

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Creada con la Ley Nro. 29531



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN:

**RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO
QUÍMICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE (*Satureja sp*) POR
FLUIDO DE ARRASTRE HIDROTÉRMICO**

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN:

RESPONSABLE : Est. Mejía Araujo Cristian Editson

MIEMBRO : Est. Calderón Altamirano Anacely

ASESOR :M.sc. Ing° Medina Valderrama, Carlos Javier

CHOTA – CAJAMARCA

2018

ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5
Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	7
1.1. Descripción del Problema.....	7
1.2. Formulación del Problema:	10
1.3. Objetivos: General y Específicos.....	10
1.4. Justificación	11
Capítulo II: Marco Teórico.....	11
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases Teóricas.....	13
2.3 Hipótesis.....	16
2.4 Definición Operacional de las Variables	16
Capítulo III: Metodología de la Investigación.....	17
3.1 Ámbito de Estudio.....	17
3.2 Materiales y métodos de investigación	17
Capítulo IV: Resultados	25
4.1 Presentación de Resultados	25
4.2 Discusión.....	27
Conclusiones.....	28
Recomendaciones	29
Referencias Bibliográficas.....	30

Resumen

Las especies de *satureja sp* en la provincia de Chota no se procesa ni analiza las hojas de *satureja sp*, de la misma manera que el aceite esencial, por lo que el rendimiento de la extracción y las características fisicoquímicas son desconocidos y es probable que el aceite en medicina esté dando una contribución significativa.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el rendimiento de extracción y las características fisicoquímicas del aceite esencial de hojas de *Satureja sp* que se obtenida por fluido de arrastre hidrotérmico. Con la mayor posibilidad de ser útil para las personas que pretenden usarlo como un medicamento o para uso industrial. La importancia de esta investigación radica, entonces, en el impacto medicinal de la sociedad y la aplicación industrial. Además, la información obtenida se canalizará a las personas interesadas y estará en el repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

El aceite esencial se extrajo de las hojas de ramas tiernas en estado vegetativo en floración de *Satureja sp*, con cortes de 25 a 30 cm, recolectados a 2682 m.s.n.m. La extracción se llevó a cabo mediante fluido de arrastre hidrotérmico en un equipo de acero inoxidable de 40 litros de capacidad, obteniendo un rendimiento de 0.20% v/p. Los análisis de las características fisicoquímicas obtenidas son: densidad relativa (0.91783 ± 0.07785), índice de refracción ($1.3690 \pm 7.07E-05$), actividad antioxidante (0.74141 ± 0.03482), color (L 78.72333 ± 3.77031 , a 2.36667 ± 0.49166 ; b 122.51333 ± 196.78737).

Palabra clave: Aceite esencial, *satureja sp*.

Abstract

The species of *satureja sp* in the province of Chota does not process or analyze the leaves of *satureja sp*, in the same way as the essential oil, so that the yield of the extraction and the physicochemical characteristics are unknown and it is probable that the oil in medicine he is making a significant contribution.

The main objective of this research is to evaluate the extraction performance and the physicochemical characteristics of the essential oil of *Satureja sp* leaves obtained by hydrothermal drilling fluid. With the greatest possibility of being useful for people who intend to use it as a medicine or for industrial use. The importance of this research lies, then, in the medicinal impact of society and industrial application. In addition, the information obtained will be channeled to the interested persons and will be in the repository of the National Autonomous University of Chota.

The essential oil was extracted from the leaves of tender twigs in a vegetative state in flowering of *Satureja sp*, with cuts of 25 to 30 cm, collected at 2682 m.s.n.m. The extraction was carried out by hydrothermal drag fluid in a stainless steel equipment of 40 liters capacity, obtaining a yield of 0.20% v / p. The analysis of the physicochemical characteristics obtained are: relative density (0.91783 ± 0.07785), refractive index ($1.3690 \pm 7.07E-05$), antioxidant activity (0.74141 ± 0.03482), color (L 78.72333 ± 3.77031 , 2.36667 ± 0.49166 ; 122.51333 ± 196.78737).

Keyword: Essential oil, *satureja sp*.

Introducción

El propósito de la investigación es dar a conocer cuál es el rendimiento del aceite esencial de *Satureja sp* y las características fisicoquímicas procedentes de la comunidad de Colpa Matara con una altitud de 2682 msnm, latitud 6°32'06.26"S, longitud 78°37'40.57"O, su clima es templado frío con una temperatura promedio de 17.8 °C, cerca del campus de la universidad nacional autónoma de chota, propio de la naturaleza que por su probable alto rendimiento de extracción de aceite esencial admite una gran importancia en el uso en medicamentos y la industria en general.

Alonso (2008) destaca la importancia de los aceites esenciales y que se han utilizado a lo largo del tiempo desde 4.500 años antes de Cristo. A través de los perfumes y los aromas agradables para embalsamar y con fines medicinales, los aceites esenciales se han utilizado en la vida diaria durante siglos. En los tiempos modernos la investigación muestra que los aceites esenciales puros pueden aportar beneficios similares a los que aportan a las plantas a los humanos y a los animales.

