Diferencia					
		de medias	Desv.		Límite	Límite	
(I) Muestras	(J) Muestras	(I-J)	Error	Sig.	inferior	superior	
Bonferroni	M Biohuerto: 1500 g	M Invernadero: 4500 g	,000350*	,0000854	,010	,000092	,000608
		M Natural: 7500 g	-,000200	,0000854	,142	-,000458	,000058
	M Invernadero: 4500 g	M Biohuerto: 1500 g	-,000350*	,0000854	,010	-,000608	-,000092
		M Natural: 7500 g	-,000550*	,0000854	,001	-,000808	-,000292
	M Natural: 7500 g	M Biohuerto: 1500 g	,000200	,0000854	,142	-,000058	,000458
		M Invernadero: 4500 g	,000550*	,0000854	,001	,000292	,000808

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1,458E-8.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Figura 50
Media de densidad a diferentes tratamientos de extracción de aceite esencial



Índice de refracción

Tabla 108
Promedio de la variable índice de refracción de aceite esencial

Índice de refracción								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
M Biohuerto: 1500 g	4	1,473925	,0001708	,0000854	1,473653	1,474197	1,4737	1,4741
M Invernadero: 4500 g	4	1,473725	,0000957	,0000479	1,473573	1,473877	1,4736	1,4738
M Natural: 7500 g	4	1,474150	,0001291	,0000645	1,473945	1,474355	1,4740	1,4743
Total	12	1,473933	,0002188	,0000632	1,473794	1,474072	1,4736	1,4743

Tabla 109*Comparación de variación de índice de refracción de AE a nivel de extracciones*

