

Obtención de aceite esencial a partir de cáscaras de dos variedades de naranja (*citrus sinensis*) mediante arrastre de vapor para evaluar su caracterización

Obtaining essential oil from the peels of two varieties of orange (*citrus sinensis*) by steam distillation to evaluate its characterization

Obtenção de óleo essencial a partir de cascas de duas variedades de laranja (*citrus sinensis*) por arraste a vapor para avaliar sua caracterização

Lesly Yomaira Guajala Sánchez¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
leslyguajalasanchez@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-0322-3715>



Johana Catalina Risco Manzaba²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
johanariscomanzaba@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-9687-3312>



Miguel Angel Arias Jara³
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
miguelarias@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8212-3228>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1114>

Como citar:

Guajala, L., Risco, C. & Arias, M. (2025). Obtención de aceite esencial a partir de cáscaras de dos variedades de naranja (*citrus sinensis*) mediante arrastre de vapor para evaluar su caracterización. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E2), 2073-2094.

Recibido: 20/06/2025

Aceptado: 21/07/2025

Publicado: 30/09/2025

Resumen

El propósito del estudio consistió en la extracción, caracterización, evaluación sensorial y rendimiento de los aceites esenciales obtenidos de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor a diferentes temperaturas (90°C y 70°C) además se realizó el perfil cromatográfico al mejor tratamiento según los resultados sensoriales. Los resultados demostraron que T1, correspondiente a la naranja criolla destilada por arrastre de vapor a 90 °C, con el mayor rendimiento registrado (17,55 %). Se evidenció que tanto la variedad de la cáscara como la temperatura son factores que influyen significativamente en el proceso de extracción, los tratamientos con temperatura de 70 °C registraron mayor formación de hidrolato. En las pruebas fisicoquímicas el pH de los tratamientos fluctúa entre 2,82 y 3,96, el índice de refracción se mantiene constante con 1,47, la solubilidad en alcohol fue más baja en T2 y T3, lo que significa que al requerir menor cantidad de alcohol para inducir turbidez hay más pureza. En el análisis organoléptico el T1 destacó en los parámetros de olor, color y aceptación global logrando ser clasificado como “agradable”. Finalmente, el perfil cromatográfico (GC-MS) de T1 corroboró una composición rica en monoterpenos, siendo el limoneno (41,56 %) propia de los aceites cítricos. Se confirmó que las variables influyen en la extracción del aceite esencial

Palabras clave: Aceite esencial, cáscaras, naranja, destilación por arrastre de vapor, caracterización.

Abstract

The purpose of the study was the extraction, characterization, sensory evaluation, and yield of essential oils obtained from orange peels of two varieties (criolla orange and lima orange) through steam distillation at different temperatures (90 °C and 70 °C). In addition, the chromatographic profile was performed on the best treatment according to the sensory results. The findings showed that T1, corresponding to criolla orange distilled by steam at 90 °C, achieved the highest yield (17.55%). It was evidenced that both peel variety and temperature significantly influence the extraction process, with treatments at 70 °C registering higher hydrosol formation. In the physicochemical tests, pH values ranged between 2.82 and 3.96, the refractive index remained constant at 1.47, and alcohol solubility was lower in T2 and T3, indicating greater purity as less alcohol was required to induce turbidity. In the organoleptic analysis, T1 stood out in odor, color, and overall acceptance, being classified as “pleasant.” Finally, the chromatographic profile (GC-MS) of T1 confirmed a composition rich in monoterpenes, with limonene (41.56%) as characteristic of citrus oils. The study confirmed that both variables significantly influence essential oil extraction.

Keywords: Essential oil, peels, orange, steam distillation, characterization.

Resumo

O objetivo do estudo foi a extração, caracterização, avaliação sensorial e rendimento dos óleos essenciais obtidos a partir das cascas de laranja de duas variedades (laranja criolla e laranja lima) por arraste a vapor em diferentes temperaturas (90 °C e 70 °C). Além disso, realizou-se o perfil cromatográfico no melhor tratamento de acordo com os resultados sensoriais. Os resultados mostraram que T1, correspondente à laranja criolla destilada por arraste a vapor a

90 °C, apresentou o maior rendimento registrado (17,55%). Evidenciou-se que tanto a variedade da casca quanto a temperatura influenciam significativamente no processo de extração, sendo que os tratamentos a 70 °C registraram maior formação de hidrolato. Nos testes físico-químicos, o pH variou entre 2,82 e 3,96, o índice de refração manteve-se constante em 1,47, e a solubilidade em álcool foi menor em T2 e T3, indicando maior pureza, já que foi necessária menor quantidade de álcool para induzir turbidez. Na análise organoléptica, o T1 destacou-se nos parâmetros de odor, cor e aceitação global, sendo classificado como “agradável”. Por fim, o perfil cromatográfico (GC-MS) de T1 confirmou uma composição rica em monoterpenos, com o limoneno (41,56%) característico dos óleos cítricos. O estudo confirmou que as variáveis influenciam significativamente a extração do óleo essencial.

Palavras-chave: Óleo essencial, cascas, laranja, destilação por arraste de vapor, caracterização.

Introducción

La naranja (*Citrus sinensis*), un fruto cítrico ampliamente consumido a nivel mundial, no solo destaca por su sabor refrescante y su aporte nutricional, sino también por el potencial de sus subproductos. Las cáscaras de naranja, a menudo descartadas como residuo, encierran un tesoro aromático: el aceite esencial. Este compuesto orgánico volátil, caracterizado por su intenso aroma cítrico, ha sido objeto de numerosas investigaciones debido a sus diversas propiedades y aplicaciones (Delgado, 2018).

Las cáscaras de naranja, un subproducto abundante en la industria alimentaria, representan un desafío ambiental significativo. Además de ser un desecho común en hogares, estas cáscaras son generadas en grandes cantidades por numerosas fábricas de jugos, mermeladas y otros productos derivados de la naranja. Si no se gestionan adecuadamente, estas cáscaras pueden descomponerse en vertederos, liberando metano, un potente gas de efecto invernadero, y contaminando suelos y aguas subterráneas con lixiviados. Asimismo, atraen plagas que pueden propagar enfermedades y dañar cultivos (Arroyo & León, 2014). No obstante, estos residuos también pueden valorizarse mediante la obtención de compuestos de alto valor como el aceite esencial de naranja.