El presente proyecto de investigación refleja el rendimiento extractivo y características físico químicas del aceite esencial de *satureja sp* obtenido por fluido de arrastre hidrotérmico, basándose en la recopilación, análisis y comparación de los resultados obtenidos con las investigaciones ya realizadas. Es por ello muy importante las investigaciones de carácter descriptivo, que ayuden a comprender la naturaleza de las características físico químicas y la concentración de los mismos en una especie vegetal y que se valide científicamente con herramientas instrumentales, orientando su aplicación y efectos de bioactividad para su respectiva aplicación.

El aceite esencial es una mezcla de compuesto químicos ya identificados y no identificados, teniendo en particular que les caracteriza el aroma de la especie vegetal. Es obtenido de las especies vegetales básicamente por varios métodos de extracción químicos, físicos, bioquímicos.

La determinación de la actividad antioxidante se realizó con el método DPPH.

La especie de *satureja sp* tiene evidencia de la utilidad fármaco terapéutico como infusión o frotación, especie silvestre de la flora de la región Cajamarca, que se conoce comúnmente como romero macho, en la comunidad de Colpa Matara, Distrito de Chota, Provincia de Chota, al cual se le atribuyen propiedades carminativas además para aliviar afecciones respiratorias (resfríos, bronquios, tos), circulatorio (calambres), sudorífico, etc.

El contenido del informe está estructurado en cuatro capítulos, de la siguiente forma:

CAPITULO I, contiene el planteamiento del problema, formulación, objetivos de la investigación y justificación.

CAPITULO II, se presenta los antecedentes de la investigación y bases teóricas además la operacionalización de las variables.

CAPITULO III, contiene la metodología de la investigación, incluido el ámbito de estudio, materiales y método de investigación enmarcado de diseño de la investigación, población, muestra, muestreo, materiales y equipos que se utilizaron y procedimiento de recolección de datos.

CAPITULO IV, se realiza la presentación de resultados, y discusión de resultados.

Finalmente se presenta las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1. Descripción del Problema

Las plantas han sido siempre una fuente indispensable para la obtención de productos beneficiosos en la historia de la humanidad. El constante desarrollo tecnológico favorece no solo una mejor utilización de estos recursos, sino también un mayor conocimiento de sus virtudes y posibilidades y ello es de interés para el ser humano.

La *Satureja sp.* es una planta que crece en la ciudad de Chota y dentro de su composición química posee una gran fuente de aceites esenciales en la que nuestros antepasados lo usaban como un calmante de dolor, antiséptico y otros usos que despiertan el interés por su estudio tanto en los métodos de obtención de los aceites esenciales como su aplicación industrial.

La actual demanda de insumos para la industria cosmética, agroindustria, alimentaria, medicina natural, etc, y la facilidad con que se puede obtener la materia prima en nuestro medio ya que crece con facilidad y la falta de conocimiento de una técnica apropiada para optimizar la máxima extracción de aceites esenciales de la *Satureja sp.* Resulta necesario conocer las condiciones de operación de extracción. (Bandoni et al.,2009).

En los últimos años las plantas medicinales han adquirido gran importancia en terapias alternativas o complementarias en varias regiones del mundo. Las plantas con acción medicinal o funcional tienen la característica común de poseer un elevado contenido en sustancias o principios activos, con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas, que permiten su utilización con fines terapéuticos (plantas medicinales), aromáticos (plantas aromáticas o esencias) y dietéticos o gastronómicos (plantas empleadas como condimentos) (Sosa, y otros, 2012). En un proceso extractivo es importante conocer el rendimiento de

extracción, bajo condiciones óptimas extractivas y las características fisicoquímicas del aceite esencial. En un proceso extractivo es importante conocer el rendimiento de extracción, bajo condiciones óptimas extractivas y las características fisicoquímicas del aceite esencial.

Según (Bandoni et al.,2009) sustenta que las plantas han sido siempre una fuente indispensable para la obtención de productos beneficiosos en la historia de la humanidad. El constante desarrollo tecnológico favoreció no solo una mejor utilización de estos recursos, sino también un mayor conocimiento de sus virtudes y posibilidades. La tendencia actual en el aprovechamiento de estos productos naturales es procurar el mayor efecto con la menor injerencia en su sustentabilidad. Pero también la tecnología actual busca por un lado cada vez más especificidad y por la otra diversidad de efectos.

Estas estrategias suponen tres conceptos que en nuestros días están considerados como elementales en el desarrollo de un producto de origen vegetal:

- a) definir con la mayor escrupulosidad posible el perfil de producto más apropiado para un fin determinado;
- b) lograr mantener invariable la materia prima de origen y su disponibilidad, como una garantía ineludible de calidad del producto final;
- c) buscar todas las alternativas posibles de aplicación para que aunadas aumenten la factibilidad de que el manejo a escala industrial del recurso sea económicamente rentable.

En la provincia de Chota, el uso de esta especie *satujera sp* no le dan mucha importancia por crecer en el campo como una planta silvestre, usando en su mayoría en los quehaceres domésticos en la zona rural como una escoba artesanal, la población chotana

lo conoce como Romero Macho, usándolo como medicamento (Debilidad, exceso de trabajo físico y mental, estrés, impotencia, depresión, cefalea, dolores reumáticos y musculares, problemas de hígado, mala digestión, diarrea, meteorismo, gripe, resfriado, tos, dismenorrea, problemas de la piel (acné, seborrea, caspa, etc.), caída del cabello y otros).