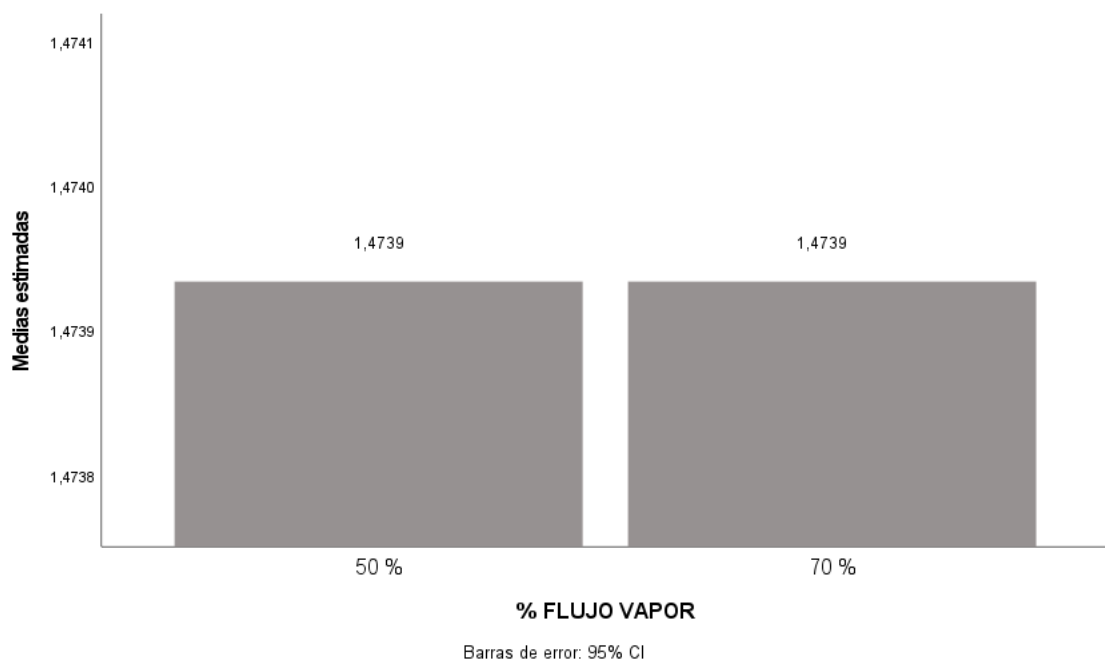
Variable dependiente: Índice refracción

		Intervalo de confianza al				95%	
		Diferencia	Desv.			Límite	Límite
(I) Muestras	(J) Muestras	de medias	Error	Sig.		inferior	superior
Bonferroni	M Biohuerto: 1500 g	M Invernadero: 4500 g	,000200	,0001016	,253	-,000106	,000506
		M Natural: 7500 g	-,000225	,0001016	,173	-,000531	,000081
	M Invernadero: 4500 g	M Biohuerto: 1500 g	-,000200	,0001016	,253	-,000506	,000106
		M Natural: 7500 g	-,000425*	,0001016	,009	-,000731	-,000119
	M Natural: 7500 g	M Biohuerto: 1500 g	,000225	,0001016	,173	-,000081	,000531
		M Invernadero: 4500 g	,000425*	,0001016	,009	,000119	,000731

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,062E-8.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Figura 51*Media de índice de refracción a diferentes tratamientos de extracción de aceite esencial*

ANEXO 20

Ficha de evaluación de pruebas organolépticas de sopas

Tabla 110

Formato de evaluación organoléptica con panelistas semi - entrenados

[illegible]

Tabla 111*Variables de aceptación (nivel de grado y puntaje)*

NIVEL DE GRADO	PUNTAJE
Excelente	7
Me gusta mucho	6
Me gusta moderadamente	5
Me gusta poco	4
No me gusta ni me disgusta	3
me disgusta mucho	2
me disgusta poco	1

ANEXO 21

Evaluación sensorial de sopas (soluciones con adiciones) - cualitativo observacional

Tabla 112

Muestras a evaluación sensorial, a diferentes tiempos

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS			
MUESTRA 664	MUESTRA 011	MUESTRA 716	MUESTRA 218
Muestra sin edición	Muestra con adición de hojas de ruda de río	Muestra con adición de Aceite esencia 3 M gotas (0,15 mL) – 0,01%	Muestra con edición de Aceite esencia 6 M gotas (0,30 mL) – 0,02%

* M: micro gotas (20 gotas/1ml)

Tabla 113

Resultados de la evaluación sensorial de color, sabor y olor de muestras (adiciones), en caldo de pescado

Panelistas	MUESTRA 664			MUESTRA 011			MUESTRA 716			MUESTRA 218		
	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR	COLOR	OLOR	SABOR
1	5	5	5	5	5	6	5	4	5	5	4	5
2	6	4	4	5	5	5	6	6	6	6	5	6
3	4	5	5	5	5	4	6	7	6	6	7	6
4	5	4	5	5	5	6	6	7	7	4	6	5
5	5	4	5	4	4	4	6	5	6	6	5	6
6	4	4	4	4	5	6	6	6	5	5	5	5
7	4	5	5	5	5	6	5	4	4	5	4	5
8	5	4	4	4	4	5	6	5	5	6	5	5
9	4	5	4	4	4	5	6	5	5	6	5	5
10	5	4	4	6	5	6	5	6	6	5	6	5
11	4	4	5	5	5	5	7	7	6	6	5	6
12	4	5	4	6	5	6	6	6	6	6	6	5
13	5	4	5	5	5	5	6	5	6	5	5	4
14	4	4	4	6	4	6	6	7	6	4	6	5
15	4	5	5	5	5	5	7	7	7	5	5	5
PROMEDIO	4,5	4,4	4,5	4,9	4,7	5,3	5,9	5,8	5,7	5,3	5,3	5,2