Los aceites puros esenciales proporcionan una opción distinta a los productos artificiales. Los aceites esenciales no son únicamente productos de origen natural, cada uno

con su propia composición química, ofrecen múltiples beneficios si se extraen correctamente estas sustancias químicas naturales, pueden utilizarse para asistirlo física, mental y emocionalmente en su vida cotidiana. Estos aceites, compuestos principalmente por monoterpenos como el limoneno, el mirceno y el α -pineno, poseen propiedades organolépticas y biológicas que los hacen valiosos en diversas industrias, incluyendo la cosmética y la alimentaria (Sawamaura, 2010).

Debido a esto, la presente investigación se enfoca en el aprovechamiento de dos variedades de cáscaras de *naranja*, un subproducto agroindustrial abundante en el país, para la obtención de aceite esencial.

Metodología

Ubicación y duración

El trabajo de investigación se desarrolló en el Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, Planta de Procesos de Alimentos ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Chigüilpe, avenida Galo Luzuriaga y Franklin Pallo, en el periodo lectivo I-2025 durante 4 meses.

Enfoque

La presente investigación abordó un enfoque metodológico mixto, integrando técnicas cualitativas como cuantitativas para una comprensión exhaustiva del proceso de extracción de aceites esenciales por el método de arrastre de vapor. El enfoque cualitativo se centró en analizar en detalle el proceso de extracción, incluyendo la selección y la optimización de las condiciones operativas para maximizar el rendimiento y la calidad del aceite esencial obtenido.

Por otra parte, el enfoque cuantitativo de la investigación se enfocó en la evaluación precisa de los análisis fisicoquímicos de los aceites esenciales. Esto incluye la medición de las propiedades como pH, índice de refracción, solubilidad en alcohol y análisis de laboratorio.

Modalidad de la investigación

Investigación experimental: se llevó a cabo en la Planta de Procesos de Alimentos del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila. Se realizó el proceso de destilación a dos variedades de cáscaras de naranjas a diferentes temperaturas para determinar el rendimiento y la calidad del aceite esencial. Durante estos procedimientos, se evaluó parámetros físico-químicos (pH, índice de refracción y solubilidad en alcohol) y análisis de laboratorio (contenido de compuestos volátiles).

Investigación documental: implicó la revisión y análisis de documentación relevante, incluyendo estudios previos, artículos académicos y normativas referente al aceite esencial además este análisis servirá para contextualizar los resultados experimentales.

Nivel o tipo de investigación

Investigación descriptiva: durante la fase de análisis, se aplicó la investigación descriptiva para caracterizar detalladamente los aceites esenciales extraídos. Esto comprendió la realización de análisis de laboratorio, determinaciones físico-químicas y el cálculo del rendimiento. Los resultados obtenidos son fundamentales para futuras investigaciones.

Investigación explicativa: se llevó a cabo una investigación explicativa para analizar y discutir los resultados obtenidos, comparándolos con investigaciones previas sobre aceites esenciales de cítricos. Este análisis permitió una mejor comprensión de los resultados.

Población y muestra

Para la extracción del aceite esencial, se recolectó aproximadamente 7 kg de cáscaras de naranja de dos variedades, provenientes de diversos puestos ambulantes ubicados en Santo Domingo de los Tsáchilas. Para la evaluación sensorial del aceite obtenido, la población está conformada por 11 docentes de la carrera de Agroindustria del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Técnica de laboratorio: Para realizar los análisis físico-químicos de los aceites esenciales en este estudio, se aplicó diversas metodologías:

- ✓ Medición de pH: se utilizará el potenciómetro APERA PH 700 para medir la escala de pH
- ✓ Determinación de sólidos solubles: se aplicó la metodología del manual de uso de equipo Refractómetro digital Milwaukee MA871
- ✓ Análisis solubilidad en alcohol: se realizó en base de la guía dispuesta por NMX-K-081-1976.
- ✓ Análisis de contenido de compuestos volátiles: se realizó al mejor tratamiento mediante un laboratorio externo “Laboratorio LASA” según la metodología de cromatografía de gases.

Encuesta: se aplicó una ficha sensorial, basada en una escala de Likert de 5 puntos, dirigida a los docentes de la carrera de Agroindustria del Instituto Superior Tecnológico Tsa`chila. Esta escala permitió valorar el grado de aceptación de los aceites esenciales, midiendo aspectos como: color, aroma y aceptación global, donde 1 representa "no me agrada para nada" y 5 "excelente". El objetivo es identificar cuál de las formulaciones evaluadas es la más aceptada sensorialmente.

Diseño experimental

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) A x B, en donde A representa las 2 variedades de naranja y B, dos temperaturas, con 3 repeticiones, lo que dio un total de 12 unidades experimentales. Para la comparación de medias, se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. En cuanto a la verificación del cumplimiento normativo, no aplica este diseño, ya que se realizará una investigación documental orientada a verificar el cumplimiento de la normativa legal vigente.

Resultados

Fisicoquímicos

Análisis de varianza

Tabla 1

Análisis de varianza de análisis fisicoquímicos

Tratamientos	pH	Índice de refracción	Solubilidad en alcohol
T1	$3,86 \pm 0,016^c$	$1,47 \pm 0^b$	$2,13 \pm 0,058^c$
T2	$2,88 \pm 0,007^b$	$1,47 \pm 0^a$	$1,80 \pm 0^b$
T3	$3,96 \pm 0,012^d$	$1,47 \pm 0,00012^a$	$1,23 \pm 0,058^a$
T4	$2,82 \pm 0,007^a$	$1,47 \pm 0,00012^a$	$2,07 \pm 0,058^c$

Nota. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

En la tabla 1 se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%, seguido de la prueba de Tukey en la cual indica que existió diferencias estadísticas entre los factores: factor A (variedad de cascara de naranja) y factor B (temperaturas de extracción) ($p < 0,05$), además el cálculo de desviación estándar.