En la universidad nacional autónoma de Chota, viendo esta importancia de los aceites esenciales, es por ello que en la UNACH se desarrolló el proyecto de investigación con financiamiento de canon “rendimiento extractivo y características físico química del aceite esencial de (*Satureja sp*) por fluido de arrastre hidrotermico” que se llevó a cabo en colaboración con docentes especializados en el tema a investigar, se realizara un previo estudio de rendimiento y características fisicoquímicas, para saber en qué cantidades podemos extraer aceite de esta muestra., y posteriormente sus usos.

La Universidad Nacional Autónoma de Chota, es una institución de formación superior cuya misión es formar profesionales capacitados de acuerdo a las exigencias del mercado laboral, sin embargo, dentro de estas etapas formativas, en los laboratorios de química, bioquímica, fisicoquímica, biomédicas y alimentos encontrados en las escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Forestal Ambiental, contabilidad y Enfermería; estos laboratorios son de mucha importancia para el desarrollo de los trabajos de investigación situado en el campus de la universidad en el centro poblado de Colpa Matara.

Es por ello, que el interés de la investigación se origina por la necesidad de conocer el rendimiento y las características fisicoquímicas que tiene el aceite esencial de *Satureja sp* que fueron desarrollados en los laboratorios de la Universidad

Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, mediante extracción, análisis y pruebas de laboratorio.

1.2. Formulación del Problema:

1.2.1 Problema General

- ¿Qué rendimiento y que características físico químicas presenta el aceite esencial de *Satureja sp* extraída por fluido de arrastre hidrotermico?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es el rendimiento tiene el aceite esencial de *Satureja sp* obtenido por fluido de arrastre hidrotermico?
- ¿Cuáles son las características físico químicas el aceite esencial de hojas de *Satureja sp* obtenidas por fluido de arrastre hidrotermico?

1.3. Objetivos: General y Específicos

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar el máximo rendimiento y características físico-química del aceite esencial de hojas de *Satureja sp* obtenido por fluido de arrastre hidrotermico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características físico-químicas del aceite esencial de *Satureja sp* (Índice de refracción, Densidad, Capacidad Antioxidante y Color).
- Calcular el rendimiento del aceite esencial de hojas de *Satureja sp* procedente de Colpa Matara - Chota mediante una fórmula matemática.

1.4. Justificación

La especie de *satureja sp* en la provincia de Chota no cuentan con ningún procesamiento o análisis de las hojas de *satureja sp*, de la misma manera el aceite esencial, por lo que se desconoce el rendimiento de extracción y las características fisicoquímica y es probable que dicho aceite en la medicina este dando un aporte insignificante.

La investigación se justifica por el beneficio que puede aportar a toda la humanidad, a nuestra institución universitaria y a pobladores de la zona ya que, con los resultados obtenidos del rendimiento extraído del aceite esencial y las características fisicoquímicas, puede ser una oportunidad es aprovechar esta especie para curar muchas enfermedades de las personas de la zona y obtener otros productos industriales.

Esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el rendimiento de extracción y características físico químicas del aceite esencial de hojas de *Satureja sp* obtenida fluido de arrastre hidrotermico. Con la mayor posibilidad de ser útil para las personas que pretenden usar como medicamento o de uso industrial. La importancia de esta investigación radica, entonces, en el impacto medicinal de la sociedad y la aplicación industrial además la información obtenida se va a canalizar a las a las personas interesadas y estará en el repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes

Ricaldi (2008) menciona que la configuración de: tejido (fresco y deshidratado), estadio vegetativo (antes de la floración y en floración) así como la carga de material vegetal en una unidad de extracción por fluido arrastre hidrotermico guarda relación en el rendimiento de la extracción de aceite esencial. En dicho trabajo

reporta que los rendimientos óptimos: 0,30 – 0,33% en tejido fresco y 0,36-0,38 en tejido deshidratado en estado vegetativo antes de floración y en floración respectivamente, con una carga óptima de 550g para un extractor de 18Lt de capacidad. El aceite esencial de *S. incana* muestra la siguiente característica físico-química: densidad relativa: 0,871-0,874, índice de refracción 1,4893-1,4923, índice de acidez: 0,65-2,04 y índice de éster 25,98-32,85 (análisis de laboratorio según normas técnicas peruanas).

Carhuapoma (2007) reporta para *Satureja brevicalyx*, recolectada a 3300m.s.n.m en estadio de vegetación antes de la floración procedente de Ayacucho, extraída en un equipo de acero inoxidable obtuvo un rendimiento de 1,80 v/p expresado en materia seca.

Pirmohammadi, y otros, (2016) señalan un rendimiento de extracción de aceite esencial de *satureja hortensis* 0.28 ul/gr, fue extraída por el uso de vapor de agua de tipo Clevenger destilación, sobre 1849µl de aceite esencial de 525gr de flores secas.