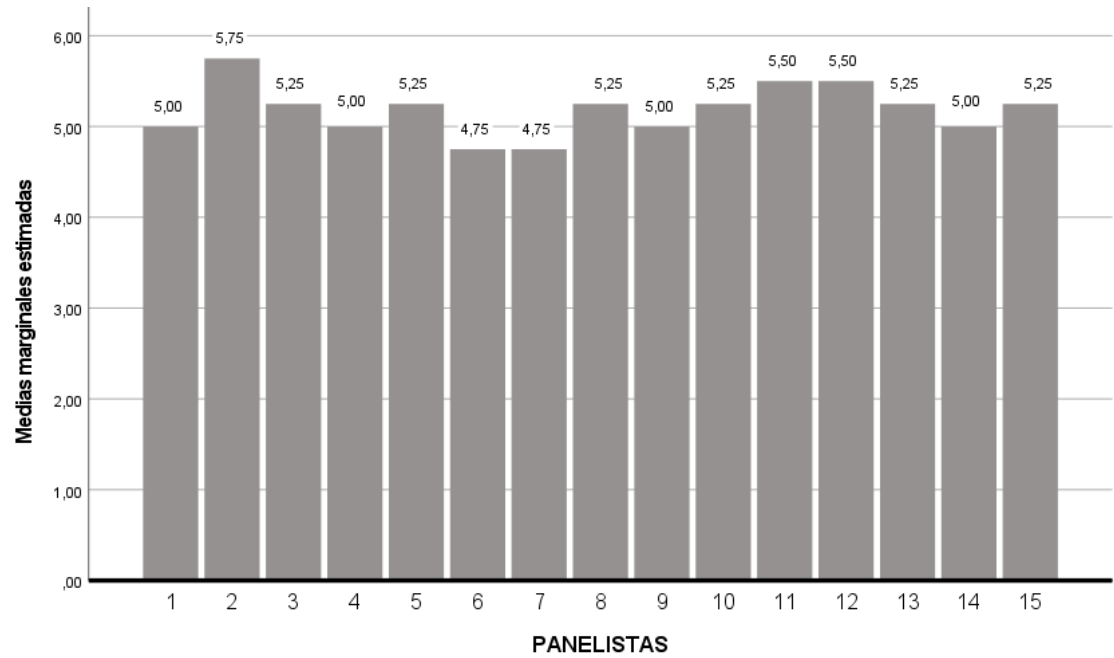
Evaluación de atributos

Color

Tabla 114
Promedio de la variable color

Descriptivos								
Color								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin edición	15	4,5333	0,63994	0,16523	4,1789	4,8877	4,00	6,00
Hojas de ruda r	15	4,9333	0,70373	0,18170	4,5436	5,3230	4,00	6,00
0,01% AE	15	5,9333	0,59362	0,15327	5,6046	6,2621	5,00	7,00
0,02% AE	15	5,3333	0,72375	0,18687	4,9325	5,7341	4,00	6,00
Total	60	5,1833	0,83345	0,10760	4,9680	5,3986	4,00	7,00

Figura 52
Atributo color de las muestras (4 tratamientos), nivel de respuesta de aceptación