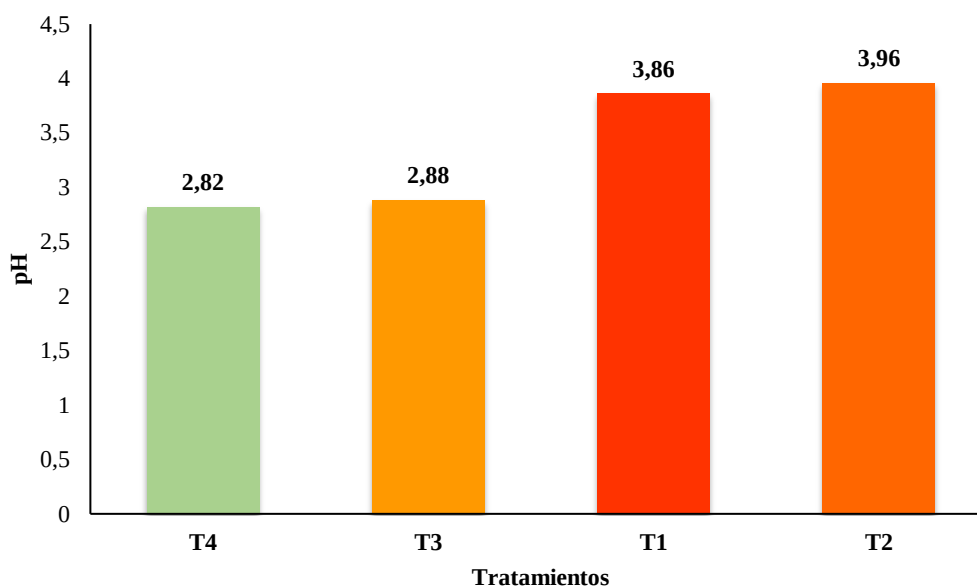
El pH medido de los aceites esenciales mostro una diferencia significativa, variando de 3,96 a 2,82. Estos resultados indican que las muestras analizadas presentan un pH moderadamente ácido, lo que puede estar relacionado con las temperaturas de extracción. En cuanto al índice de refracción mostro una variabilidad mínima, entre 1,46 a 1,47 diferenciándose por milésimas, no existe variación entre los factores A y B.

Finalmente, la solubilidad en alcohol se registró valores entre 2,12 mL a 1,23 mL. Las cantidades registradas indican diferencia significativa, cabe recalcar si se presenta turbidez hasta 1 mL indicador de un aceite de calidad y si aumenta la cantidad es un indicativo de presencia de compuestos pesados. En este aspecto tanto la variedad de cascara de naranja como la temperatura de extracción influyen en los resultados.

Análisis de pH

En la figura 1 se muestra los resultados de pH de los aceites esenciales obtenido de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor con diferentes temperaturas.

Figura 1
Resultados pH



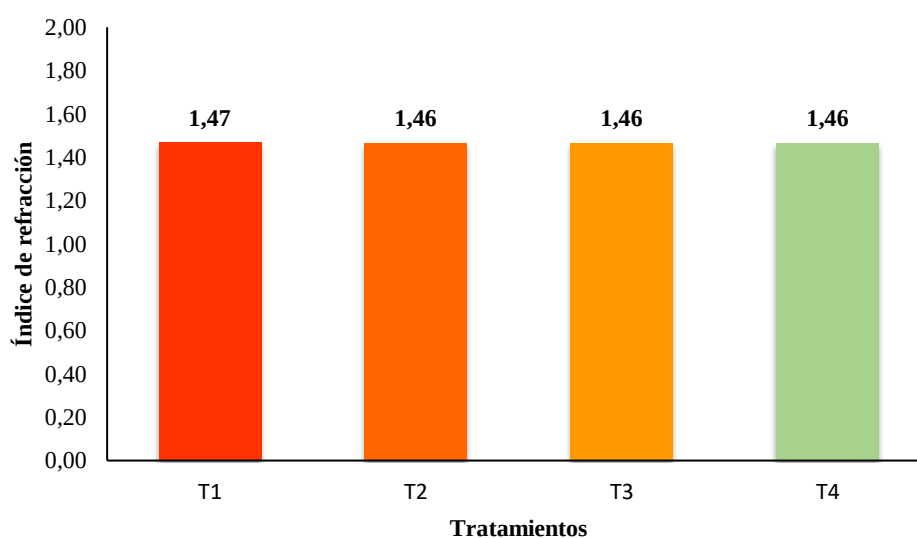
Se puede observar que existe una diferencia significativa entre T4 y T2, el pH aumenta debido a la variedad de la cáscara de naranja utilizada, siendo la cáscara de la naranja criolla con valores de pH moderadamente elevados en comparación con la naranja lima.

Según Miranda (2013), en su investigación sobre el aceite esencial de naranja registra un rango de pH entre 4,5 y 3,7. Por otro lado, un estudio similar de Cevallos et al (2018), su investigación de aceite esencial de cáscaras de naranja reportó un pH de 5. Sin embargo, comparando nuestros resultados con las investigaciones citadas sugieren un rango de pH entre 3 mínimo y 5 máximo, lo que significa que el T1 y T2 están dentro de los parámetros de los autores citados.

Índice de refracción

En la figura 2 se muestra los resultados del índice de refracción de los aceites esenciales obtenido de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor con diferentes temperaturas.

Figura 2
Resultados índices de refacción



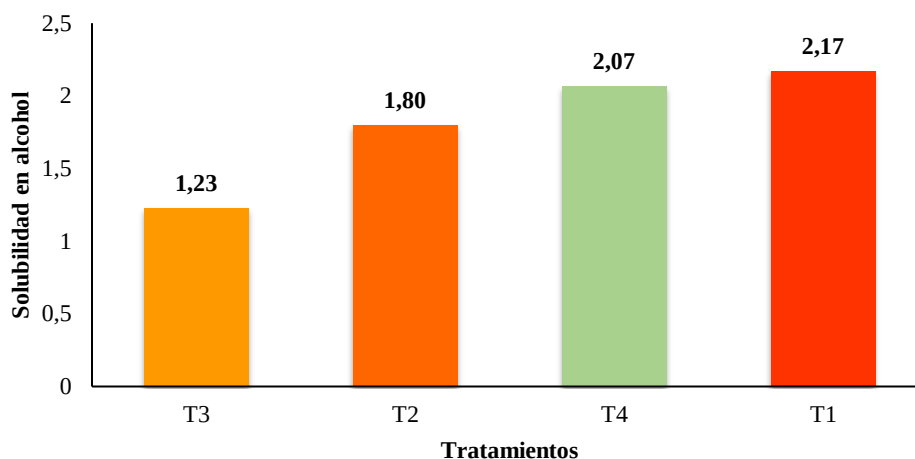
Los resultados obtenidos del índice de refracción, se realizó un promedio entre los varios tratamientos presentaron un valor entre 1,47 – 1,46 indica que existe variación significativa entre los aceites esenciales.