Sefidkon & Jamzad (2005) Afirman que el rendimiento de extracción de los aceites aislados por hydro-destilación de la antena partes de *S. mutica*, *S. macrantha* y *S. intermedia* encontrados para ser líquidos amarillos y obtenidos en los rendimientos de 2.31%, 1.48% y 1,45% (w/w), en base a peso seco, respectivamente. Cuarenta y cinco componentes fueron identificados en lo esencial aceite de *S. mutica*. Los principales componentes fueron carvacrol (30,9%), timol (26.5%), c-terpineno (14,9%) y pcymene (10,3%). Sesenta y cinco compuestos fueron identificados en el aceite de *S. macrantha*. Los principales componentes de este aceite fueron el p-cimeno (25,8%), limoneno (16,3%) y el timol (8,1%). Treinta y ocho compuestos fueron

caracterizados en el aceite de intermedia S., con timol (32.3%), c-terpineno (29,3%) y p-cimeno (14.7%) como componentes principales.

Đorđević, Palić, Stojanović, Ristić, & Palić, (2014) investigaron a los aceites obtenidos de *Satureja Devojački, sićevačka klisura*, y *Višočka Ržana sitio*, obteniendo un rendimiento de: 0.19% y 0.27% y 0.11% v/w (volumen por peso seco), respectivamente. Tres compuestos se encontraron en rastros (con porcentaje menor de 0.1%) por lo menos en uno de los aceites probados.

2.2 Bases Teóricas

Aceite esencial, es un líquido aromático obtenido de los arbustos, de las flores, de los árboles, de las raíces y las semillas. Estos componentes distintivos defienden las plantas de los insectos, de las condiciones medioambientales duras y de las enfermedades. Son también vitales para que una planta crezca, viva, evolucione y se adapte a su entorno. Conocidos como la esencia de la planta, los aceites esenciales puros no solo protegen la planta, sino que también determinan su aroma. (Alonso Busto, 2008).

Según Alonso (2008), menciona que los aceites esenciales se han utilizado a lo largo del tiempo desde 4.500 años antes de Cristo. A través de los perfumes y los aromas agradables para embalsamar y con fines medicinales, los aceites esenciales se han utilizado en la vida diaria durante siglos. En los tiempos modernos la investigación muestra que los aceites esenciales puros pueden aportar beneficios similares a los que aportan a las plantas a los humanos y a los animales.

Los Aceites Esenciales son compuestos naturales, líquidos volátiles, de composición compleja con agradable aroma, que provienen de plantas a las que aportan olores particulares,

generalmente gratos, y que son extraídos mediante múltiples técnicas de las cuales la más común es la destilación. (Montoya, 2010).

Extracción de aceites esenciales por fluido de arrastre hidrotermico.

Los aceites esenciales en glándulas especializadas en los vegetales obtenidos típicamente por fluido de arrastre de hidrotermico, siendo un proceso simple, relativamente barato en el cual los aceites esenciales sean extraídos de la planta por una corriente del vapor de agua (Heriberto, Horacio, & Zvonko, 2001) y entonces ambas fases se separan fácilmente por la diferencia de densidades, esta metodología de extracción es aplicado a escala industrial.

El término destilar proviene del latín destillare: separar por medio del calor, en alambiques u otros vasos, una sustancia volátil que se llama esencia, de otras más fijas, enfriando luego su vapor para reducirla nuevamente a líquido. Este método es en gran medida el método más aceptado para la producción de aceites esenciales a escala comercial (Montoya, 2010).

La extracción por arrastre con vapor de agua, puede considerarse el más sencillo, seguro e inclusive, el más antiguo, ya que se menciona en texto tan antiguos como la Biblia. Está basado en que la mayor parte de las partes olorosas que se encuentran en una materia vegetal pueden ser arrastradas por el vapor de agua. La destilación por arrastre con vapor que se emplea para extraer la mayoría de los aceites esenciales es una destilación de mezcla de dos líquidos inmiscibles y consiste, en resumen, en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y disminuir la

temperatura de ebullición por adicionar la tensión de vapor del vapor que se inyecta, a la de los componentes volátiles de los aceite esenciales. Los vapores que salen del cuello de cisne se enfrían en un condensador donde regresan a la fase líquida, los dos productos inmiscibles, agua y aceite esencial y finalmente se separan en un decantador o vaso florentino (Bandoni , 2002).

Bandoni (2002) sustenta que la destilación por arrastre con vapor de agua, no ha podido ser sustituida por la extracción con solventes orgánicos o con calentamiento directo por la gran cantidad de ventajas que tiene en relación a estos dos últimos sistemas y que pueden resumirse en:

- El vapor de agua es muy económico en comparación al costo de los disolventes orgánicos.
- Asegura que no se recaliente el aceite esencial.
- No requiere el uso de equipos sofisticados.

Rendimiento extractivo

Es la operación analítica de determinar el rendimiento extractivo efectivo en un equipo extractor de aceite esencial, el cual se sigue los parámetros óptimo extractivos de dicho equipo (carga y adecuación de muestra en el equipo), humedad y estado vegetativos, partes de la planta, sistema, tiempo de extracción. Reportándose el rendimiento en base seca (humedad=0).

La producción de esencias tiene un rendimiento muy bajo, de hecho, para obtener unos gramos de esencia, se necesita gran cantidad de vegetal. Cuando se hace uso de un aceite esencial se debe tener en cuenta que se trata de un producto extractivo (obtenido por extracción directa de la planta) cuya concentración rara vez supera el 1 % del peso de la planta seca. Ello significa que si se va a emplear 1 g de aceite esencial, en realidad se está

empleando cerca de 100 g de planta seca, lo cual representa una dosis muy considerable. (Montoya, 2010).