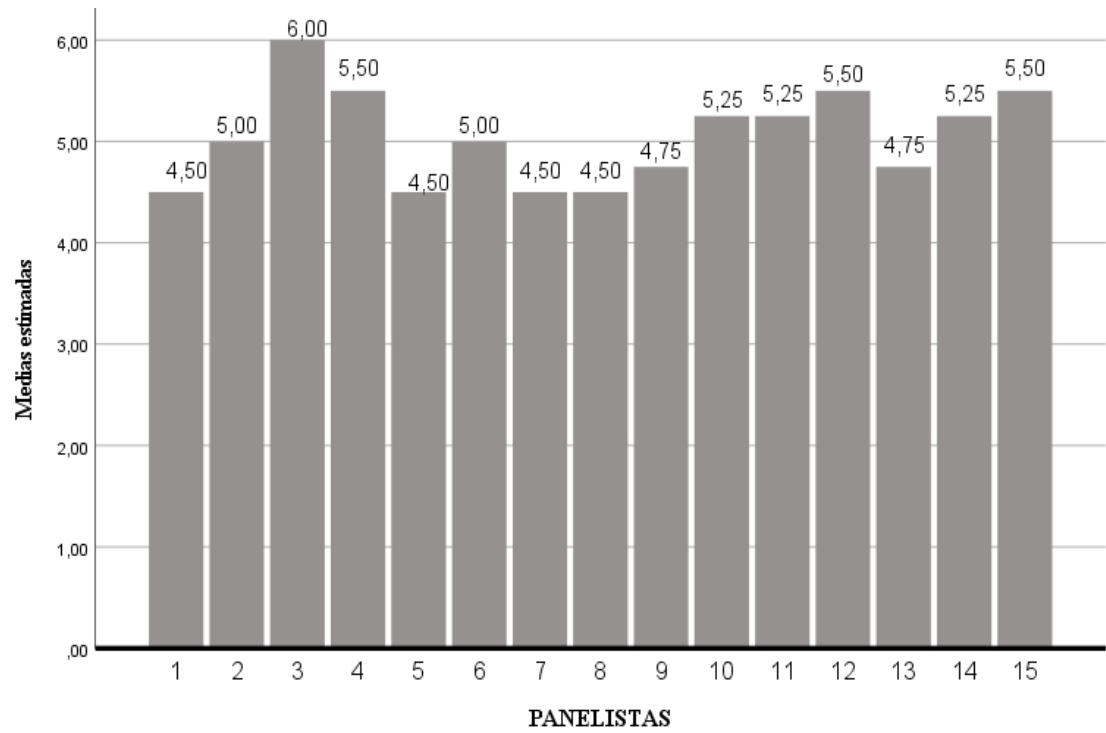


Olor

Tabla 115
Promedio de la variable olor

Descriptivos								
Olor								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin edición	15	4,4000	0,50709	0,13093	4,1192	4,6808	4,00	5,00
Hojas de ruda r	15	4,7333	0,45774	0,11819	4,4798	4,9868	4,00	5,00
0,01% AE	15	5,8000	1,08233	0,27946	5,2006	6,3994	4,00	7,00
0,02% AE	15	5,2667	0,79881	0,20625	4,8243	5,7090	4,00	7,00
Total	60	5,0500	0,90993	0,11747	4,8149	5,2851	4,00	7,00

Figura 53
Atributo olor de las muestras (4 tratamientos), nivel de respuesta de aceptación