Según Meza (2017), en su investigación sobre el aceite esencial de cáscaras de naranja dulce, referente al índice de refracción obtuvo como resultado 1,4707. Además, Martínez (2015), con respecto al índice de refracción, los resultados obtenidos no presentaron diferencias estadísticas significativas para los dos métodos de extracción. Por hidrodestilación un valor de 1,4701, mientras que por hidrodestilación asistida por radiación microondas fue de 1,4710. Considerando los valores reportados de anteriores investigaciones, se establece un límite máximo 1,47, según nuestros resultados se encuentran dentro del rango establecido por los autores citados.

Solubilidad en alcohol

En la figura 3 se muestra los resultados de la prueba de solubilidad en alcohol de los aceites esenciales obtenidos de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor con diferentes temperaturas.

Figura 3
Resultados solubilidad en alcohol



Los resultados indican una diferencia significativa entre T3 con el valor más bajo de 1,23 mL y T1 con el valor más alto de 2,17 mL. Esto indica que las condiciones de extracción influyen en el contenido de pureza del aceite esencial, ya que afecta a su capacidad para disolverse en soluciones alcohólicas.

Según Ochoa et al. (2012), en relación a la solubilidad del aceite esencial el volumen utilizado fue de 2.2 mL de etanol de 96°. Por su parte, Razzetto (2006) reportó que, mediante el método de destilación por arrastre con vapor, la solubilidad en etanol a 96° fue de 1,75 mL, mientras que el método de destilación con agua la solubilidad en etanol a 96° fue de 1,53 mL. El aceite esencial puede ser soluble, con enturbiamiento al diluir entre máximo 2 volúmenes.

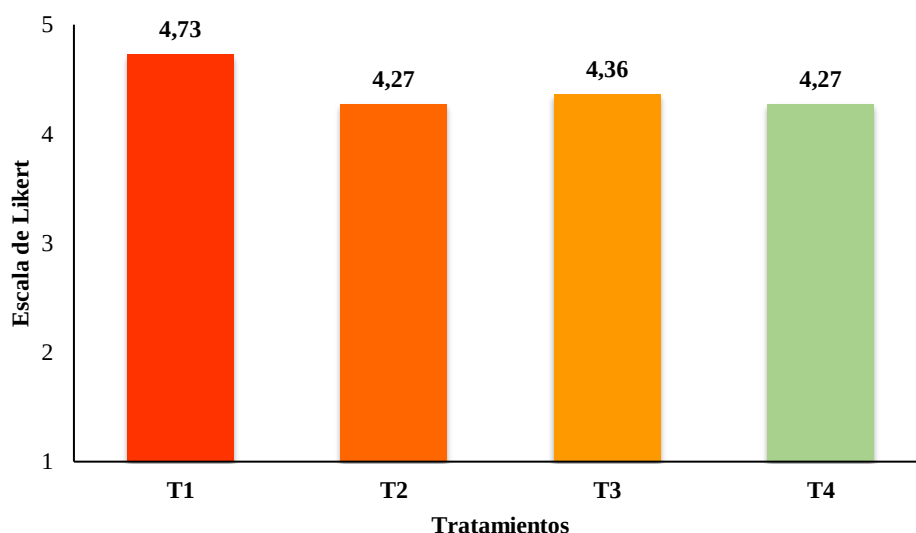
Considerando las investigaciones citadas, reportan como valor mínimo 1 mL y valor máximo 2 mL, los tratamientos T3 y T2 cumplen con el rango establecido a comparación del T1 y T4 no cumplen con este parámetro, podría indicar una menor pureza o mayor presencia de compuestos pesados.

Análisis sensorial

Color

En la figura 4 se muestra los resultados de la evaluación sensorial en referencia al color de los aceites esenciales obtenido de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor con diferentes temperaturas.

Figura 4
Resultados sensoriales, color



Los resultados sensoriales respecto al color, la escala de Likert permitió valorar el grado de aceptación, no existe una diferencia significativa entre los tratamientos, debido a que todos los aceites mostraron una apariencia líquida cristalina, pero se registró una calificación de 4 “agradable” en la mayoría de panelistas.

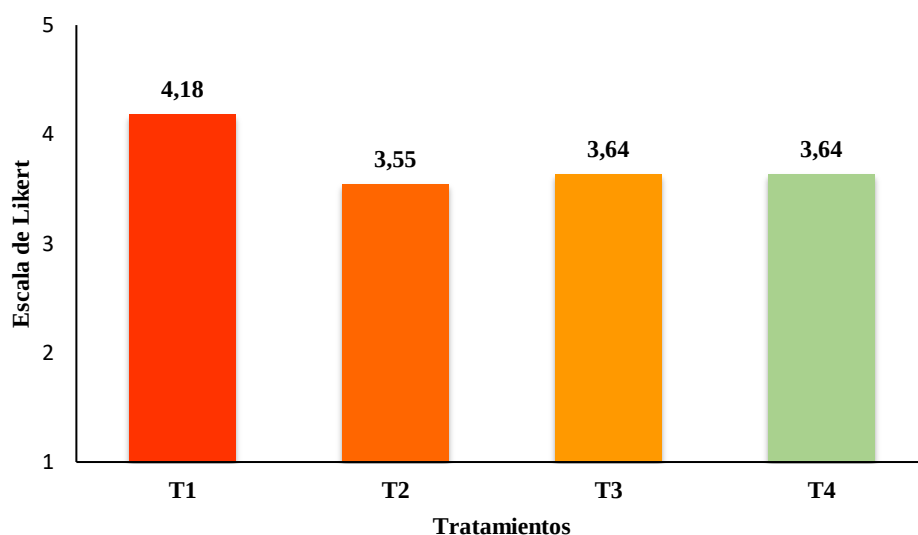
Según Villaverde (2018), los aceites esenciales extraídos fueron de naranja, limón y lavandin, en cuanto a color, se apreció que son transparentes y presentan color amarillo pálido, destacando el del aceite de lavandin sobre el resto. Por su parte Pérez (2000), como resultado de la evaluación sensorial del aceite esencial obtenido por arrastre de vapor fue calificado como: transparente e incoloro y por solvente orgánico presentó un color ligeramente claro verdoso.