Características físico Químicas

Los aceites esenciales no son homogéneos en cuanto a composición. Sus diversos compuestos constitutivos varían uno del otro en sus características químicas y físicas. La mayor parte de estos componentes son volátiles y relativamente inmiscibles con el agua, una característica que permite su separación de la mezcla del destilado. (Montoya, 2010). En esta investigación de aceite esencial de *Satureja* se reporta densidad, índice de refracción, color y capacidad antioxidante.

2.3 Hipótesis

No se formula Hipótesis por ser carácter descriptivo

2.4 Definición Operacional de las Variables

2.4.1 Variable

Hojas secas de *Satureja sp* recolectadas de Colpamatara-Chota

2.4.2 Operacionalización de las Variables

Tabla 1 Definición operativa de variables e indicadores

Variable	Definición operativa	Unidad de medición	Indicador
Rendimiento de extracción	$\% = (\text{peso aceite/peso de muestra}) * 100$ Mide el índice de refracción del aceite en refractómetro ABBE	%	Reporte de extracción
Índice de refracción	Medición picnométrica	IR	Reporte de análisis
Densidad relativa	Densidad= $\frac{\text{Peso muestra}}{\text{peso Agua}}$	Sin unidad	Reporte de análisis
Actividad antioxidante	$\% = [1 - (A2 - A3) / A1] * 100$	%	Reporte de análisis
Color	Medición analítico instrumental con colorímetro	L*a*b*	Reporte de análisis

Fuente: propia

Capítulo III: Metodología de la Investigación

3.1 Ámbito de Estudio

Distrito de Chota, Provincia de Chota, Región Cajamarca, País Perú.

3.2 Materiales y métodos de investigación

3.2.1 Diseño de Investigación

Diseño Descriptivo.

Hernández, Fernández , & Baptista (2017) señalan que un estudio descriptivo consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar como son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; es decir, miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga.

La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

- a) Clasificación taxonómica de la especie *Satureja sp* nombre común de la zona romero macho, característica flor rojo con jaspes amarillo-anaranjado.
- b) Recolección y tratamiento de deshidratación: se recolectará en estado de floración, y se someterá a

una deshidratación parcial en cabina protegida de luz solar.

- c) Extracción y determinación del porcentaje de rendimiento de aceite esencia: se alquilará equipo extractor de alta eficiencia del Laboratorio de control de calidad total de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
- d) Caracterización físico-química: se caracterizará las siguientes propiedades físico-químicas: índice de refracción, densidad, capacidad antioxidante y color.

En este caso, el estudio va a ser descriptivo simple porque tan solo hay una variable, el cual será objeto de extracción, observación, y análisis.

3.2.2 Población, Muestra y Muestreo

3.2.2.1 La Población

Fueron las hojas de las plantas de *Satureja sp* procedentes de Colpamatara.

Una vez que se ha definido cuál será la unidad de análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones mencionan (Hernández, Fernández , & Baptista, 2014).

3.2.2.2 La muestra

Se utilizó 7.5 kg las hojas de las plantas de *Satureja sp* procedentes de Colpa Matara, recolectadas

haciendo uso de envases de material plástico/cartón, limpios y correctamente rotulado; así obtener una muestra representativa.

Hernández, Fernández , & Baptista (2014) dicen que muestra es el Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población; por lo tanto, para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de análisis (personas, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos, etc.), el sobre qué o quienes se van a recolectar datos depende del planteamiento del problema a investigar y de los alcances del estudio. Estas acciones nos llevaran al siguiente paso, que consiste en delimitar una población.

3.2.2.3 Tipo de Muestreo: Se aplicó muestreo al azar.

Hernández, Fernández , & Baptista 2014) mencionan que la asignación aleatoria o al azar es una técnica de control muy difundida para asegurar la equivalencia inicial al ser asignados aleatoriamente los sujetos a los grupos del experimento.

Es una técnica de control que tiene como propósito dar al investigador la seguridad de que variables extrañas, conocidas o desconocidas, no afectaran de manera sistemática los resultados del estudio señalan (Hernández, Fernández , & Baptista, 2014).

3.2.3 Materiales y Equipos a Utilizarse

3.2.3.1 De Bioseguridad

- Guardapolvo blanco.
- Mascarillas estériles y de jebe boca-nariz con filtro para protección contra gases orgánicos
- mascarilla buco nasal.
- Guantes de látex, guantes de látex estériles.
- Lentes a medida protección UV- anti réflex.
- Mochila de campo.
- Gorras de laboratorio.
- Zapatos de campo (montaña)

3.2.3.2 De Laboratorio

Para Análisis

- Lunas de reloj.
- Tubos de ensayo.
- Tubos tapa rosca.
- Alcohol.
- Algodón.
- Pissetas.
- Frascos rotulados para muestreo.

3.2.3.3 Reactivos químicos y otras sustancias

- Agua destilada.
- Hidróxido de sodio.
- Hidróxido de potasio.
- Alcohol 90°.
- Alcohol Medicinal.
- Detergentes y desinfectantes.
- Computadora, con softwares.

Para fisicoquímica

- Micro pipetas.
- Frascos para muestreo.

- Fiola.
- Picnómetro.