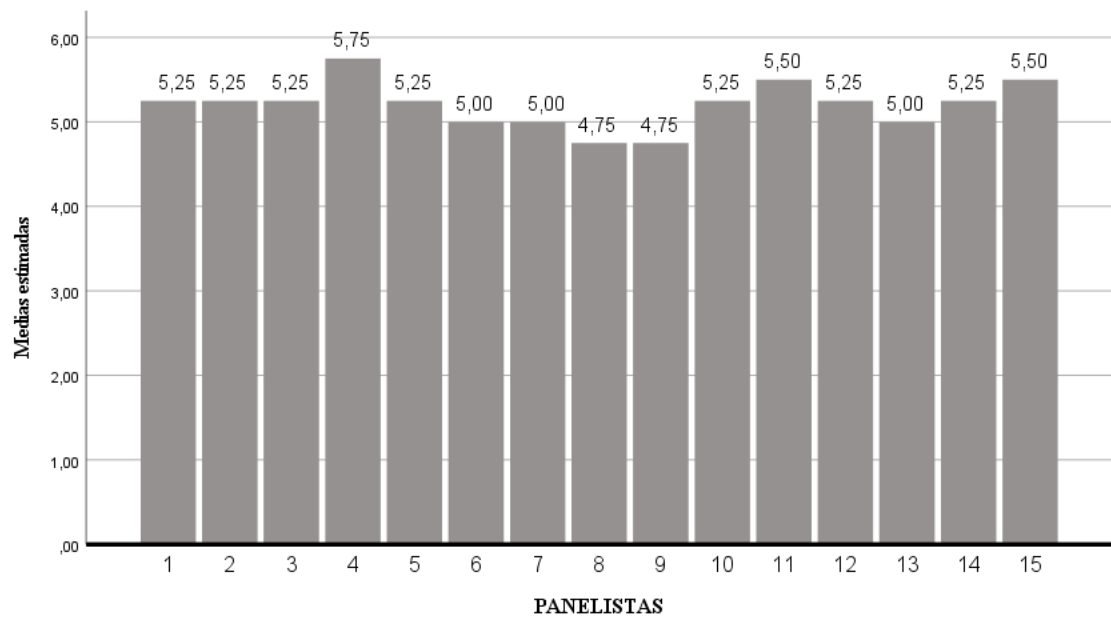


Sabor

Tabla 116
Promedio de la variable sabor

Descriptivos								
Sabor								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin edición	15	4,5333	0,51640	0,13333	4,2474	4,8193	4,00	5,00
Hojas de ruda r	15	5,3333	0,72375	0,18687	4,9325	5,7341	4,00	6,00
0,01% AE	15	5,7333	0,79881	0,20625	5,2910	6,1757	4,00	7,00
0,02% AE	15	5,2000	0,56061	0,14475	4,8895	5,5105	4,00	6,00
Total	60	5,2000	0,77678	0,10028	4,9993	5,4007	4,00	7,00

Figura 54
Atributo sabor de las muestras (4 tratamientos), nivel de respuesta de aceptación



ANEXO 22

Galería de imágenes del proceso de desarrollo de la investigación

i. Evaluación de la especie herbácea en su hábitat nativa.

Figura 55

Área de crecimiento natural de la ruda de río (Valle de Tapinza, distrito de Belén)



Figura 56

Crecimiento de la ruda de río en su ambiente natural



Figura 57

Identificación y evaluación (ciclo de vida) de la ruda de río en el área natural



Figura 58

Identificación y evaluación (ciclo de vida) de la ruda de río en el área natural



ii. Evaluación de cultivo y crecimiento de ruda de río para usos en la investigación

1. Hábitat natural

Figura 59

Brote y primeros días de crecimiento de la ruda de río



Figura 60

Evaluación de crecimiento y desarrollo de la ruda de río en su espacio natural



2. Biohuerto

Figura 61

Brote y primeros días de crecimiento de la ruda de río (cama de almacigo)



Figura 62

Evaluación la medida de crecimiento de los primeros días de crecimiento de la ruda de río



Figura 63

Desarrollo de la ruda de río, con características idóneas para sus usos y aplicaciones



Figura 64

Ruda de río (con semilla), a nivel de evaluación de desarrollo en biohuerto



3. Invernadero semiautomático

Figura 65

Invernadero semi automático desarrollados a través de intercambio tecnológico "Universidad Montreal de Canadá", Grupo de Investigación en Energía Solar- UNSCH, la Red Ecológica Interinstitucional Hatun Sacha y (CREDIL), a través del proyecto INTI



Figura 66

Acondicionamiento de área y preparación de tierra para cultivo de ruda de río



Figura 67

Trasplante de la ruda de río, para su evaluación a nivel de su desarrollo



Figura 68

Lectura de parámetros de manejo (temperatura, presión y humedad relativa)



Figura 69

Desarrollo de la ruda de río, con características idóneas para sus usos y aplicaciones



Figura 70

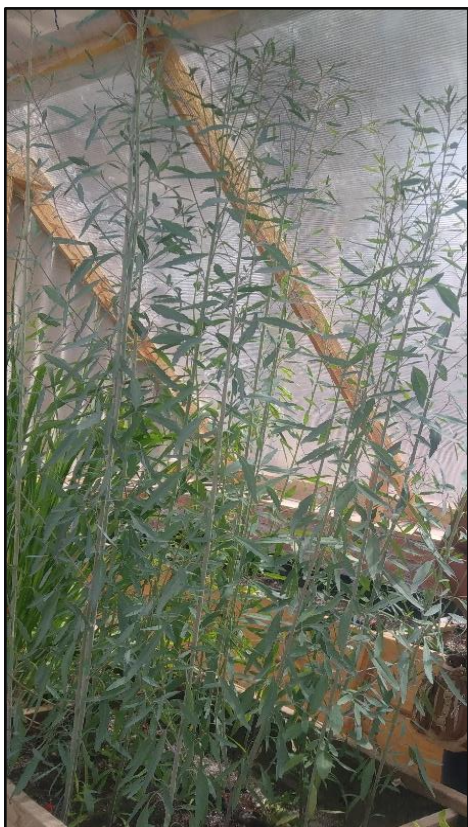
Máximo desarrollo de la ruda de río, con características idóneas para usos