Esta observación concuerda con lo reportado por las investigaciones citadas, quienes también destacaron que los aceites esenciales de cítricos son transparentes, lo cual se alinea con la percepción positiva obtenida en nuestro estudio.

Olor

En la figura 5 se muestra los resultados de la evaluación sensorial en referencia al olor de los aceites esenciales obtenido de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor con diferentes temperaturas.

Figura 5
Resultados sensoriales, olor



El análisis sensorial reveló una diferencia significativa en el perfil aromático de los tratamientos evaluados. Utilizando la escala de Likert para calificar el grado de aceptación, se determinó que el tratamiento 1 obtuvo la mayor puntuación siendo calificado como “aceptable” en comparación de los demás tratamientos.

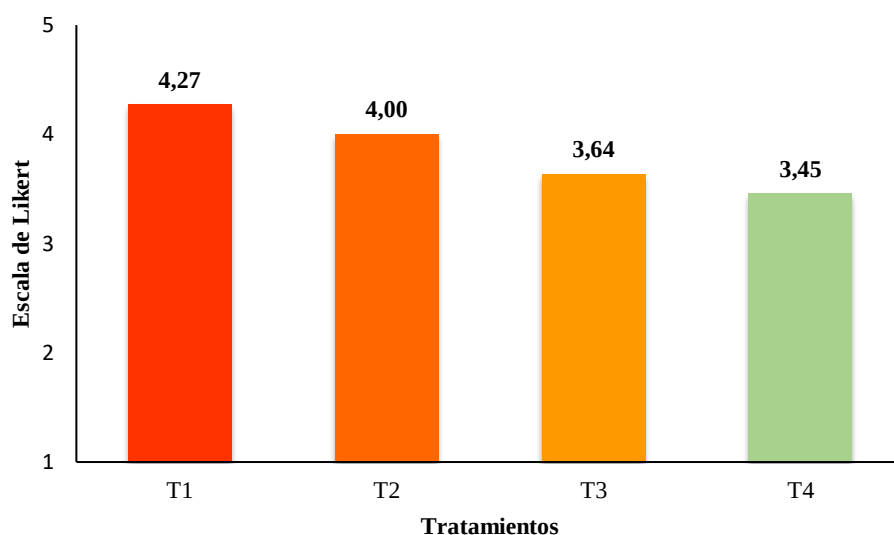
Un estudio similar de Benítez (2016), al evaluar sensorialmente el aceite esencial presentó un olor propio de la parte externa de la naranja, cumple con las características del fruto. De igual forma, Cabezas & Noriega (2023), mencionan que el aroma del aceite esencial de limón era intenso y característico de la fruta. En concordancia con los autores citados, el aroma del aceite esencial debe ser característico de la materia prima que se va a utilizar, en el

presente estudio se registró un olor cítrico con una ligera nota herbácea que recuerda a la cáscara de la naranja.

Aceptación global

En la figura 6 se muestra los resultados de la evaluación sensorial en referencia a la aceptación global de los aceites esenciales obtenido de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor con diferentes temperaturas.

Figura 6
Resultados sensoriales, aceptación global



Los resultados respecto a la aceptación global o general del aceite esencial, se visualizó una diferencia significativa entre los tratamientos, la escala de Likert permitió valorar el grado de aceptación. Aunque todos presentaban una apariencia similar, la intensidad del aroma fue el factor que los diferenciaba.

De acuerdo con Bernal (2012), el aceite esencial obtenido presentó una apariencia agradable su aroma frutal, de naranja, muy agradable e intenso. El color presentado fue amarillo, con apariencia cristalina. Su sabor fue parecido a la naranja, siendo este más insípido, y mucho menos dulce que la pulpa de la fruta. Además, Cabeza & Noriega (2023), las propiedades organolépticas de los aceites esenciales extraídos con agua y etanol 70% se

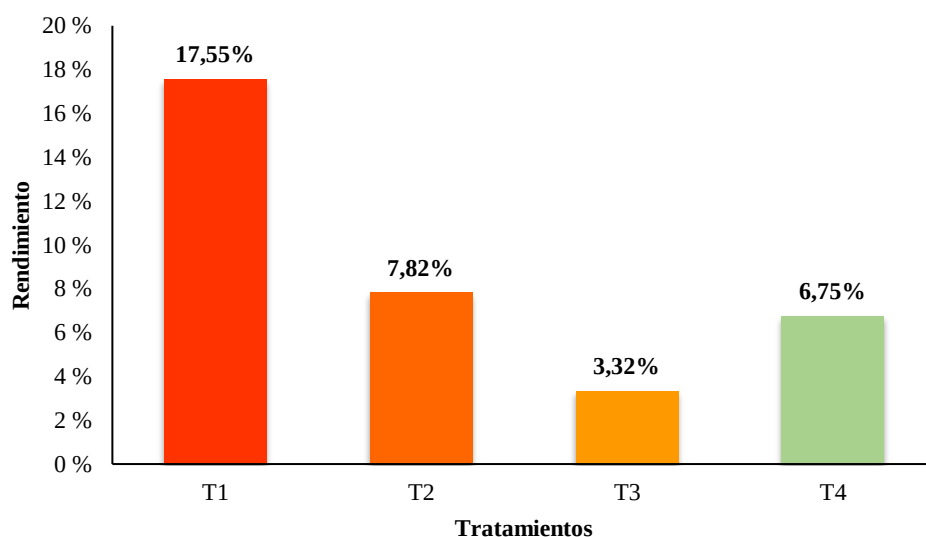
diferencian en su color siendo estos totalmente transparentes y se obtuvo un olor muy intenso característico de la naranja.

En referencia a los autores citados, el aceite esencial mostro un aspecto liquido cristalino y un aroma frutal tipo cítrico. En este sentido los tratamientos 1 y 2 están dentro del rango establecido de 4 como “agradable” a comparación del tratamiento 3 y 4 que están fuera del nivel de aceptación.