Equipos en general

- Equipo extractor de aceite esencial de alta eficiencia
- Balanza Analítica
- Refractómetro ABBE
- Colorímetro
- DPPH.

Material necesario

- Papel aluminio
- Marcadores
- Reloj
- Calculadora
- Cuaderno de notas
- Cámara

Recalcando que algunos materiales y reactivos de laboratorio, e incluso equipos están disponibles en los laboratorios de la universidad.

3.2.4 Técnicas e Instrumentos de Acopio de Datos

Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Datos	Técnica	Instrumento
Georreferencia	Sistema GPS	GPS Garmin GPS60
% de extracción de AE	Análisis gravimétrico	Extractor de aceite esencial acero inox.
Densidad relativa	Análisis gravimétrico	Picnómetro 1ml Balanza s=0,0001
Actividad antioxidante	Análisis Instrumental	DPPH
Índice de refracción	Análisis instrumental	Refractómetro ABE-REF 1
Color	Análisis instrumental	Colorímetro CR-400

Fuente: propia

3.2.5 Procedimiento de Recolección de Datos

- **Análisis geo referencial de recolecta de muestra**

Se determinó con un programa informático descargable Google Earth que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital, con uso de GPS-Garmin, el cual genera un registro de posicionamiento geográfico. La recolección de la muestra fue realizada en horas de la mañana de 5:00 a 6:30 am, realizando cizuras de 30 cm máximo de ramillas de brotes tiernos en estado de floración.

- **Clasificación Taxonómica**

Se realizó la colecta de muestra vegetal, preparando un herbario, para su estudio y clasificación taxonómica, remitiéndolo a laboratorio-herbario para la clasificación taxonómica por un profesional especialista.

- **Extracción del aceite esencial de *Satureja sp***

Las ramillas de *Satureja Sp* se recolectó en estado vegetativo en floración, realizándose un deshidratado natural, luego trasladado al Laboratorio de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Además de cuatro días de oreado, se procedió a extraer el aceite esencial empleando un equipo de extracción por arrastre de vapor de 40 L de capacidad, recepcionando el aceite esencial en tubos de ensayo.

- **Rendimiento de extracción**

Se reportó el % de rendimiento de extracción de la relación de aceite obtenido y muestra de materia vegetal de la especie de *Satureja Sp* extraído por fluido de arrastre hidrotermico.

El rendimiento fue determinado mediante la división entre la cantidad de aceite esencial obtenido por cada 2.5 kg de muestra de *Satureja sp.*

El aceite esencial obtenido se guardó en un frasco color ámbar, y conservado en refrigeradora para sus posteriores análisis. Se realizó por análisis gravimétrico según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rend. de extracción} = \frac{\text{Peso g aceite esencial}}{\text{Peso gramos muestra}} \times 100$$

El resultado se expresó en base seca.

- **Características físico-químicas**

Las características fisicoquímicas del aceite esencial de *satureja sp* se determinaron aplicando o siguiente.

- **Actividad antioxidante**

La actividad antioxidante fue determinada siguiendo el método desarrollado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset (1995), modificado por Castañeda, Ramos e Ibañez (2008), para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se preparó 100 ml de una solución de DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazilo) en metanol de 20 mg/L.
2. Luego se preparó una solución metanólica de la muestra a analizar en una concentración de 300 ug/ml (solución A).
3. Se empleó un blanco con metanol agua 2:1 para ajustar el espectrofotómetro a cero.
4. El blanco de muestra se preparó con 0,75 ml de muestra (solución A) y 1,5 ml de metanol.

5. Se preparó el patrón de referencia con 1,5 ml de solución DPPH y 0,75 ml de agua.
6. Luego se preparó la muestra con 0,75 ml de solución A y 1.5 ml de solución DPPH, obteniéndose una concentración final de 100 ug/ml. Se dejó reposar x 5 min. La lectura se realizó a 517 nm en un espectrofotómetro Único 1000 (Kosodo).

Todas las mediciones se realizaron por triplicado, posteriormente, con los valores de las absorbancias obtenidas se determinará el % de captación de radicales libres (DPPH) mediante la siguiente formula: Capacidad Antioxidante % = $[1 - (A2 - A3) / A1] \times 100$; dónde: A1= Absorbancia del patrón de referencia; A2= Absorbancia de la muestra; A3= Absorbancia del blanco de muestra.

- **Densidad**

La densidad fue determinada utilizando la técnica de la luna de reloj empleando una balanza de precisión y una micro pipeta, debido a la cantidad limitada del aceite esencial obtenido.

- **Índice de refracción**

El índice de refracción, fue determinado con un refractómetro tipo ABE-REF 1.

3.2.6 Análisis de Datos

Se realizó los análisis y reporte de los datos considerando 3 repeticiones y la desviación estándar, utilizando herramientas informáticas de datos tales como:

Tabla 3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Análisis	Técnica Informática	Procesamiento de Datos
Ubicación GPS	Software Garmin GPS60	Información Georreferencia
Georreferencia	Software Google Earth	Mapeo Satelital
Cálculos, Datos	Software Excel 2016	Desviación estándar y gráficos

Fuente: propia

Capítulo IV: Resultados

4.1 Presentación de Resultados

4.1.1 Georreferencia de zona de recolección de muestra

La muestra se recolectó de la comunidad de Colpamatara a horas de la mañana, zona de la Cangana, en el distrito de Chota, provincia de Chota, región Cajamarca, los datos reportados de ubicación georreferenciado, según GPS son:

Tabla 4 Reporte de ubicación del punto de recolección.