iii. **Determinación de punto máximo de aprovechamiento de la especie herbácea ruda de río**

Figura 71

Máximo desarrollo de la ruda de río, listo para usos y aplicaciones



iv. **Pruebas de evaluación sensorial de la muestra de hojas de ruda de río**

Figura 72

Pesado de hojas de ruda de río, para la realización de pruebas sensoriales



Figura 73

Soluciones con diferentes tratamientos, para su evaluación



Figura 74

Equipo (pHmetro) para la determinación del pH de las soluciones



v. Extracción de aceite esencia de ruda de río

Figura 75

Extracción y recolección de ruda de río de su hábitat natural, siguiendo los procedimientos implementados de no generar impactos a la especie herbácea



Figura 76

Acondicionamiento de la ruda de río (obtención de hojas de la materia prima)



Figura 77

Equipo modular de extracción de aceites esenciales de la UNSCH



Figura 78

Pesado de las hojas de ruda de río



Figura 79

Incorporación de la materia prima para la extracción de aceites esenciales



Figura 80

Proceso de extracción de aceites esenciales de hojas de la ruda de río



Figura 81

Recepción del hidrolato y decantación para la obtención del aceite esencial



Figura 82

Aceite esencial de ruda de río, envasado para su almacenamiento, evaluación y usos



vi. Pruebas organolépticas de aplicación de aceite esencia y muestras en sopas

Figura 83

Muestra y materiales para usos en las pruebas de evaluación sensorial en sopas



Figura 84

Aceite esencial para adición en % a las muestras para su evaluación

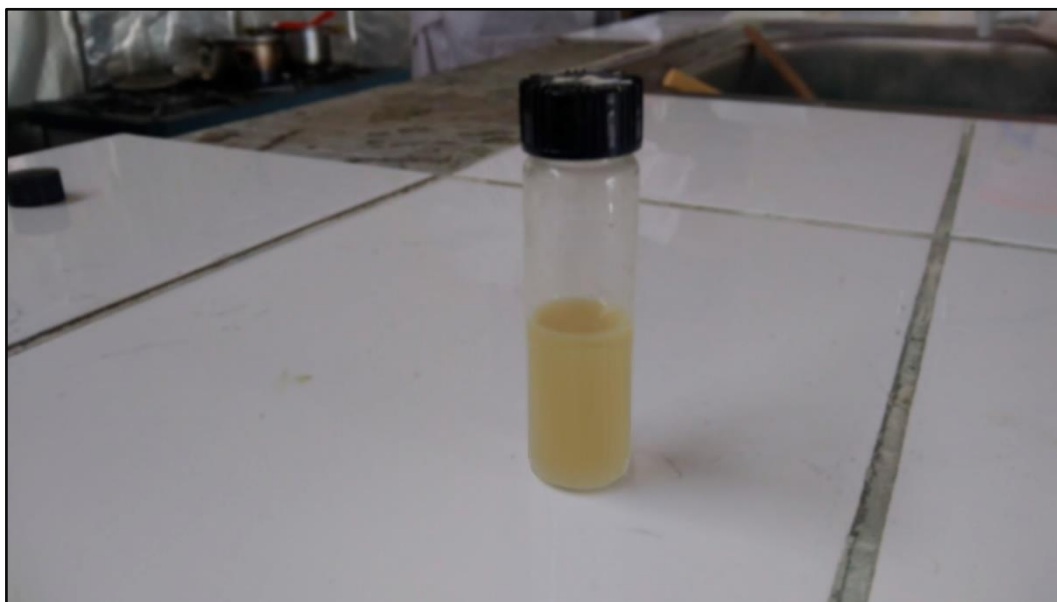


Figura 85

Adición del aceite esencial en concentraciones (%) a la solución, para su evaluación