Análisis de rendimiento

En la figura 7 se muestra los resultados de los análisis de rendimiento de los aceites esenciales obtenido de las cáscaras de naranja de dos variedades (naranja criolla y naranja lima) mediante arrastre de vapor con diferentes temperaturas.

Figura 7



Resultados rendimiento

Se observó una diferencia significativa entre los tratamientos en referencia al rendimiento, destacando el tratamiento 1 con 17,55% mientras que el tratamiento 3 presento el valor más bajo de 3,32%, la maduración de la cáscara de naranja y el tiempo de destilación por arrastre de vapor influyen en el rendimiento de los aceites esenciales.

De acuerdo con De Paz (2018), el mayor valor del rendimiento de aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata*) corresponde a 4,0996% proveniente de 12 y 6 horas de

extracción. Como opina Delgado (2018), la extracción del aceite se llevó a cabo con un rendimiento aproximado del 0,95 % con el método de expresión en frío, mientras que por arrastre de vapor con solvente resultó 0,90% y sin solvente 0,90% respectivamente.

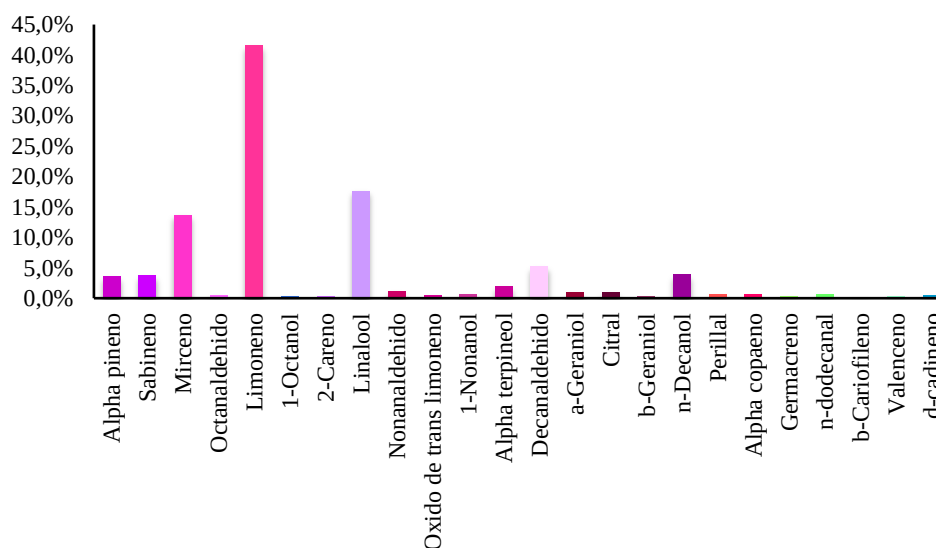
Desde el punto de vista de los autores citados, el rendimiento para la extracción de aceite esencial presenta valores muy bajos lo cual se define como un rango mínimo de 0,90% y un 5% como valor de rango máximo, cabe recalcar que los tratamientos no se encuentran en dicho rango.

Análisis de laboratorio

Cromatografía de gases

En la Figura 8 se muestra el resultado de la cromatografía de gases el T1 caracterizado como mejor tratamiento en base a la evaluación sensorial del aceite esencial obtenido de las cáscaras de naranja (naranja criolla) mediante arrastre de vapor a una temperatura de 90 °C.

Figura 8
Resultados cromatografía de gases



Sobre la composición química del aceite esencial de las cáscaras de naranja se realizó a través de una cromatografía de gases al mejor tratamiento referente a lo sensorial, de acuerdo a esto el tratamiento 1 fue el mejor calificado y se realizó el envío al Laboratorio “LASA” y se

obtuvo los resultados de los cuales destaca con 41,56% de limoneno un compuesto que prevalece en los aceites esenciales de cítricos.

Según Cabezas & Noriega (2023), se determinó mediante cromatografía de gases acoplado a detector de masas las sustancias volátiles presentes en los aceites esenciales de naranja *Citrus sinensis* identificando que el D limoneno es la sustancia volátil que más predomina en los aceites esenciales teniendo porcentajes de abundancia relativa que oscilan entre 66,16 – 84,93 %; β -Myrcene porcentajes que oscilan entre 3,31 – 6,12 %; α -pineno que oscila entre 1,16 – 2,75 % además se tiene la ausencia de citral en los aceites esenciales obtenidos por arrastre de vapor y concluyendo que la ausencia de citral tiene relación con la absorbancia mediante espectroscopia UV-vis. Además, Rueda et al (2007), el aceite esencial de la cáscara de naranja dulce, objeto del presente estudio, presenta un elevado contenido (90.93%) de un hidrocarburo monoterpénico, identificado como limoneno, de formula molecular $C_{10}H_{16}$. Este componente normalmente se considera mayoritario en la composición del aceite esencial de las cáscaras de cítricos como el limón y la naranja, y frecuentemente se reporta en valores superiores al 90%

Los resultados revelan una composición química diversa y compleja, resaltando la presencia predominante de limoneno con un porcentaje relativo del 41,56%. Este compuesto cíclico es el responsable principal del aroma cítrico que distingue a los aceites esenciales, el limoneno se encuentra en grandes cantidades, posee propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y repelentes de insectos, por lo que se convierte en un componente esencial para usos en cosméticos y medicamentos. En segundo lugar, se halla el linalool, presente en un 17,64%. Este alcohol terpénico ofrece un agradable aroma floral y dulce, conocido por sus efectos relajantes, propiedades antifúngicas y sedantes. Por otro lado, el mirceno, con un 13,68 %, es un hidrocarburo monoterpénico que exhibe cualidades herbales y terrosas. Además, actúa como potenciador de otros compuestos al interactuar sinérgicamente

con ellos. Otro par de componentes importantes en la composición química son el decanaldehído, que representa el 5,17 %, aportando un toque suave de cítricos gracias a ser un tipo de aldehído simple; y el n-decanol, con un 3,89 %, que es un alcohol grasoso utilizado para mantener y estabilizar el aroma. Además, se detectaron el sabineno (3,69 %) y el α -pineno (3,59 %), dos compuestos terpénicos que añaden frescura al aroma y tienen propiedades antibacterianas, descongestionantes y antiinflamatorias. Se descubrieron algunos compuestos en cantidades menores que desempeñan un papel fundamental en la diversidad y firmeza del aceite. Estos incluyen el α -terpineol (1,90 %), el nonanaldehído (1,12 %), el α -geraniol (0,97 %) y el citral (0,93 %). Estos elementos contribuyen con fragancias florales y cítricas, así como con un matiz especiado al aroma, además de proporcionar beneficios conservantes y antisépticos. La mezcla contiene componentes como 1-nonanol, octanaldehído, perillal, valenceno y d-cadineno, todos presentes en cantidades menores al 1 %. Estos elementos contribuyen a la complejidad del aroma, combinando notas que se liberan rápidamente con otras más persistentes. El análisis cromatográfico del aceite esencial obtenido confirma su perfil cítrico característico, destacando la presencia predominante de monoterpenos y una proporción equilibrada de compuestos oxigenados. Este aceite no solo destaca por su excelente sensación al tacto, sino que también respalda su versatilidad y atractivo comercial, convirtiéndola en una opción ideal para una variedad de usos en la industria de cosméticos.

Discusión

El aceite esencial obtenido por arrastre de vapor a partir de cáscaras de naranja criolla presentó el mayor rendimiento (17,55 %) y las mejores características sensoriales, siendo el tratamiento a 90 °C (T1) el más eficiente. Las pruebas fisicoquímicas confirmaron valores de pH entre 2,82 y 3,96, índice de refracción estable (1,46–1,47) y variaciones en la solubilidad alcohólica que sugieren diferencias en la pureza entre tratamientos. El análisis organoléptico destacó al T1 como el más agradable en olor y aceptación global. Finalmente, el perfil

cromatográfico reveló un predominio de monoterpenos, principalmente limoneno, confirmando su carácter cítrico y evidenciando un potencial de aplicación en las industrias de alimentos, cosméticos y perfumería.

Conclusiones

Los resultados muestran que la variedad de cáscara y la temperatura de extracción influyen en las propiedades del aceite esencial. El pH obtenido se mantiene en el rango reportado por Miranda (2013) y Cevallos et al. (2018), confirmando la acidez característica de los cítricos. El índice de refracción coincide con los valores descritos por Meza (2017) y Martínez (2015), lo que indica una pureza óptica adecuada.

La solubilidad en alcohol evidencia diferencias significativas entre tratamientos, en algunos casos fuera del rango reportado por Ochoa et al. (2012) y Razzetto (2006), lo que sugiere la presencia de compuestos pesados que limitan ciertas aplicaciones. En cuanto al análisis sensorial, el color y aroma coinciden con lo descrito por Villaverde (2018) y Benítez (2016), aunque la aceptación global depende principalmente de la intensidad del aroma (Cabezas & Noriega, 2023).

El rendimiento supera lo reportado por Delgado (2018) y De Paz (2018), aunque puede estar condicionado por la madurez de la fruta. Finalmente, la cromatografía confirma al limoneno como compuesto principal, en línea con Rueda et al. (2007), aunque en menor proporción, lo que resalta una composición más compleja.

Referencias bibliográficas

- Agroshow. (19 de abril de 2015). *Árbol de naranja lima*. <https://agroshow.info/productos/cultivos/plantulas/citricos/arbol-de-naranja-lima/>
- Alarcon, A., Mora, J., Cabrera, D., & Garcia, F. (2022). Estudio Comparativo de la Composición Química, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante de Citrus síntesis, Citrus reticulata y Citrus máxima. *RECIAMUC*, 6, 535-545. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/941>
- Arroyo, R., & León, R. (2014). Densidad de carga y metodo de extracción en el rendimeinto y calidad de aceite esencial de los flaveados de dos variedades de naranja (citrus sinensis).

- (Tesis de grado). Universidad Nacional del Santa Chimbote, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14278/2064>
- Benitez, D. (2016). Extraccion de aceite esencial de la cascara de naranja. (*Trabajo de Integracion Curricular*). Universidad Autonoma Juan Misael Saracho, Tarija. <https://dicyt.uajms.edu.bo/investigacion/index.php/quimica/article/view/225/195>
- Bernal, C. (2012). Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja: caracterización y estudio de potencial industria en el Ecuador. (*Trabajo de Integracion Curricular*). Universiada San Francisco de Quito, Quito. <https://core.ac.uk/reader/147373070>
- Bolaño, C. (17 de Octubre de 2024). *Ecuador esta entre los paises que mas desperdicia comida de la región, ¿cómo enfrentar este problema?* MetroEcuador <https://www.metroecuador.com.ec/noticias/2024/10/17/ecuador-esta-entre-los-paises-que-mas-desperdicia-comida-de-la-region-como-enfrentar-este-problema/>
- Cabezas, P., & Noriega, J. (2023). Determinación de los paramatros de calidad en los aceites esenciales obtenidos a partir de residuos citricos. (*Trabajo de Integracion Curricular*). Escuela Politecnica de Chimborazo, Riobamba.
- Cedeño, A., Moreira, C., Muñoz, J., Muñoz, A., & Pillasaguay, P. &. (2019). Comparacion de métodos de destilación para obtención de aceite esencial de eucalipto. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 6, 1-13. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/215/2151021002/html/>
- Cevallos, L., Caballero, C., Mostacero, S., & Lazaro, E. (2018). Aceite a partir de las cáscaras de naranja. (*Proyecto de Investigacion Formativa*). Universidad Nacional de Trujillo. <https://es.scribd.com/document/392095218/Aceite-Esencial-a-Partir-de-Cascara-de-Naranja>
- De Paz, E. (2018). Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquimica del aceite esencial proveniente del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata*, var. Dancy) y determinación del contenido de d-limoneno presente. (*Trabajo de Integracion Curricular*). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10767/>
- Delgado, D. (2018). Evaluacion de rendimiento, calidad y actividad antioxidante del aceite esencial de cáscara de naranja fresca de la especie *Citrusmaxima* (Burm.) Merr. Familia Rutaceae, obtenido por dos metodos de extracción. (*Tesis de grado*). Universida Central de Ecuador, Quito, Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16721>
- Famiagro. (9 de Mayo de 2016). *Naranja criolla*. <https://famiagro.webnode.com.co/products/naranja-criolla/>
- Gobierno de Mexico. (29 de Diciembre de 2023). *Naranja mas que un jugo*. <https://www.gob.mx/profeco/documentos/naranja-mas-que-un-jugo?tab=>
- Gonzales, L. (14 de diciembre de 2021). *Los aceites esenciales que son, propiedades y otros*. Soluciones rapidas Pochteca. <https://sip.pochteca.net/index.php/blog/los-aceites-esenciales-que-son-propiedades-y-usos>

- Henderson, T. (5 de noviembre de 2024). *Analisis de aceites esenciales: guia sobre calidad, purezas, metodos y normativas*. Outsourpce <https://outsourpce.contractlaboratory.com/essential-oil-testing-a-guide-to-quality-purity-methods-and-regulations/>
- Horticultura efectiva. (15 de Agosto de 2013). Naranja: taxonomia y morfologia: <https://horticulturaefectiva.blogspot.com/2013/08/naranja-taxonomia-morfologia.html>
- Juarez, M. (2008). Comparación del rendimiento del aceite esencial de dos especies de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook y *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), aplicando el metodo de hidrodestilacion a nivel laboratorio. (*Trabajo de Integracion Curricular*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. <https://es.scribd.com/document/53698339/Comparacion-de-Aceite-Esencial-de-2-Plantas-de-Eucalipto>
- Llontop, M., & Nunura, M. (2015). Extracción y caracterización del aceite esencial y pectina de naranja (*Citrus Sinensis*) obtenido de los desechos recolectados en la jugueria del mercado modelo del distrito de Lambayeque. (*Trabajo de Integracion Curricular*). Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque.
- Martinez, S. (2015). Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de *Citrus sinensis* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 49. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75152015000400014&script=sci_arttext&tlng=en
- Meza, E. (2017). Extracción y evaluación del aceite esencial de las cáscaras de la naranja dulce (*Citrus sinensis*). (*Trabajo de Integracion Curricular*). Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2b6e96aa-ebba-4cb8-aa76-e65584fe92c0/content>
- Miranda, K. (2013). Estabilidad termica, fenolica y antioxidante de la encapsulacion por liofilizacion de los aceite esenciales de la cáscara de naranja; variedad Valencia (*Citrus sinensis*). (*Trabajo de Integracion Curricular*). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5f3d0903-e30e-429b-9a3e-02ceb2b704f7/content>
- Moran, L. (2005). Extracción de aceite esencial crudo de hierbabuena (*Mentha Citrata* Ehrh), con la aplicación del método Extracción por arrastre con vapor variando los tamaños de muestra y humedad a partir de pruebas a nivel laboratorio. (*Trabajo de Integracion Curricular*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. <https://biblioglifos.ingenieria.usac.edu.gt/opac/record/5989?&mode=advanced&query=@field1=encabezamiento@value1=PLANTAS&recnum=158#inventory>
- Morán, N. (2021). Evaluacion del rendimiento de extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de hojas frescas de guayaba (*psidium cattleianum* afzel. ex sabine) variando los tiempos de extracción por medio del método de hidrodestilación a nivel de laborat. (*Trabajo de Integración Curricular*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/16485>

- Norma Técnica Mexicana: NMX-K-081-1976. (1976). Scribd: <https://es.scribd.com/document/109421940/NMX-K-417-1976>
- Nuestra Raiz. (1 de abril de 2022). *8 propiedades medicinales de la cascara de naranja*. <https://nuestraraizmexico.com/blogs/news/8-propiedades-medicinales-de-la-cascara-de-naranja>
- Ochoa, P., Paredes, Q., Bejarano, L., & Silva, P. (2012). Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (Wiskataya). *Scientia Agropecuaria*, 3, 291-302. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/90>
- Paucar, J., & Parra, P. (2023). Diagnostico del desperdicio de alimentos en la provincia de Cotopaxi, Parroquia José Guango Bajo, propuesta banco de alimentos. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1, 40-44. <https://doi.org/10.29166/revfig.v15i1.4339>
- Pérez, A. (21 de enero de 2009). *Aceites esenciales - propiedades comunes*. Blogger <https://aromaterapiaesestilo.blogspot.com/search?q=Aceites+esenciales+propiedades+comunes>
- Perez, G. (2000). Extracción de aceite esencial a partir de cáscara de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) por dos métodos: Arrastre de vapor y solvente orgánico. (*Trabajo de Integración Curricular*). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/70f6c19a-8972-4290-bd12-823f8b4ab795>
- Querubina, A. (1999). El aceite esencial de limon producido en España. Contribucion a su evaluación por Organismos Internacionales. (*Trabajo de Integración Curricular*). Universidad de Murcia, Murcia. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/121>
- Ramón, A. (22 de diciembre de 2023). *Composicion quimica de los aceites esenciales*. Smellme. <https://smellme.es/es/aromaterapia/composicion-quimica-aceites-esenciales>
- Razzetto, G. (2006). Caracterización del aceite esencial de "Lanche" (*Myrcianthes rhopaloides* (H.B.K) Me Vaugh) proveniente del distrito de Chalaco, provincia de Morropón- Piura, obtenido por dos métodos de destilación. (*Trabajo de Integración Curricular*). Universidad Nacional Agraria, Lima. <http://45.231.83.156/handle/20.500.12996/430>
- Rueda, X., Lugo, L., & Parada, D. (2007). Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (*citrus sinensis*, variedad valenciana) cultivada en Labateca (norte de Santander, Colombia). *BISTUA*, 3-8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2483506>
- Salazar, I., & Cardona, C. (2011). Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscaras de naranja. *Ingeniería y Ciencia*, 7, 65-86. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-91652011000100004&lng=en&tlng=es.
- Sawamaura, M. (2010). Citrus essential oils: flavor and fragrance. En *John Wiley & Sons*. <http://download.e-bookshelf.de/download/0000/5762/27/L-G-0000576227-0002308482.pdf>

Tecnal. (7 de febrero de 2016). *Aceites esenciales: características y curiosidades*. https://tecnal.com.br/es/blog/243_aceites_esenciales_caracteristicas_y_curiosidades

Villaverde, I. (2018). Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor. (*Trabajo de Integración Curricular*). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. <https://oa.upm.es/49669/>