Análisis	Reporte GPS Garmin
Altitud	2682 m.s.n.m.
Latitud	6°32'06.26"S
Longitud	78°37'40.57"O
Zona	Ceja de selva

Fuente: Propia

La zona de recolección de *Satureja Sp*, pertenece a una zona de ceja de selva, está cerca de la carretera que va a Tacabamba y Chalarmarca a 30 min de la ciudad de Chota. En esta zona existen varias especies endémicas como la *satureja sp*. Se sitúa colindando con un bosque de cipreses y un muro de piedras.

Figura 01: Mapeo satelital Google Earth de donde se recolectó *Satureja sp.*



Fuente: Google Earth (Herramienta GPS)

4.1.2 Características del material recolectado

El material recolectado tenía las siguientes características:

Tabla 5 Características del material recolectado.

Característica	Condición
Estado vegetativo	Floración
Estado de tejido	Fresco
Longitud de corte de rama	25 a 30 cm

Fuente: Propia

4.1.3 Extracción de aceite esencial de *Satureja Sp*

Para el proceso extractivo se tuvo en cuenta los parámetros óptimos para rendimiento de extracción en *Satureja incana* (Ricaldi, 2006). En la determinación del rendimiento de extracción de aceite esencial de *Satureja sp* se obtuvo un rendimiento de 0,20 % Volumen/peso.

4.1.4 Características físico químicas del aceite esencial de *Satureja sp*

El análisis realizado para densidad, índice de refracción, actividad antioxidante, color se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5 Características físico química del aceite esencial de *Satureja sp*.

Análisis	Reporte \bar{X}	Reporte S
Densidad Relativa	0.91783	± 0.07785
Índice de refracción	1.3690	$\pm 7.07E-05$
Actividad antioxidante	0.74141	± 0.03482
Color	L 78.72333	± 3.77031
	a 2.36667	± 0.49166
	b 122.51333	± 196.78737

Fuente: Propia

4.2 Discusión

Se obtuvo el aceite esencial de *satureja sp* por arrastre hidrotérmico con un rendimiento de 0.2% basado en Volumen/peso; en un estudio similar el rendimiento del aceite esencial de *Satureja bachtiarica* es 1.55% peso en seco reportan el mismo valor (Sefidkon & Jamzad, 2005; Pribalouti & Dadfar, 2013).

Cerpa (2007) obtuvo aceite esencial de romero español con un rendimiento de 1.35% peso en peso, identificó las siguientes características fisicoquímicas mediante GC/GM obteniendo los resultados siguientes: densidad ($0,9102 \pm 0,0021$), índice de refracción ($1,4703 \pm 0,0006$).

De acuerdo a las características propias de la muestra vegetal se relaciona el rendimiento de extracción, puesto que también con la extracción por arrastre de vapor y configuración del tiempo de extracción; expresándose una variación notable del rendimiento, inclusive para las mismas especies en diferentes puntos geográficos como reporta para la especie *Satureja brevicalyx*, recolectada a 3300m.s.n.m en estadio de vegetación antes de la floración procedente de Ayacucho, extraída en un equipo de acero inoxidable obtuvo un rendimiento de 1,80% v/p expresado en materia seca (Carhuapoma , 2007).

Carhuapoma (2007), Investigó las características físico químicas reportando lo siguiente, densidad a 21°C (0,9047) y índice de refracción a 21°C (1,475).

La densidad para que varíe no depende de la metodología, parámetros en la cual se realizó, si no está relacionada directamente con la presión y la volatilidad. (Alves, 2011).

Conclusiones

- El aceite esencial se obtuvo por fluido de arrastre hidrotérmico de la especie vegetal *Satureja sp* con un rendimiento de extracción de 0,20% en volumen/peso, con características físico químicas con valores promedios y desviación estándar: densidad relativa (0.91783 ± 0.07785), índice de refracción ($1.3690 \pm 7.07E-05$), actividad antioxidante (0.74141 ± 0.03482), color (L 78.72333 ± 3.77031 , a 2.36667 ± 0.49166 ; b 122.51333 ± 196.78737).
- El aceite esencial de tiene acción medicinal o funcional, con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas, que permiten su utilización con fines terapéuticos (plantas medicinales), aromáticos (plantas aromáticas o esencias) y dietéticos o gastronómicos (plantas

empleadas como condimentos) (Sosa, y otros, 2012) (Sosa, y otros, 2012). Además, Ricaldi (2014) menciona que por contener Germacreno se orientaría potencialmente su aplicación como plaguicida en el control integrado de plagas.

- Existe variación significativa en cuanto a rendimiento de extracción y características fisicoquímicas en el aceite esencial, esto quiere decir que están relacionados a factores climáticos, lugar de recolecta de la muestra. Esos factores influyen significativamente en las características fisicoquímicas.
- Los pobladores de Colpa Matara lo conocen como romero macho y lo usan por sus propiedades carminativas que tiene esta planta en concordancia al uso fármaco terapéutico como infusión y también como frotación.

Recomendaciones

Sobre la base del trabajo realizado recomiendo formular trabajos de investigación relacionados a:

- Análisis georreferencial, composición química, características fisicoquímicas e identificación de zonas geográficas con potencial especies de la familia *Laminaceae* de interés comercial para su extracción de del aceite esencial en diferentes regiones del Perú.
- Comparación de métodos de extracción de aceite esencial en relación a su perfil de características fisicoquímicas y componentes.
- Evaluar la actividad insecticida en relación a la presencia de Germacreno D.

Referencias Bibliográficas

- Alonso Busto, M. (2008). *Guía de aceites esenciales young living*. Obtenido de <http://oile.mx/wp-content/uploads/2015/02/Guia-de-aceites-esenciales.pdf>
- Alves, P. (2011). *A química da criação do perfumes - uma abordagem educativa*. Trabajo Final de Curso, Brasil. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018, de <http://bdm.unb.br/handle/10483/1732>
- Bandoni, A. L. (2002). *Los recursos vegetales aromáticos en latinoamérica*. Argentina. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/7959699/Los-Recursos-Vegetales-Aromaticos-en-America-Latina>
- Carhuapoma, M. (2007). *Composición química, actividad anti-Helicobacter pylori y antioxidante del aceite esencial de Satureja brevicalyx Epling "Urqu muña"*. Tesis doctoral, Lima.
- Cerpa, M. (2007). *Hidrodestilación de aceites esenciales: modelado y caracterización*. Tesis doctoral, Universidad de Valladolid, Valladolid. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018, de <http://www.anipam.es/downloads/43/hidrodestilacion-de-aceites-esenciales.pdf>
- Dorđević, A., Palić, I., Stojanović, G., Ristić, N., & Palić, R. (2014). Chemical Profile of Satureja Kitaibelii Wierzb. ex Heuff. Essential Oils: Composition of Satureja Kitaibelii Essential Oils. *International Journal of Food Properties*, 17(10), 2157- 65. doi:<https://doi.org/10.1080/10942912.2013.784333>
- Heriberto, E., Horacio, M., & Zvonko, S. (2001). *Aprovechamiento Integral de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales _Obtención de aceites Esenciales*. Santa Fé - Argentina. Obtenido de <http://www.sitingenieria.com/trabtec/Aceites.pdf>
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill. Recuperado el 8 de Noviembre de 2018, de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Montoya, G. (2010). *Aceites esenciales* (Primera ed.). Colombia, Manizales. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/50956/7/9588280264.pdf>
- Pirmohammadi, M., Shayeghi, M., Vatandoost, H., Reza Abaei, M., Mohammadi, A., Bagheri, A., ... Tavassoli, M. (June de 2016). Chemical Composition and Repellent Activity of Achillea vermiculata and Satureja hortensis against Anopheles stephensi. *J Arthropod-Borne Dis*, 10(2), 201-210.
- Pribalouti, A., & Dadfar, S. (2013). Chemical constituents and antibacterial activity of essential oil of satureja bachtiarica (lamiaceae). *Polish Pharmaceutical Society*, 70(5), 933-938. Recuperado el 17 de Noviembre de 2018, de http://ptfarm.pl/pub/File/Acta_Poloniae/2013/5/933.pdf
- Ricaldi, J. (2008). Determinación de rendimiento de extracción y caracterización físico-química del Aceite esencial de Satureja Incana por fluido de arrastre hidrotermico. *Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos* (pág. 5). Lima: CONEIA UNALM.
- Ricaldi, J. (2014). *Análisis gc-ms de la composición fitoquímica del aceite esencial de chiuyche (satureja incana)*. Magister scientiae, Huancayo. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018, de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3186/Ricaldi%20Sarapura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sefidkon, F., & Jamzad, Z. (2005). Chemical composition of the essential oil of three Iranian Satureja species (*S. mutica*, *S. macrantha* and *S. intermedia*). *Food Chemistry*, *91*, 1-4.

Sosa, R., Navarro, A., Vera, O., Dávila, R., Melogoza, N., & Meza, R. (2012). *Romero (Rosmarinus officinalis L.): una revisión de sus usos no culinarios*. Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. Recuperado el 15 de Noviembre de 2018, de <http://www.umar.mx/revistas/43/0430103.pdf>

ANEXOS:



Fotografía 01: planta de *satureja sp* en la comunidad de Colpa Matara zona de la Cangana.



Fotografía 02: recolección de ramillas de *satureja sp* en estado fresco, estado vegetativo en floración en la Cangana.



Fotografía 03: recolección de ramillas de *satureja sp* tamaño de 25 a 30 cm en la Cangana.



Fotografía 04: Refractómetro ABE-REF 1



Fotografía 05: Instalando el extractor de aceite esencial en el laboratorio de Ingeniería de la Universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas



Fotografía 06: Equipo listo para la extracción



Fotografía 07: controlando parámetros durante la destilación.



Fotografía 08: observando el aceite esencial obtenido de *satureja sp.*



Fotografía 09: Colorímetro CR.400



Fotografía 10: Capacitación y perfeccionamiento en la universidad nacional agraria la Molina-Lima.



Fotografía 11: capacitación y perfeccionamiento en la universidad nacional Micaela bastidas de Apurímac.



Fotografía 11: observando muestras rotuladas por corrida de extracción



Fotografía 11: Registro de resultados de densidad, refracción, color, y rendimiento.