Figura 86

Muestras con adiciones para su evaluación



Figura 87

Proceso de desarrollo de las pruebas sensoriales de sopas con adiciones de Aceite esencial y muestras de hojas de ruda de río



Figura 88

Finalización del desarrollo de las pruebas sensoriales



**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos**Expositor: Dany Ayala Sheron
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias****Expediente N° 2444065****Resolución Decanal N° 147-2024-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 05-08-2024**

En la Sala de Conferencias "Pedro VILLENA HIDALGO" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las dos de la tarde con cinco minutos del día jueves ocho de agosto del año dos mil veinticuatro, se reunieron el Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Dany Ayala Sheron**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Mg. Julio Fernando PEREZ SAEZ, Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA y Mg. Wiler Hugo DE LA CRUZ QUISPE, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos**, presentado por el Bachiller **Dany Ayala Sheron**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 147-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Dany Ayala Sheron**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición del Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Wiler Hugo DE LA CRUZ QUISPE, Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA y Mg. Julio Fernando PEREZ SAEZ. Luego el Presidente invitó al Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

Concluyó con esta etapa el Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, en su condición de Presidente.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos

Expositor: Dany Ayala Sheron
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2444065

Resolución Decanal N° 147-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 05-08-2024

Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó al Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO DIECISEIS (16).**

Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que el Bachiller **Dany Ayala Sheron**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las cuatro de la tarde con diez minutos se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente


.....
Mg. Julio Fernando PEREZ SAEZ
Miembro


.....
Mg. Cronwell Eduardo ALARCON MUNDACA
Miembro


.....
Mg. Wiler Hugo DE LA CRUZ QUISPE
Miembro


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, el Sr. Dany AYALA SHERON egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor el Ing. Antonio Jesús Matos Alejandro, la Tesis: Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos; y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 9% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha setiembre 04 de 2024 e Identificador de la Entrega N° 2444961873.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, setiembre 06 de 2024.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA
E.F.P. DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Ing. CIP Antonio J. Matos Alejandro
DIRECTOR

c.c. : Archivo.
Constancia N° 600

Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos

por Dany Ayala Sheron

Fecha de entrega: 04-sep-2024 12:21p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2444961873

Nombre del archivo: Ayala_Dany_Tesis_Final_Setiembre_2024.pdf (3.51M)

Total de palabras: 36044

Total de caracteres: 187758

Caracterización química de las hojas comestibles de la ruda de río (*Porophyllum ruderale*) y evaluación de los parámetros de extracción de aceite esencial para su aplicación en los alimentos

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

3

docslib.org

Fuente de Internet

<1%

4

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

5

1library.co

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx

Fuente de Internet

<1%

hdl.handle.net

8

Fuente de Internet

<1 %

9

www.revista.unam.mx

Fuente de Internet

<1 %

10

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

www.urbe.edu

Fuente de Internet

<1 %

12

www.gob.mx

Fuente de Internet

<1 %

13

apptransparencia.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

15

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

16

repositorio.uroosevelt.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

18

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

19

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20	cdigital.uv.mx Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
23	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
24	O. R. Dalla Santa, F. A. Coelho, J. R. S. Freitas, H. S. Dalla Santa, N. N. Terra. "CARACTERÍSTICAS DE SALAMIS FERMENTADOS PRODUCIDOS SIN ADICIÓN DE CULTIVO INICIADOR CHARACTERISTICS OF FERMENTED SALAMI PRODUCED WITHOUT STARTER CULTURE", Ciencia y Tecnología Alimentaria, 2006 Publicación	<1 %
25	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
27	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo