



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus
para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de
laboratorio, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Juan De Dios Flores, Virginia (ORCID: 0000-0002-7679-8675)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada principalmente a Dios, a mis abuelos Esther y Celso, a mi madre Virginia y a mi tío Baltazar que ya no están en este plano terrenal pero los llevo presente en mi corazón y que fueron grandes pilares en mi vida. A Joel padre de mis hijos por su apoyo y creer en mí, a mis hijos Gerardo y Gael por su comprensión en cuanto estuve ausente al realizar esta investigación y ser mi más grande motivación para seguir adelante. A mis hermanos porque sin su apoyo y consejos no hubiera alcanzado este propósito. En especial a mi hermano Dani por educarme y nunca darme la espalda.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme vencer los obstáculos que se me presentan en este camino de la vida, agradezco a mi papá por darme la vida y a mis familiares y amigos por darme aliento en seguir este camino a la titulación y ser el bastón en momentos difíciles y no dejarme caer cuando quería tirar la toalla, fueron días difíciles.

Agradezco al Ing. Hugo Jerí y al Ing. Manuel por sus consejos.

Agradezco a esta casa de estudio Cesar Vallejo por permitirme seguir con mi proceso de titulación.

Y por último pero no menos importante agradezco a mi asesor Fernando A. Sernaque por tenerme paciencia y ser mi guía.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Índice de gráficos	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis	19
3.3.1. Población	19
3.3.2. Muestra	19
3.3.3. Muestreo	19
3.3.4. Unidad de análisis.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.4.1. Técnica	20
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	20
3.4.3. Validez y confiabilidad de los Instrumentos de recolección de datos...	21
3.4.4. Validez de los Equipos utilizados en laboratorio	22
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos	31

IV.	RESULTADOS	32
V.	DISCUSIÓN.....	43
VI.	CONCLUSIONES	47
VII.	RECOMENDACIONES.....	48
	REFERENCIAS.....	49
	ANEXOS.....	61

Índice de tablas

Tabla 1.	Partes de la planta que se extrae el aceite esencial.....	12
Tabla 2.	Compuestos presentes en la mandarina clementina	16
Tabla 3.	Compuestos que abundan en la mandarina clementina	16
Tabla 4.	Valoración de instrumentos validados por expertos	21
Tabla 5.	Prueba de Alfa de Cronbach de la ficha 1 y ficha 2.	21
Tabla 6.	Validación de los equipos usados en el laboratorio.	22
Tabla 7.	Proporciones de recuperación del poliestireno expandido para Citrus reticulata.	30
Tabla 8.	Proporciones de recuperación del poliestireno expandido para Citrus unshiu.	30
Tabla 9.	Rendimiento de la extracción de los aceites esenciales extraído de la cáscara de Citrus reticulata y Citrus unshiu mediante destilación por arrastre de vapor.	32
Tabla 10.	Relación de la proporción peso/volumen de EPS y aceite de Citrus reticulata en la recuperación del poliestireno expandido.....	33
Tabla 11.	Relación de la proporción peso/volumen de los EPS y aceite de Citrus unshiu en la recuperación del poliestireno expandido.....	33
Tabla 12.	Relación RPM, temperatura y tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata.	34
Tabla 13.	Relación RPM, temperatura y tiempo de disolución del EPS en aceite esencial Citrus unshiu.	35
Tabla 14.	Prueba de normalidad de los datos.	39
Tabla 15.	Análisis de la varianza de las medias de los datos de tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.....	40
Tabla 16.	Recuperación del EPS en aceites esencial de Citrus reticulata.....	41
Tabla 17.	Recuperación del EPS en aceites esencial de Citrus unshiu	41
Tabla 18.	Discusión de resultados sobre la recuperación del EPS en aceite esencial del género Citrus.....	46

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Una instantánea global de la gestión de residuos sólidos al 2050.	11
<i>Figura 2.</i> Glándula oleífera de los cítricos.....	13
<i>Figura 3.</i> Partes de la cascara de los cítricos	13
<i>Figura 4.</i> Cítricos más cultivados de Perú.	14
<i>Figura 5.</i> Calendario de producción de la mandarina.	14
<i>Figura 6.</i> Destilador por arrastre de vapor	15
<i>Figura 7.</i> Fases del arrastre con vapor de agua	15
<i>Figura 8.</i> Cromatografía de Gases unido a un Espectrómetro de Masas.	17
<i>Figura 9.</i> Espectro Infrarrojo (FTIR) comparativo de disolución y poliestireno ...	17
<i>Figura 10.</i> Etapas del procedimiento experimental.....	25
<i>Figura 11.</i> Equipo arrastre de vapor para la extracción de aceite esencial	27
<i>Figura 12.</i> Diagrama de flujo para la extracción del aceite esencial.....	28
<i>Figura 13.</i> Diagrama de flujo para la Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.....	29

Índice de gráficos

<i>Grafico 1.</i> Tiempo de disolución del EPS en función al RPM - Citrus reticulata..	35
<i>Grafico 2.</i> Tiempo de disolución del EPS en función al RPM para Citrus unshiu	36
<i>Grafico 3.</i> Tiempo de disolución del EPS en función a temperatura - Citrus reticulata	37
<i>Grafico 4.</i> Tiempo de disolución del EPS en función a la temperatura para Citrus unshiu	37
<i>Grafico 5.</i> Comparación del Tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu	38
<i>Grafico 6.</i> Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con el aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.....	42

Resumen

En esta investigación se evaluó la eficiencia del aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para recuperar el poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio y para el proceso de extracción de los aceites esenciales se hizo destilación por arrastre de vapor y que la extracción del aceite esencial de Citrus reticulata (mandarina Clementina) con 80,40kg de flavedo dio un 276 ml y para el Citrus unshiu (mandarina Satsuma) 86.5kg dio un 78 ml en un tiempo de 2 horas, se hicieron corridas experimentales, en cuanto a las proporciones del estudio para Citrus reticulata las proporciones fueron 1/5, 2/7, 1/2, 5/9, 4/7, 3/5 gramos por mililitro y las proporciones para Citrus unshiu fueron 1/5, 1/3, 4/9, 1/2, 4/7, 3/5 gramos por mililitros, dando como resultado una proporción óptima de 4/7 para ambos aceites esenciales con una velocidad de agitación de 250, 300, 500 y 1000 rpm, siendo la velocidad de agitación óptimo de 300 rpm, a temperaturas de 25 °C, 50 °C y 80 °C, siendo la temperatura óptima de 50 °C. Es posible recuperar el poliestireno expandido con aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus, una alternativa con miras hacia la sustentabilidad ambiental.

Palabras clave: recuperación del poliestireno, aceite esencial, Citrus unshiu, Citrus reticulata.

Abstract

In this research the efficiency of the essential oil extracted from different species of the genus Citrus to recover the expanded polystyrene (EPS) was evaluated at laboratory level and for the extraction process of the essential oils was made steam distillation and that the extraction of the essential oil of Citrus reticulata (Clementine mandarin) with 80.40kg of flavedo gave a 276 ml and for Citrus unshiu (Satsuma mandarin) 86.5kg gave a 78 ml in a time of 2 hours, experimental runs were made, as for the proportions of the study for Citrus reticulata the proportions were 1/5, 2/7, 1/2, 5/9, 4/7, 3/5 grams per milliliter and the proportions for Citrus unshiu were 1/5, 1/3, 4/9, 1/2, 4/7, 3/5 grams per milliliter, resulting in an optimum ratio of 4/7 for both essential oils with a stirring speed of 250, 300, 500 and 1000 rpm, the optimum stirring speed being 300 rpm, at temperatures of 25 °C, 50 °C and 80 °C, the optimum temperature being 50 °C. It is possible to recover expanded polystyrene with essential oil extracted from different species of the Citrus genus, an alternative with a view to environmental sustainability.

Keywords: polystyrene recovery, essential oil, Citrus unshiu, Citrus reticulata.

I. INTRODUCCIÓN

Según la asociación nacional del poliestireno expandido (ANAPE, 2022), el poliestireno expandido (EPS) o tecnopor es conocido como un plástico derivado del petróleo, por lo tanto los EPS es muy económico de producir y se utiliza en todo el mundo como aligeramiento de estructuras, aislante acústico y térmico, embalaje de electrodomésticos y recipientes de alimentos.

De tal manera que hay dos problemas principales causados por el enorme volumen del residuo de poliestireno expandido siendo el primero la cantidad de espacio que ocupa sus desechos en vertederos o rellenos sanitarios y el segundo es el costo de transporte del mismo. (Almusawi, A, et al., 2017, p.170001-1)

Por lo tanto el uso desmedido y la incorrecta disposición final de éstos residuos EPS ha generado un problema global y se estima que el 90% de la basura marina en en los océanos es plástico, y para el 2050 la cantidad de plástico superará la de los peces. (Noticias ONU, 2017).

Por otro lado, debido a su impacto ambiental, el poliestireno expandido ha sido prohibido en más de 90 ciudades del mundo por su complicado, costoso y poco rentable reciclaje, ocupando espacios en los vertederos. (Clima de Cambios-PUCP, 2018).

Por otra parte en Perú, el Congreso de la Republica ha dado la ley N° 30884 *“ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables”*, con el fin de disfrutar de un ambiente adecuado y sostenible reduciendo su impacto ambiental y así disminuir la contaminación en las fuentes de ríos, lagos y recursos marinos. (Diario Oficial El Peruano, 2018).

Además, a partir del 20 de diciembre de 2018 entró en vigencia la Ley N° 30884, que regula el uso del poliestireno expandido en la producción, importación y comercialización para alimentos y bebidas, deberán ser sustituidas por polímeros de origen vegetal. (El Comercio, 2021).

Como resultado en Perú, cuya tasa de empleo informal es de 30% y se espera que para el año 2050 continuaría manteniéndose a pesar de su crecimiento económico no es posible reducir la informalidad. (Ceplan, 2016).

De manera similar, el rápido crecimiento de la población y la carencia de educación

ambiental dificultan que el desarrollo sostenible induzca cambios cognitivos para lograr metas económicas, sociales y ambientales más altas. (Larrea, K.M, et al., 2014, p.62).

Sumado a todo esta problemática ambiental por EPS, la aparición del Covid-19 en el año 2020 hasta la actualidad ha adaptado una nueva realidad y uno de ellos es el aumento de la entrega a domicilio comúnmente conocida como delivery conllevando a un uso excesivo del poliestireno expandido en la distribución de alimentos. (Diario El Peruano, 2021).

Por lo tanto, siendo los EPS una problemática ambiental actual y continuo con métodos de reciclaje costosos y menos ecológicos, por ello se sugiere un proceso de reciclaje alternativo, más ecológico y económico para la recuperación de los EPS a base de aceites esenciales. (Nadia D. Gil-Jasso, et al., 2019, pp.611- 616).

En tal sentido que se plantea el siguiente problema general: ¿Será posible evaluar la recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus a nivel de laboratorio, 2022? ; Asimismo, como problemas específicos siguientes tenemos: ¿Cuál será la relación óptima en peso/volumen de EPS/aceite esencial empleado en el proceso de recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de la especie del género Citrus a nivel de laboratorio,2022 ?; ¿Cuál será la agitación óptima de mezcla de aceite esencial de la Especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio,2022?; ¿Cuál será la temperatura óptima del aceite esencial de la especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio,2022?

La presente investigación se justifica de manera teórica, metodológica, social y práctica; porque pretende ofrecer mayor información sobre la recuperación de poliestireno expandido (EPS) por medio de aceite esencial extraído de diferentes especies del género citrus el principal componente como disolvente orgánico, de esta manera podrá ofrecer y aportar datos contundentes sobre estos temas, brindando información para el desarrollo de procesos de reciclaje de los EPS.

También se justifica metodológicamente porque hace uso de la observación y pruebas experimentales que pretenden recuperar el poliestireno expandido por medio de aceites esenciales elaborado por destilación arrastre de vapor, a lo cual

coadyuvará a solucionar la contaminación por plástico que provoca estos residuos de poliestireno expandido ,que con el contexto del Covid-19 ha ido en aumento.

Además en su justificación social permitirá ayudar a la población Ayacuchana a eliminar la contaminación causada por estos desechos de EPS, debido a que no se realizan tratamientos adecuados, ocupando gran cantidad de volumen en espacios al aire libre y en el relleno sanitario reduciendo así su vida útil.

Finalmente se justifica de manera práctica porque se evaluará la eficiencia del aceite esencial extraído de diferentes especies del género citrus para la recuperación del poliestireno expandido, además resulta económicamente viable, haciendo posible el tratamiento de los residuos por EPS y puede ser implementado en cualquier parte del mundo, contribuyendo a solucionar un problema ambiental.

De esta manera, nació la necesidad de indagar un solvente orgánico presente en los aceites esenciales del género Citrus como alternativa ecológica y económica, por ello el estudio de investigación permitirá contribuir con la recuperación de poliestireno expandido mediante la utilización de aceites esenciales extraídos de diferentes especies del género Citrus.

El presente estudio tiene como objetivo general: Evaluar la eficiencia del aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para recuperar el poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022.; y nuestros objetivos específicos: Determinar la relación óptima peso/volumen de EPS/aceite esencial en el proceso de recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de la especie del género Citrus a nivel de laboratorio,2022.; Determinar la agitación óptima en rpm de la mezcla EPS/Aceite de la Especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio,2022.; Determinar la temperatura óptima de aceite esencial de la especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio,2022.

Como hipótesis general se tendrá: Es posible recuperar el poliestireno expandido (EPS) con Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus a condiciones óptimas. Y nuestros objetivos específicos: La relación óptima de peso/volumen de EPS/aceita esencial para recuperar el poliestireno es de 1:1; la agitación óptima para recuperar el EPS es de 300 rpm; la temperatura óptima para la recuperación de EPS es mayor de 30°C y menor de 80°C.

II. MARCO TEÓRICO

LOZADA, Susan (2017); en su investigación determinó la cantidad de aceite esencial de naranja empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) utilizando un agitador magnético para cada muestra con una temperatura de 75°C y 250 RPM, contabilizando el tiempo de recuperación con un cronómetro, teniendo como resultado de los análisis experimentales una proporción idónea de 1:1 en masa de poliestireno expandido y aceite esencial de naranja logrando la recuperación del poliestireno expandido en un 97.58 % sin generar residuos de ambos casos tanto de poliestireno y aceite esencial.

CORNEJO, Julio (2020); en su estudio de investigación elaboró un barniz ecológico a partir de residuo de cáscara de naranja y residuo de poliestireno expandido, realizando cuatro pruebas para obtener aceite esencial de naranja, siendo el método de arrastre de vapor con el uso de hexano en un extractor Soxhlet y para la elaboración del barniz ecológico se determinó la proporción de residuo de cáscara de naranja con residuo de poliestireno expandido por medio de pruebas de jarras empleándose cinco muestras en diferentes proporciones (30/0.9, 30/1.5, 30/3, 30/4.5 y 30/6 en ml/g) con una temperatura de 21°C y 150 RPM; también determinó la composición del barniz ecológico mediante un análisis de espectrometría infrarroja con transformada de fourier (FTIR), siendo el resultado un 95.27% grado de similitud entre el barniz ecológico y el poliestireno expandido indicando que el aceite esencial de residuos de cáscara de naranja actúa como solvente sin afectar su composición inicial. El barniz ecoamigable obtenido cumple con las características físicas como tiempo de dilución de 24:04 minutos y con un tiempo de secado de 24:46 minutos, densidad de 0.758 g/cm³, en condición de temperatura a 21°C y 150 RPM, éstas características se asemejan al barniz convencional de resina alquídica.

JACAY, Jhon (2020); en su investigación llevó a cabo el reaprovechamiento de los residuos de poliestireno expandido a partir de una disolución con limoneno extraído de cáscara de Citrus paradisi (toronja), y para obtener el limoneno utilizó el método de extracción del aceite esencial mediante hidrodestilación asistida por radiación de

microondas, para el reaprovechamiento óptimo del residuo de poliestireno realizó 8 pruebas de ensayo con una temperatura inicial de 21.9°C y pH de 5.41 a diferentes proporciones de poliestireno diluidas en 10ml de limoneno, obteniendo como resultado que cada mililitro de limoneno logró diluir 4g de poliestireno, al incrementar la temperatura de 75°C y pH de 5.37 se logró diluir 5g de poliestireno en 10ml de limoneno, estos resultados indican que se puede realizar el reaprovechamiento del poliestireno utilizando el limoneno extraído de cáscara de Citrus paradisi con un parámetro óptimo de 5g de residuo de poliestireno en 10ml de limoneno a una temperatura de 75°C y Ph de 5.37.

PACAYA, Jhonatan (2021); estudió el aprovechamiento de los residuos de cáscara de naranja (Citrus sinensis) y residuos de poliestireno para obtener un barniz ecológico a ser usada en madera en la ciudad de Iquitos, donde planteó un diseño experimental tipo descriptivo y observó las características fisicoquímicas del aceite esencial de la cáscara de naranja y la disolución del residuo de poliestireno. Para la extracción del aceite esencial se recolectaron cáscaras de naranja de diferentes mercados de la ciudad de Iquitos y mediante destilación por arrastre de vapor tipo Clevenger logrando obtener en una primera extracción de 110ml de aceite esencial de 6kg de cáscara de naranja en un tiempo de 1.6hrs, en una segunda extracción de 152ml de 8kg cáscara de naranja en un tiempo de 2.2 horas y una tercera extracción de 43ml de 6kg cáscara de naranja en un tiempo de 1.9 horas. Para diluir el poliestireno formuló 9 ensayos de laboratorio en una relación de gramos/mililitros (0.5/10, 1/10, 1.2/10, 2/10, 2.5/10, 3/10, 3.5/10, 4/10, 5/10) de poliestireno y aceite esencial. Como resultado la relación de 5g/10ml fue la más óptima para el barniz ecológico ya que su característica presenta una dilución adecuada para el barniz y buena adherencia con alto brillo en la madera éste brillo se observó después de 48 horas, impregnándose un rico olor a naranja.

MEZA, Pedro, et al., (2016); en su estudio planteó el uso de limoneno como solvente orgánico para el reciclado del poliestireno expandido y producir un recubrimiento anticorrosivo, donde desarrolló métodos de 16 formulaciones para cantidades diferentes de EPS reciclado (resina), limoneno (solvente), dióxido de titanio y óxido de zinc (pigmentos) y el ingrediente complementario del recubrimiento con una

proporción continua de octanoato de cobalto (aditivo). Cada formulación evaluó la protección contra la corrosión del revestimiento de la placa de acero al carbón en una prueba de niebla salina, de tal manera fueron analizados con ANOVA y el software STATGRAPHICS determinando factores estadísticos sobre el potencial del recubrimiento, dando como resultado un 10% de desgaste superficial del recubrimiento de poliestireno y limoneno y 50% de desgaste superficial del recubrimiento comercial, indicando que para controlar la corrosión a partir del poliestireno expandido y limoneno es la mejor opción debido que el limoneno y óxido de zinc (ZnO) con el dióxido de titanio (TiO₂) agregados al recubrimiento influyen en el rendimiento del recubrimiento contra la corrosión como inhibidor mixto a su vez ayuda a preservar el medio ambiente.

AVELLANEDA, Diana (2017); en su investigación elaboró un recubrimiento con el reciclaje de poliestireno expandido diluido en d-limoneno para después usar octoato de cobalto como secante en la mezcla y dióxido de titanio (TiO₂) en pasta como pigmento donde analizó y comparó con un recubrimiento comercial. Llevándose a cabo en tres fases; la primera fase se hizo la resina para el recubrimiento ajustando poliestireno-dlimoneno siendo idóneo la relación de la resina 4:2 (18g de poliestireno expandido reciclado por cada 50ml de dlimoneno); la segunda fase se realizó una adición de catalizador (octoato de cobalto) y el pigmento (TiO₂) en proporciones diferentes y determinó la viscosidad, secado, adherencia, brillo, opacidad y resistencia al intemperie; como tercera fase se realizó la comparación costo y capacidad del recubrimiento obtenido con un esmalte comercial obteniendo, llegando a una conclusión que el recubrimiento elaborado de poliestireno expandido diluido con d-limoneno siendo un solvente natural y biodegradable mostró mejores resultados que un esmalte comercial y a un bajo costo.

ALMUSAWI, Aquil, et al., (2017); en su estudio de investigación desarrolló un método para reaprovechar el poliestireno expandido y así reducir su volumen con un disolvente comercial (acetona) para producir un compuesto termoplástico dónde añadió partículas de cáñamo, este permitió reforzar y mejorar las propiedades mecánicas del poliestireno reciclado, por lo tanto ejecutó dos procesos y el primer proceso fue disolver el poliestireno con acetona reduciendo su volumen en un 98,4%

formando una pasta de poliestireno con una densidad de $0,96 \text{ g/cm}^3$, en el Segundo proceso utilizó la pasta resultante (poliestireno disuelto) en un 40% en peso del primer proceso como aglutinante y añadió 60% en peso de partículas de cáñamo con una densidad $0,171 \text{ g/cm}^3$ en lo cual se obtuvo un compuesto biomasado-termoplástico ligero de base biológica. Como resultado, el reciclaje de poliestireno y sus procesos de disolución y mezcla producen un compuesto ligero con propiedades mecánicas específicas y se puede utilizar como material de construcción como hempcrete.

CÁRDENAS, Tanya, (2018); en su investigación evaluó un recubrimiento anticorrosivo basado en espuma de poliestireno expandido reciclado dónde desarrolló y propuso un diseño experimental involucrando dos formulaciones diferentes de espuma de poliestireno expandido reciclado, d-limoneno, óxido de titanio, óxido de zinc y octoato de cobalto como secante. Al final las formulaciones se evaluaron las propiedades físicas, químicas y reológicas, obteniendo como resultados dentro del rango aceptable de la norma técnica ecuatoriana 1045 para recubrimiento anticorrosivo y esmalte alquídico brillante, con un tiempo de secado de 63.84 minutos, 715.8 cP de viscosidad, porcentaje de adherencia 96% y porcentaje de sólidos 39.5%, también aplicaron la técnica de reducción de peso por contacto con agua salada en la playa las Palmas, a su vez midieron la resistencia de corrosión del recubrimiento comercial y el recubrimiento obtenido del residuo del poliestireno en placas de acero al carbón, las tasas de corrosión en milésimas de pulgadas por año (mpy) fue 0.859 tol negro, 0.259 acero de carbón y 0.064 acero inoxidable 304L. Por lo tanto al examinar las muestras basado en la normativa ADM D-610, usando imágenes estandarizadas en función al grado de óxidos superficial y determinó que los recubrimientos comerciales en comparación con los recubrimientos obtenidos tiene un porcentaje menor de óxidos superficiales.

NADIA D. Gil-Jasso, et al., (2019); en su estudio para recuperar el poliestireno expandido basado en aceites esenciales comerciales logró una completa disolución del poliestireno con una proporción de 1:1 % en peso con un tiempo de disolución más rápido que con el limoneno. El poliestireno expandido se recuperó con metanol y finalmente se secó, siendo los aceites esenciales recuperados y usados

nuevamente, las materias primas como los aceites esenciales y el poliestireno expandido recuperado se caracterizaron mediante espectroscopia infrarroja, difracción de rayos X en polvo y análisis termo gravimétrico.

ARTHUZ, Jenny, (2019); en su investigación planteó una solubilización del plástico con aceite esencial de la cáscara de naranja dónde tuvo parte tres etapas de investigación, siendo la primera etapa la identificación de las operaciones unitarias para solubilizar y recuperar los EPS, proyectó una planta piloto para dicha recuperación de EPS. En la segunda etapa evaluó el desempeño ambiental del tratamiento propuesto a través de la estimación del Ecoindicador 99 y el IPCC2-2013, por medio de la modelación del ciclo de vida de los plásticos tratados y no tratados utilizando el software Open LCA basados en las estimaciones del índice de ecoindicador 99 e IPCC2-2013 dando como resultado positivo en cuanto a disminuir gases de efecto invernadero y contaminación al medio ambiente, finalmente en la tercera etapa consideró el interés de los stakeholders (protagonistas) que intervienen en la cadena productiva de los plásticos y determinar el impacto social de los métodos alternativos de tratamiento.

Concluyendo que la utilización del solvente verde d-limoneno extraído de la cáscara de naranja para el tratamiento de los EPS es viable económicamente, con alta eficiencia de recuperación convirtiéndose en una buena proyección para implementar una planta piloto de reciclaje de los EPS a bajo costo de inversión que ayudará a preservar la vida útil de los rellenos sanitarios, disminuir la contaminación y genera empleo.

MENDOZA, I. y PULIDO, J. (2021); estudiaron y analizaron la viabilidad, condiciones óptimas de concentración y temperatura para los dos compuestos solubles naturales para la recuperación del poliestireno expandido siendo estos solventes el limoneno y aceite de eucalipto. Manteniendo un rango de temperatura (21°C-50°C) y concentraciones (1:10, 3:10, 1:2, 3:4, 1:1, 1.25:1 y 1.5:1) de poliestireno/solvente, dando como resultado que la masa inicial del EPS se redujo en un 96% y que la viscosidad funcionaba exponencialmente a partir de una concentración del 42% y que al aumentar la tempera el tiempo de disolución y la viscosidad eran menor, esta disolución es más miscible con el limoneno a medida que aumenta la temperatura

requiriendo menor tiempo de activación y energía debido a que tiene una similitud en su estructura química que el poliestireno, además se añadió etanol igual proporción al solvente agitando durante 5 minutos para lograr separar el poliestireno y formar un nuevo producto. En conclusión estos parámetros influyeron en ambos compuestos para diluir el EPS en proporción 1:1 como mezcla homogénea, se obtuvo una placa de poliestireno expandido recuperado y conserva sus propiedades mecánicas inicial debido a que no se presenta degradación en su cadena polimérica.

CUI, Hao, et al., (2021); en su investigación considera que los productos de poliestireno dañados se pueden reparar usando un adhesivo de origen natural para reducir e eliminar materiales ligeramente tóxicos, y estos adhesivos provienen de los aceites esenciales y tenemos al aceite esencial de la cáscara de *Citrus reticulata Shatangju* obtenido mediante destilación al vapor, con condiciones óptimas de la extracción en proporción líquido a sólido de 8,94:1, tiempo de remojo de 199.45 min y tiempo de extracción de 138.71 min, resultando un rendimiento de extracción de 47.37 $\mu\text{L g}^{-1}$. un total de 26 componentes fueron detectados por cromatografía de gases y espectrometría de masas, los aceites esenciales (Eos) estaban compuestos principalmente de terpenoides y aldehídos grupos, incluidos d-limoneno (56,66 %), mirceno (6,62 %), y terpineno (5,69 %), linalool (3,13 %), m-cimeno (3,04 %) y β -citronelol (2,76%). El aceite esencial de la cáscara de *Citrus reticulata Shatangju* mostró una adherencia específica efecto sin afectar el espesor y la transmitancia de poliestireno, pero con una tenacidad más fuerte que la materia prima. El aceite esencial de la cáscara de *Citrus reticulata Shatangju* puede utilizarse como adhesivo específico para poliestireno siendo respetuoso con el medio ambiente.

NADIA D. Gil-Jasso, et al., (2022, vol.307); en su estudio utilizó uno de los métodos de reciclaje de poliestireno y para disolverlo usó aceites esenciales a base de Flores comprados en una farmacia siendo estas Azahar , Gardenia mexicana , Jazmín, Lirio , Lavanda , Nardo, Violeta e Ylang-Ylang . En un proceso de dos etapas siendo la primera etapa la solubilización del poliestireno expandido por aceites esenciales de flores y la segunda etapa es la recuperación de ambos; tomando las caracterizaciones del poliestireno (antes y después de la recuperación), los aceites

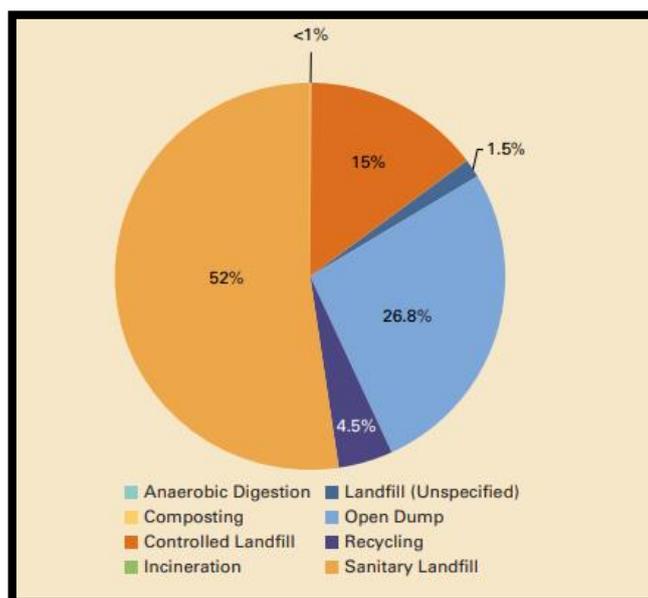
esenciales y las disoluciones se realizaron mediante espectroscopia infrarroja, difracción de rayos X en polvo, análisis termogravimétrico, calorimetría diferencial de barrido y espectroscopia electrónica de barrido y los resultados demuestran que estos aceites esenciales a base de flores funcionan bien como alternativas más seguras para tratar los residuos de poliestireno expandido, comprobándose que el poliestireno expandido recuperado no sufre ningún cambio químico.

JIMÉNES, Evelyn, et al., (2022); en su estudio extrajo aceite esencial del flavedo de naranja variedad Valenciana por el método de hidrodestilación para reducir el volumen del poliestireno expandido, con velocidad de agitación de 300 rpm y una proporción de 1:1 de EPS en un tiempo de 56 segundos; Siendo estos parámetros las más óptimas para reducir el poliestireno expandido, de la misma manera el producto final puede ser utilizado en diversas aplicaciones como barnices, pinturas y recubrimientos ecológicos.

VARGAS, Ofelia, (2022); en su investigación propuso una alternativa sustentable y viable para disminuir el excesivo desecho de poliestireno, utilizó desperdicios de cítricos de temporada para extraer los aceites esenciales con el proceso de destilación por arrastre de vapor que a su vez estos aceites contienen un porcentaje mayor de limoneno, para caracterizar el compuesto de poliestireno reciclado obtenido utilizó FTIR y UV-visible comprobando su solubilidad favorable del aceite con el poliestireno (soluto/solvente), obtuvo un recubrimientos anticorrosivo.

Según el Banco Mundial (2018, p. 77); más de dos tercios de residuos sólidos de América Latina y el Caribe se desechan en rellenos sanitarios o vertederos con alguna gestión ambiental con enfoque a eliminación sostenible con un 27%, dónde predomina el compostaje con un 52% y el reciclaje 1.5 % variando de acuerdo a las implementaciones del plan de gestión de cada lugar o país; por ejemplo los países como Uruguay, Colombia reciclan un 15% de sus residuos y México y Argentina composta un 10% sus residuos, convirtiéndose como mecanismo de valoración energética la recolección de gases en los vertederos en América Latina y el Caribe.

Figura 1. Una instantánea global de la gestión de residuos sólidos al 2050.



Fuente: Banco Mundial, 2018, p. 77

A lo indicado anteriormente cabe mencionar que para considerar el destino adecuado de los residuos es importante su eliminación, valoración energética, transformación o reutilización del mismo para reducir sus efectos nocivos en el medio ambiente. (Godecke y Figheiredo, 2012, p.1709).

De tal manera que el poliestireno es un polímero termoplástico la cual está compuesto del monómero de estireno; también derivado del benceno y el etileno, además de ello ambos productos son derivados del petróleo; el poliestireno puede ser sólido o espumado y tienen las propiedades de aislante térmico. (Barrera, Gina, 2016, p.26).

No obstante los EPS son plásticos que se utilizan una sola vez, poco reciclable, eventualmente se acumulará en vertederos o espacios públicos, generando problemas para el medio ambiente y población en general (Mendoza y Pulido, 2021, p.1). Es por ello que una de las opciones para reciclar el poliestireno expandido (EPS) es por medio de disolución de solventes adecuados que además es un proceso barato y eficaz en la gestión de los residuos. (Garcia, M, et al., 2009, p1814).

De la misma manera al emplear solventes se denominan reciclaje terciario o químico, en particular el d-limoneno y el p-cimeno (solventes verdes), los EPS aumentan su densidad y reduce el volumen del mismo para obtener resinas y ser

aplicadas como adhesivos, recubrimiento y pinturas, además de que no emanan emisiones y vapores al medio ambiente. (Arthuz y Perez, 2019, p. 215).

Según Sánchez, Manuel (2006, p.7), define a los aceites esenciales como fracciones líquidas y volátiles que se extraen por medio de tratamiento fisicoquímico (presión y destilación) de las plantas contenidas sustancias complejas químicas ya sea en su hojas, flores, corteza (pericarpio), cáscara del fruto (flavedo), semillas con características concentradas en sabores y aromas.

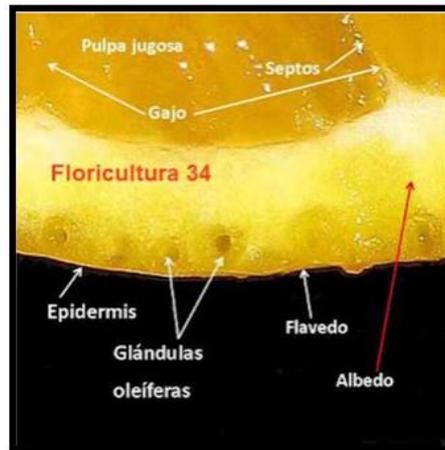
Tabla 1. Partes de la planta que se extrae el aceite esencial.

ACEITE ESENCIAL	PARTE EXTRAIDA DE LA PLANTA
Ciprés, jara	Ramas
Lavanda, lavandín	Sumidales floridas
Menta, hiervalimón, eneldo	Planta entera
Neroli, rosa ylang ylang	Flor
Geranio	Hojas
Limón, naranja, mandarina	Flavedo (capa externa del fruto)
Moztasa	semilla
manzanilla	Flor seca
Cedro	Madera
canela	Corteza
Romero, tomillo	Planta entera con flor
Clavo	Botones florales

Fuente: Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes, Sanchez, Manuel (2006, p.8).

Estos solventes se encuentran de manera natural en los aceites esenciales que se extraen de las plantas por lo cual el d-limoneno es un monoterpeno que se encuentran en todos los frutos cítricos, en especialmente en el epicarpio o flavedo, su concentración varía de acuerdo el fruto, madurez y estación. (Polo, M, et al., 2013, p.347).

Figura 2. Glándula oleífera de los cítricos



Fuente: Floricultura 34, 2013.

Figura 3. Partes de las cascara de los cítricos



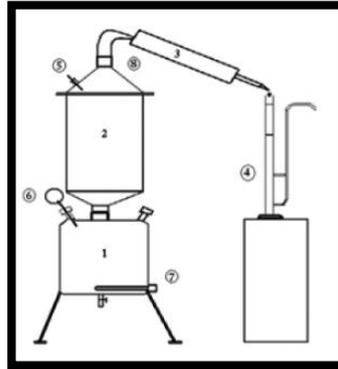
Fuente: Floricultura 34, 2013.

Según Sawamura, Masayoshi, (2010, p.1) a nivel mundial se producen y comercializan estas frutas principales como la manzana en un 11%, uva 6%, plátano 18% y cítricos 65% (naranja, mandarina, pomelo, limón y lima), siendo china el primer productor mundial de cítricos y segundo Brasil, debido a su mayor producción en el mundo los cítricos forma parte de las industrias de aceites esenciales para fines distintos.

Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo el Perú se posicionó como el primer país en exportar cítricos como mandarina, tangelo y Reticulata, siendo los principales destinos EE.UU, Canadá, Rusia, China y Holanda ,creciendo así su producción de cítricos (MINCETUR,2018).

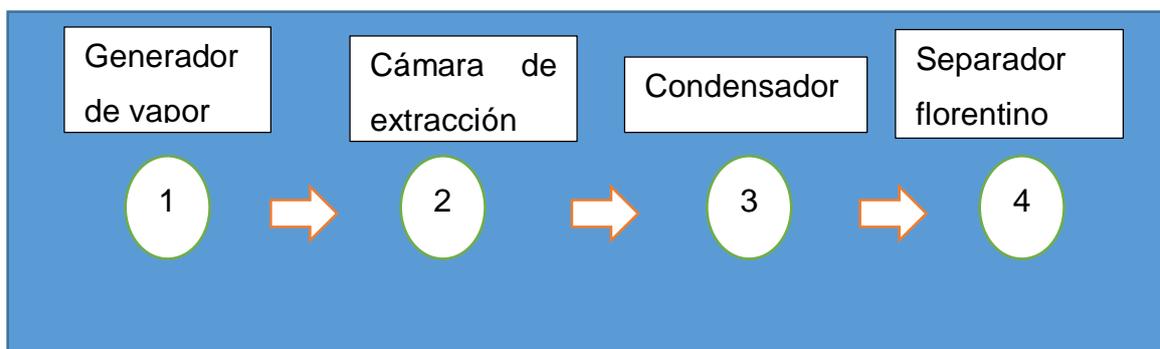
es empleado en la industria como también a nivel de laboratorio donde se purifica mediante puntos de ebullición superiores al agua, se vaporiza, se condensan por enfriamiento junto con el agua produciendo aceite de buena calidad. (Armijo, J, et al., 2012, p.23).

Figura 6. Destilador por arrastre de vapor



Fuente: Armijo, J, et al., 2012, p.23.

Figura 7. Fases del arrastre con vapor de agua



Fuente: adaptado de Armijo, J, et al., 2012, p.23.

Según Gomez .M. Luisa, (2010, p.37 y 40) en la mandarina variedad clementina abundan cinco compuestos volátiles de alcoholes y aldehídos y que el ratio indica la abundancia de los mismos, como también los compuestos monoterpenos carbonados (ver tabla: 2 y 3).

Tabla 2. *Compuestos presentes en la mandarina clementina*

Nombre del compuesto	Tr (min)	Tipo de compuesto ^a	Olor según Flavornet ^b	Ratio Clemenpons/ Clemenules ^c
1-octanol	25.90	alcohol	musgo, nuez, setas	0.91± 0.32
1-decanol	32.39	alcohol	grasa	0.83 ± 0.38
dodecanal	36.43	aldehído	grasa ^d	0.72 ± 0.22
tetradecanal ^e	41.67	aldehído	grasa, floral, madera ^f	0.61 ± 0.19
pentadecanal ^e	46.58	aldehído	fresco (floral)	0.65 ± 0.31

Fuente: Análisis no dirigido del aceite esencial de las variedades de mandarino Clemenules y Clemenpons, Gomez, M. Luisa (2015, p.40).

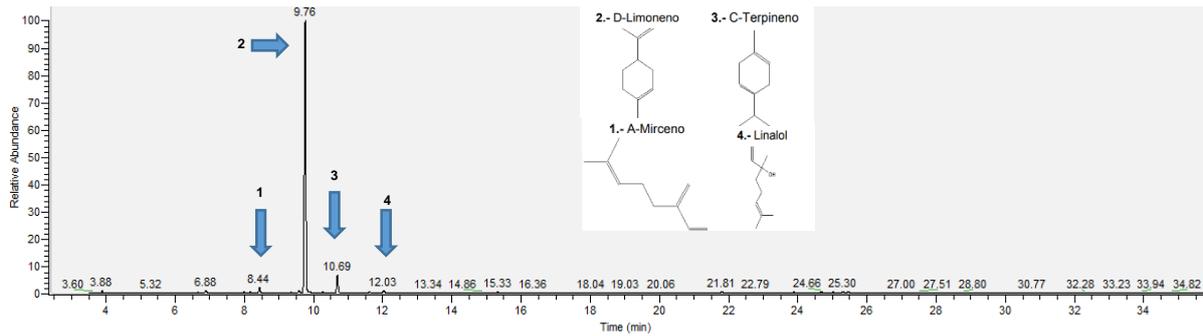
Tabla 3. *Compuestos que abundan en la mandarina clementina*

Nombre del compuesto	Tr (min)	Tipo de compuesto ^a	Olor según Flavornet ^b	Ratio Clemenpons/ Clemenules ^c
3-careno	24.31	mt hdc	limón	1.44 ± 0.36
α-terpineno	24.55	mt hdc	limón	1.26 ± 0.29
γ-terpineno	25.93	mt hdc	turpentina (pino)	1.43 ± 0.39

Fuente: Análisis no dirigido del aceite esencial de las variedades de mandarino Clemenules y Clemenpons, Gomez, M. Luisa (2015, p.37).

Los componentes principales presentes de los aceites esenciales de la mandarina se determinan por cromatografía de gases dando como resultado en los picos más altos el D-limoneno. (Valdéz, Valeria, 2017, p.57 y 58). Ver figura8.

Figura 8. Cromatografía de Gases unido a un Espectrómetro de Masas.

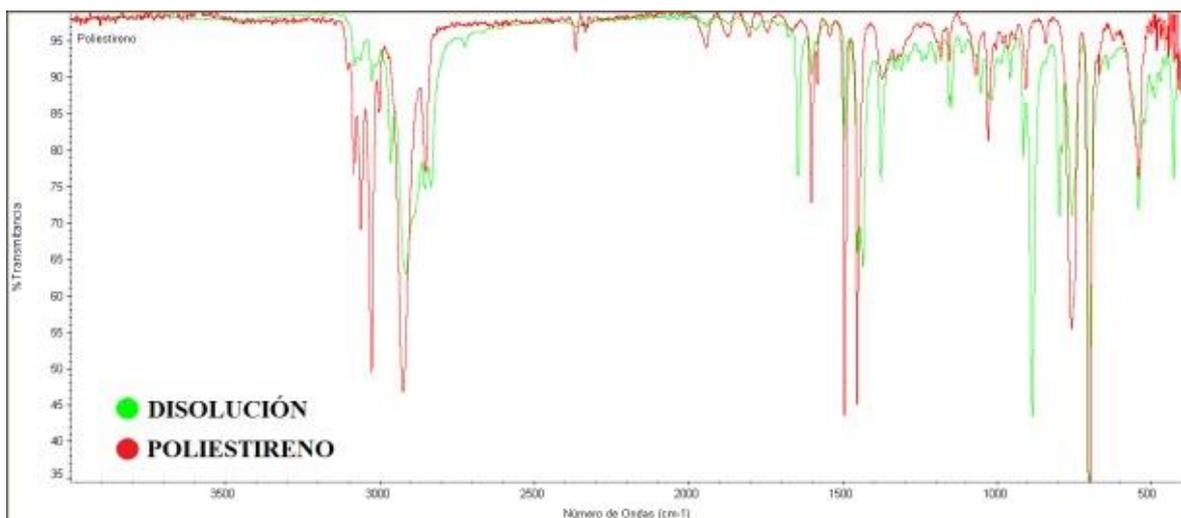


Fuente: Optimización del Rendimiento y Determinación del Contenido de Limoneno del Aceite Esencial de Flavedo de Mandarina., Jiménez, Valeria (2017, p.57 y 58).

Para el tratamiento de los EPS es necesario un solvente que tenga una estructura química similar, para romper la influencia polimérica y crear nuevas interacciones favorables, siendo el limoneno un solvente presente en los aceites esenciales de los cítricos es adecuado para reducir los EPS. (Mendoza y Pulido, 2021, p. 3).

Estas muestras de la mezcla EPS y aceite esencial al ser analizadas mediante espectroscopía infrarroja (FTIR) arrojaron una transmitancia con características similares en sus bandas, relacionando grupos funcionales como monómero y el polímero, como se muestra en la figura 9 (López, D, et al., 2014, p. 4).

Figura 9. Espectro Infrarrojo (FTIR) comparativo de disolución y poliestireno



Fuente: Revista Investigaciones Aplicadas, Gomez, M. Luisa (2015, p.40).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicada porque emplea conocimientos adquiridos para generar nuevos conocimientos. (Cordero, 2009, p.159), incluye mediciones objetivas y controladas, con la recopilación y análisis de datos cuantitativos sobre las variables. (Pita y Pertegas, 2002, p.2).

De la misma forma la investigación cuantitativa utiliza información cuantificable (medible) siendo uno de ellos los diseños experimentales. (Cauas, 2015, p.2).

De tal manera este estudio tiene un diseño experimental debido a que se controló las proporciones del poliestireno expandido (EPS) y el aceite esencial del *Citrus unshiu* y del *Citrus reticulata* que formó un producto final mediante la disolución del poliestireno.

Según Bernal, C (2010, p.118) la investigación experimental es un mecanismo para probar, manipular o controlar una variable intencionalmente con el fin de obtener un resultado final.

Por lo tanto el diseño experimental es un estudio en el que se controlan las variables independientes para analizar los posibles resultados de la variable dependiente y contrastar la hipótesis. (Argibay, 2009, p.20).

3.2. Variables y operacionalización

Según Schwab, D (2013, p. 12), las variables tienen características de objetos o eventos de dos o más valores. Además, es el foco de la investigación, y en la mayoría de los estudios se ocupan de la relación entre las variables.

Estas variables son las independientes y las dependientes y tienen criterio predictoras como causa y efecto. (Morales, 2012, p.5).

Siendo estas dos variables de mi estudio el siguiente: (ver anexo N° 1)

- Variable independiente: Aceite esencial
- Variable dependiente: Recuperación del poliestireno expandido (EPS).

3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

La población de mi estudio estuvo conformada por los residuos de poliestireno expandido (EPS) que genera la ciudad de Ayacucho en kilogramos. Siendo esta población el universo de estudio predefinido y con la misma característica, limitada y accesible que formará parte para la elección de la muestra. (Arias, 2016, p.202).

3.3.2. Muestra

Por lo tanto la muestra de mi estudio estuvo conformada por 4000 gramos de poliestireno expandido (EPS) utilizado en los ensayos de investigación, y ésta muestra forma parte representativa de la población de estudio. (López, 2004, p.69).

3.3.3. Muestreo

El tipo de muestreo que se ha usado en la presente investigación es un muestreo aleatorio simple, porque se utilizaron muestras homogéneas de igual características y al azar. De tal manera este tipo de muestreo componen la población y cada sujeto tiene una misma probabilidad de ser seleccionado en la muestra de estudio. (Otzen y Manterola, 2017, p.228).

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis de éste estudio de investigación fueron las proporciones de 1/5,2/7,1/2,5/9,4/7,4/9,3/5 gramos de poliestireno expandido en 50 mililitros de aceite esencial de Citrus unshiu y 50 mililitros de aceite esencial de Citrus reticulata. Esta unidad consiste en datos experimentales definidos que proporcionan una base para realizar análisis específicos y representa la variable medida de cada unidad de muestra. (Chan y Clarke, 2021, p.2).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

La técnica de la investigación fue de observación experimental ya que se observó el proceso de recuperación del poliestireno expandido solubilizado en aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.

Según Fabbri, M (1998, p.2) la observación experimental es un proceso donde se recogen datos del objeto que se toma a consideración para analizarlo y describirlo con el fin de contrastar la Hipótesis de estudio.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En la recolección de datos se elaboró los siguientes instrumentos de registro de datos: (ver anexo Nro. 2 y 3).

- Ficha 1. Control del proceso de disolución de los residuos de poliestireno en aceite esencial de Citrus unshiu (mandarina Satsuma) y Citrus reticulata (mandarina Clementina).

Esta ficha sirvió para recolectar los datos observados en la parte experimental para la recuperación de poliestireno expandido mediante de aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus (citrus unshiu y citrus reticulata).

- Ficha 2. Control del proceso de extracción de los aceites esenciales de los cítricos: Citrus unshiu (mandarina Satsuma) y Citrus reticulata (mandarina Clementina).

Esta ficha sirvió para recolectar los datos observados en la parte de la extracción de los aceites esenciales de las especies del género Citrus (citrus unshiu y citrus reticulata).

3.4.3. Validez y confiabilidad de los Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos fueron validados por tres especialistas expertos en la material, se cita en la tabla 4.

Tabla 4. *Valoración de instrumentos validados por expertos*

CARGO O INSTITUCIÓN DONDE LABORA	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	N° DE FICHA	PORCENTAJE (%) DE VALORACIÓN
Docente - Ingeniero en Recursos Naturales y de Energías Renovable	Mg. Cesar Francisco Honores Balcázar	121654	Ficha 1	82%
			Ficha 2	
Docente – Ingeniero Forestal	Dr. Milton César Tullume Chavesta.	64716	Ficha 1	80%
			Ficha 2	
Docente – Ingeniero Ambiental	Mg. Samuel Carlos Reyna Mandujano	193636	Ficha 1	85%
			Ficha 2	

Fuente: Elaboración propia

Para constatar la confiabilidad de ambas fichas se realizó la prueba de Alfa de Cronbach como muestra la tabla 5, las cuales se calculó a partir de la valoración de los expertos a cada pregunta, dando como resultado de confiabilidad de 1.00 dando entender que los instrumentos aplicados en la investigación son confiables.

Tabla 5. *Prueba de Alfa de Cronbach de la ficha 1 y ficha 2.*

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
1,000	1,000	10

Fuente: IBM SPSS Statistics 25, elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 5 se puede observar que el coeficiente alfa es 1, siendo este un valor de fiabilidad excelente. Esto revela que los instrumentos utilizados en la presente investigación son fiables.

3.4.4. Validez de los Equipos utilizados en laboratorio

Para validar los equipos utilizados en el laboratorio en el proceso experimental se muestra la siguiente tabla 5, donde detalla los equipos, la marca y su utilidad y en qué etapa se realizaron para la recuperación del poliestireno con aceite esencial de los Cítricos (*citrus reticulata* y *citrus unshiu*).

Tabla 6. Validación de los equipos usados en el laboratorio.

EQUIPOS USADO EN EL LABORATORIO			
EQUIPO	MARCA	DEFINICIÓN	ETAPA
Destilador de arrastre de vapor	Batch de acero inoxidable	Según Suarez (2016, p. 6): “Para el proceso de destilación, el equipo se alimenta por lotes y cada carga es denominado operación batch”.	2 Se utilizó para la extracción de los aceites esenciales de <i>Citrus reticulata</i> y <i>Citrus unshiu</i> introduciendo un lote cada uno.
Agitador magnético	Agimatic ED-C	Según Torres (2020, p.7): “Presenta un generador de campo magnético provocando movimiento de agitación de la muestra soluto-	3 Se usó para agitar la mezcla del poliestireno y Aceite Esencial, por ende disminuir el tiempo de disolución y encontrar la agitación óptima y temperatura óptima de la mezcla.

		solvente, también cuenta con una placa a lo cual se calienta para acelerar el proceso de la mezcla”.		
Balanza Analítica	AND Weighing GR-200	Según Diaz (2019, p. 21): “Pesa o mide masas, da datos exactos y precisos, es fácil de calibrar, se ajusta a cambios ambientales, ocupa poco espacio y tiene una cámara grande de pesaje siendo el máximo 210 g”.	3	Se usó para el pesado de proporciones del poliestireno y el Aceite Esencial.

Fuente: Elaboración propia

Y para la confiabilidad de los resultados arrojados de los equipos se evidenciará mediante una constancia de los laboratorios proporcionados para la parte experimental de la etapa 2 y 3 de la investigación.

3.5. Procedimientos

La investigación se realizó en los siguientes lugares:

- Para la extracción de los aceites esenciales se realizó en el laboratorio de la empresa INDUSTRIA TERPENS S.A.C.

- Para la experimentación de recuperación del poliestireno expandido y aceite esencial se realizó en el laboratorio de Química de la Universidad Autónoma de Huanta (UNAH).

Los materiales que se utilizaron para la investigación fueron:

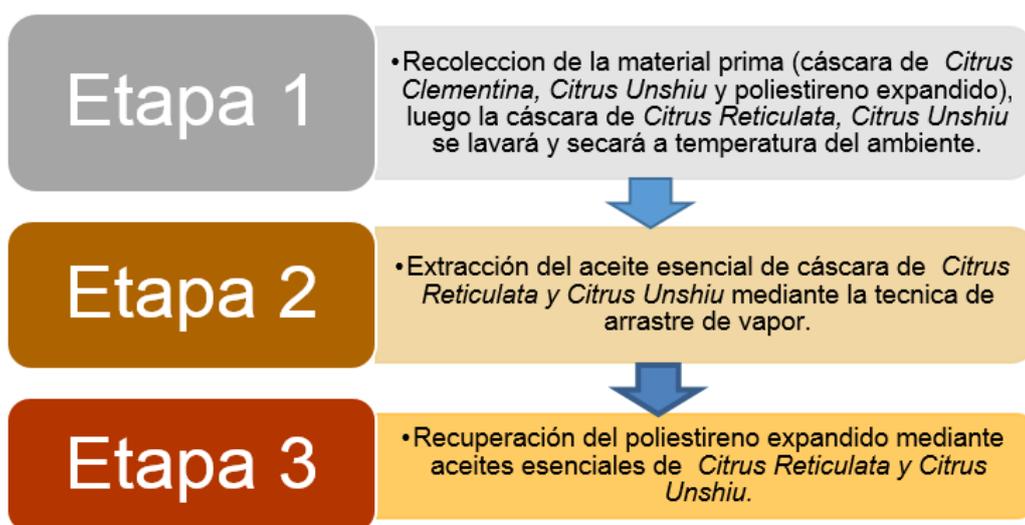
- Matrás
- Envases
- Envases de vidrio
- Varillas de vidrio
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Termómetro
- Probetas
- Cronómetro
- Vasos de precipitado
- Embudo de decantación
- Bureta

Los equipos utilizados en el proceso de recuperación del poliestireno fueron:

- Agitador magnético
- Balanza Analítica

En el procedimiento experimental se siguió las etapas tal como se muestra en la figura 10.

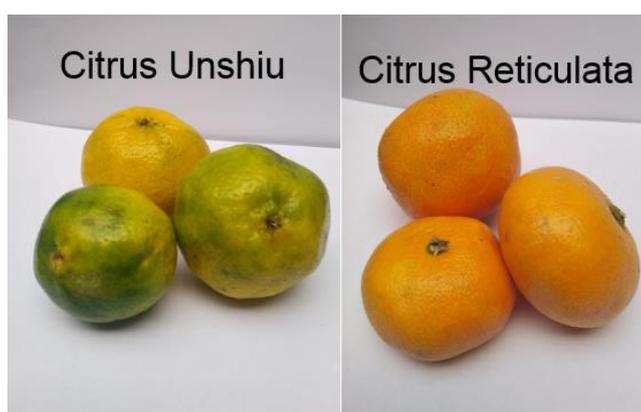
Figura 10. Etapas del procedimiento experimental



Fuente: Elaboración propia

3.5.1. Etapa 1: Recolección de la material prima (cáscara de Citrus Clementina, Citrus Unshiu y poliestireno expandido)

- Recolección de la material prima de Citrus reticulata y Citrus unshiu. La material prima se adquirió del mercado mayorista Nery Garcia Zárate, dónde comercializan las frutas de cítricos provenientes de Chanchamayo.



Fuente: propia

- Recolección de los EPS
El poliestireno expandido se adquirió de diferentes puntos de la ciudad de Ayacucho entre ellos platos y embases para alimentos de delivery, se hizo un posterior lavado con agua y jabón para extraer los restos presentes



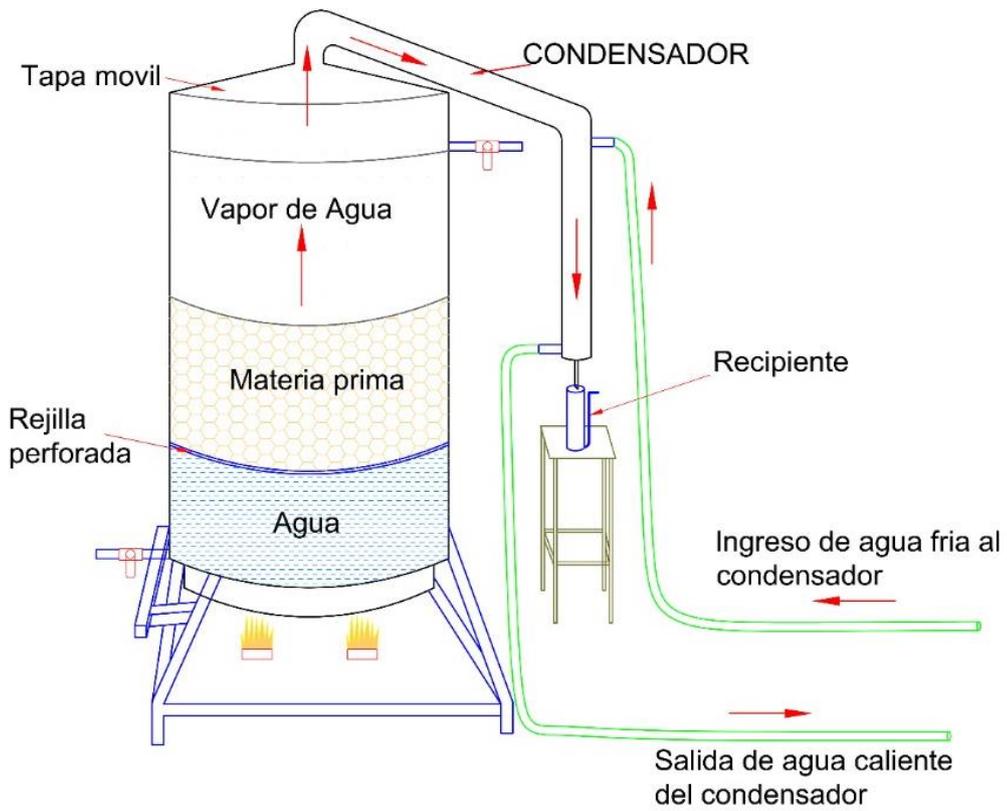
Fuente: propia

3.5.2. Etapa 2: Extracción del aceite esencial de cáscara de Citrus Reticulata y Citrus Unshiu mediante la técnica de arrastre de vapor

En esta etapa se extrajo el aceite esencial del Citrus reticulata y Citrus unshiu mediante la técnica de arrastre de vapor.

A continuación se muestra en la figura 11 del equipo de arrastre de vapor para la extracción de los aceites esenciales de la investigación.

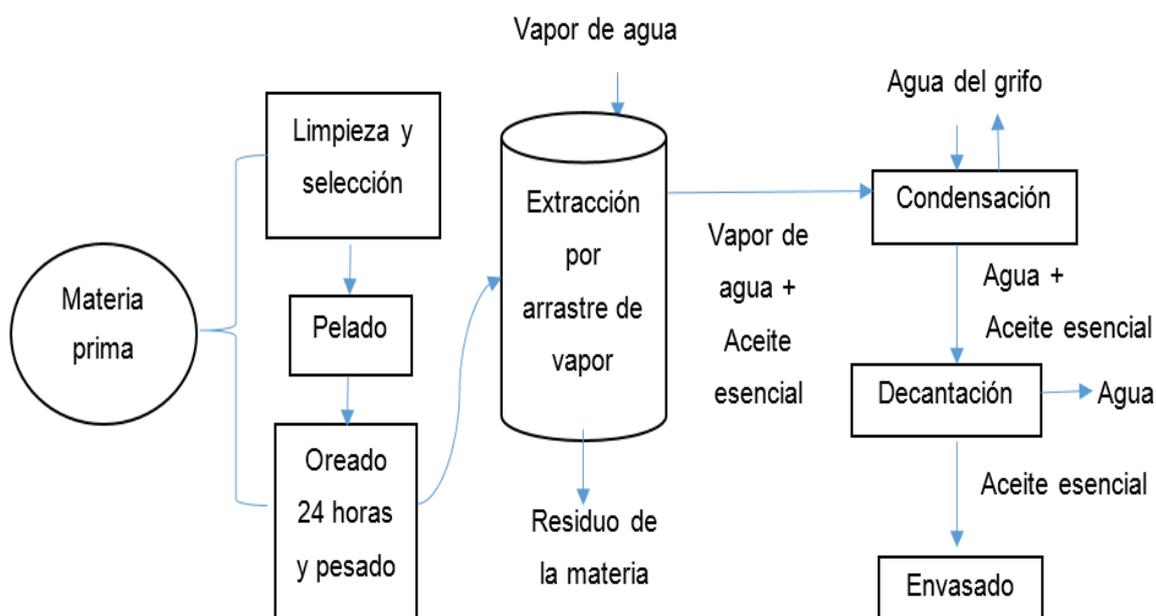
Figura 11. Equipo arrastre de vapor para la extracción de aceite esencial



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se presenta en la figura 12 el procedimiento experimental para la obtención de los aceites esenciales *Citrus reticulata* y *Citrus unshiu* mediante la técnica de arrastre de vapor.

Figura 12. Diagrama de flujo para la extracción del aceite esencial.



Fuente: Elaboración propia

Para la extracción de los aceites esenciales se siguieron los pasos del diagrama de flujo de la figura 12.

- La materia prima se recolectó, lavó, seleccionó la fruta en buen estado y se lavó el proceso de pelado del flavedo (cáscara).
- Oreado el flavedo en sombra 24 horas antes de ser colocado en el equipo de arrastre a vapor.
- Se pesó la materia prima de Citrus reticulata (80.40 kg) y Citrus unshiu (86.5 kg).
- Litros agua que ingresa al equipo destilador por arrastre de vapor es de 90 litros.
- Se extrajo aceite esencial para Citrus reticulata (276 ml) y Citrus unshiu (78 ml).

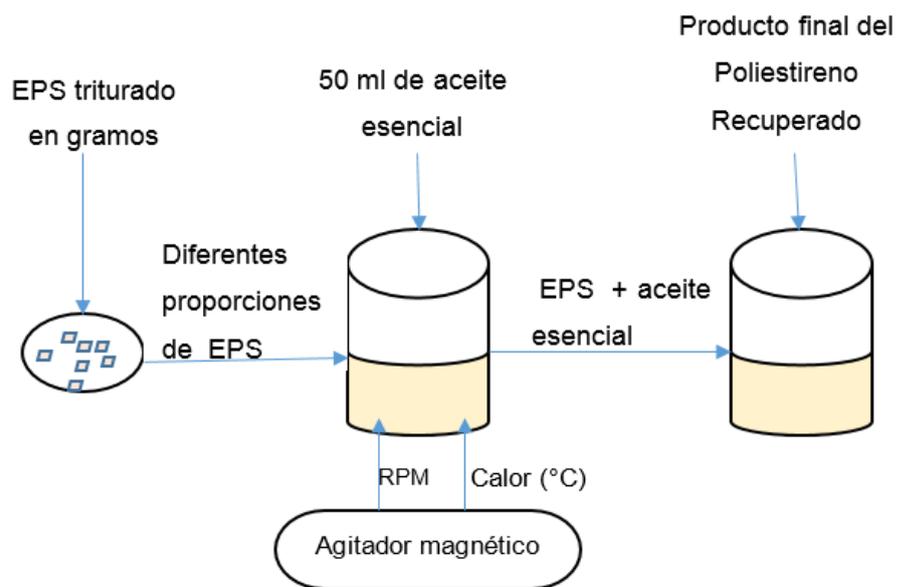
3.5.3. Etapa 3: Recuperación del poliestireno expandido mediante aceites esenciales de Citrus Reticulata y Citrus Unshiu

En esta etapa se trituro los EPS con ayuda de una tijera y se pesó el poliestireno expandido en gramos y el aceite esencial en mililitros, para luego

relizar ensayos previos antes de hacer las corridas experimentales y deluir el poliestireno expandido en el aceite esencial; para ello se probaron diferentes proporciones en peso de EPS y el volumen constante hasta alcanzar la mezcla soluto solvente óptima para la recuperación siendo las proporciones para aceite esencial de Citrus reticulata 1/5, 2/7, 1/2, 5/9 4/7, 3/5; y para el aceite esencial de Citrus unshiu 1/5, 1/3, 4/9, 1/2, 4/7, 3/5; con una temperatura de 25°C, 50°C, 80°C, y velocidades de agitación de 250 rpm, 300 rpm, 500 rpm y 1000 rpm. Cabe resaltar que los equipos fueron calibrados antes de su uso respectivo.

A continuación se presenta un diagrama de flujo para la recuperación del poliestireno en aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.

Figura 13. Diagrama de flujo para la Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.



Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta las proporciones de recuperación del poliestireno expandido en la parte experimental.

Tabla 7. *Proporciones de recuperación del poliestireno expandido para Citrus reticulata.*

N° de Corridas	N° de Muestras	Proporción EPS/aceite (gr/ml)
C1	M1	1/5
	M2	2/7
	M3	1/2
	M4	5/9
	M5	4/7
	M6	4/7
	M7	3/5
	M8	3/5
	M9	3/5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. *Proporciones de recuperación del poliestireno expandido para Citrus unshiu.*

N° de Corridas	N° de Muestras	Proporción EPS/aceite (gr/ml)
C2	M1	1/5
	M2	1/3
	M3	4/9
	M4	1/2
	M5	4/7
	M6	4/7
	M7	3/5
	M8	3/5
	M9	3/5

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

En cuanto a los análisis de los resultados obtenidos del presente investigación se determinaron la distribución normal de los datos observados del tiempo de disolución del EPS en aceite esencial, para ello se utilizó el test o la prueba de Shapiro – Wilks; además de ello para verificar la varianza en las medias de los datos observados se aplicara la prueba de ANOVA; las pruebas mencionadas se calculará mediante el uso del programa estadístico IBM SPSS v25, y para la interpretación de tablas y gráficos de los resultados se utilizó el programa Excel 2013.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó cumpliendo con los estándares de la norma ISO-690, además de citando, acatando y respetando el código de ética y derechos de propiedad intelectual, de tal manera la utilización del programa Turnitin para la constatación de la originalidad. Se aplicó también la Resolución de Consejo Universitario 0126 -2017 / UCV que detalla los códigos de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo, también señalado en la Resolución del Consejo Universitario 081 - 2016 que indica el Reglamento de la Investigación de la Universidad César Vallejo, que como investigador se realiza aportes académicos y sociales y requiere una actitud honesta y ética en cuanto al desarrollo de la investigación como en la obtención de los resultados.

Teniendo como finalidad brindar un aporte académico y social.

IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los siguientes resultados de la investigación.

4.1. Especificación de la cantidad de los aceites esenciales extraído de la cáscara de los Cítricos: Citrus reticulata y Citrus unshiu.

En la siguiente tabla se presentan el resultado de la obtención de los aceites esenciales:

Tabla 9. Rendimiento de la extracción de los aceites esenciales extraído de la cáscara de Citrus reticulata y Citrus unshiu mediante destilación por arrastre de vapor.

DESCRIPCIÓN	CITRUS RETICULATA	CITRUS UNSHIU
Peso de la cáscara de mandarina (gramos).	80400	86500
Cantidad de agua utilizada en el proceso (litros).	90	90
Cantidad de aceite obtenido (mililitros).	276	78
Rendimiento del aceite (ml/gr).	0.00343	0.00090
Rendimiento de la obtención del aceite (%).	0.343	0.090

Fuente: Elaboración propia

La mandarina Citrus reticulata tiene mayor rendimiento en la obtención de aceite esencial con un 0.343% frente a 0.090% de mandarina Citrus unshiu. Para calcular el rendimiento se utilizó la siguiente fórmula: $\%R = \text{vol. aceite (ml)} \times 100 / \text{peso cáscara de mandarina (gr)}$.

4.2. Relación peso/volumen de las muestras Citrus reticulata y Citrus unshiu en la recuperación del poliestireno expandido.

A continuación se presentan la relación peso/volumen del poliestireno expandido y el aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu determinado en los ensayos experimentales en la tabla 10 y tabla 11.

Tabla 10. *Relación de la proporción peso/volumen de EPS y aceite de Citrus reticulata en la recuperación del poliestireno expandido.*

N° de corridas	N° de Muestra	Cantidad de poliestireno expandido (gr)	Cantidad de aceite esencial (ml)	Proporción EPS/aceite (gr/ml)
CORRIDA - 01	M1	8.4699	50	1/5
	M2	12.5694	50	2/7
	M3	22.7496	50	1/2
	M4	23.4844	50	5/9
	M5	24.4962	50	4/7
	M6	24.4962	50	4/7
	M7	25.5748	50	3/5
	M8	25.5748	50	3/5
	M9	25.5748	50	3/5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. *Relación de la proporción peso/volumen de los EPS y aceite de Citrus unshiu en la recuperación del poliestireno expandido.*

N° de corridas	N° de Muestra	Cantidad de poliestireno expandido (gr)	Cantidad de aceite esencial (ml)	Proporción EPS/aceite (gr/ml)
CORRIDA - 02	M1	8.3254	50	1/5
	M2	12.5694	50	1/3
	M3	18.6391	50	4/9
	M4	21.9622	50	1/2
	M5	23.7335	50	4/7
	M6	23.7335	50	4/7
	M7	24.8579	50	3/5
	M8	24.8579	50	3/5
	M9	24.8579	50	3/5

Fuente: Elaboración propia.

Las proporciones se definieron durante los ensayos experimentales tanto para Citrus reticulata como Citrus unshiu (tabla 10 y tabla 11). Donde se hicieron 1 corrida experimental con 9 muestras, dando como resultado una proporción óptima de 3/5 para recuperar el poliestireno expandido debido a que el EPS se recupera

en mayor cantidad en 50 mililitros de aceite esencial a una temperatura de 80°C, sin embargo se evidenció que la proporción 3/5 se ve influenciado por la temperatura, y no por las propiedades del aceite esencial.

4.3. Relación de agitación de las muestras Citrus reticulata y Citrus unshiu en la recuperación del poliestireno expandido.

Tabla 12. Relación RPM, temperatura y tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata.

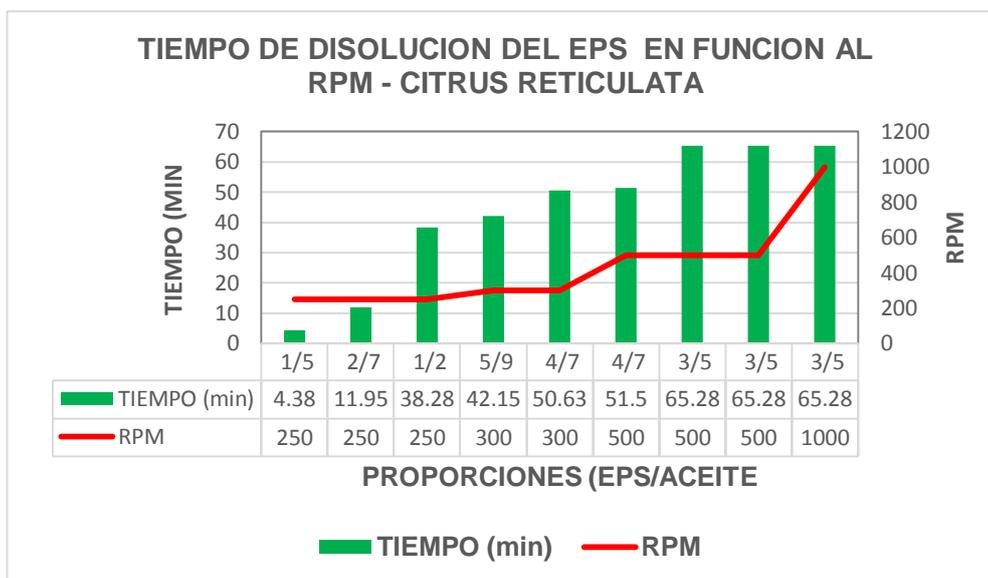
CORRIDAS	MUESTRA	EPS (gr)	ACEITE (ml)	ACEITE (gr)	PROPORCION (EPS/ACEITE)	TEMPERATURA (C°)	RPM	TIEMPO (min)
CORRIDA - 01	M1	8.4699	50	42.0814	1/5	25	250	4.38
	M2	12.5694	50	42.0814	2/7	25	250	11.95
	M3	22.7496	50	42.0814	1/2	25	250	38.28
	M4	23.4844	50	42.0814	5/9	25	300	42.15
	M5	24.4962	50	42.0814	4/7	50	300	50.63
	M6	24.4962	50	42.0814	4/7	50	500	51.5
	M7	25.5748	50	42.0814	3/5	80	500	65.28
	M8	25.5748	50	42.0814	3/5	80	500	65.28
	M9	25.5748	50	42.0814	3/5	80	1000	65.28

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 especifica que la velocidad de agitación utilizadas para la recuperación del poliestireno expandido fueron 250 rpm para las proporciones de 1/5, 2/7, 1/2; a una temperatura de 25 °C; 300 rpm para 5/9 a 25 °C, 4/7 para una temperatura de 50 °C; 500 rpm para 4/7 y una temperatura de 50 °C, 3/5 para una temperatura de 80°C y 1000 rpm para una proporción de 3/5 a una temperatura de 80 °C.

De acuerdo a lo observado durante los ensayos, la M5 (4/7) a 300 rpm es la que presenta la proporción óptima debido a que se alcanza una saturación máxima a una temperatura de 50 °C y de acuerdo a los diferentes velocidades de agitación sometidos la muestra presenta mayores cambios en el tiempo de disolución del EPS.

Grafico 1. Tiempo de disolución del EPS en función al RPM - Citrus reticulata



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 1 podemos observar que la proporción 4/7 con 42.15 gr de muestra y a una velocidad de agitación de 300 rpm es la que presenta mayor incidencia en el tiempo de disolución del EPS.

Tabla 13. Relación RPM, temperatura y tiempo de disolución del EPS en aceite esencial Citrus unshiu.

CORRIDAS	MUESTRA	EPS (gr)	ACEITE (ml)	ACEITE (gr)	PROPORCIÓN (EPS/ACEITE)	TEMPERATURA (C°)	RPM	TIEMPO (min)
CORRIDA - 02	M1	8.3254	50	41.0807	1/5	25	250	5.25
	M2	12.5694	50	41.0807	1/3	25	250	12.22
	M3	18.6391	50	41.0807	4/9	25	250	28.13
	M4	21.9622	50	41.0807	1/2	25	300	40.14
	M5	23.7335	50	41.0807	4/7	50	300	52.11
	M6	23.7335	50	41.0807	4/7	50	500	53.2
	M7	24.8579	50	41.0807	3/5	80	500	71.24
	M8	24.8579	50	41.0807	3/5	80	500	71.24
	M9	24.8579	50	41.0807	3/5	80	1000	71.24

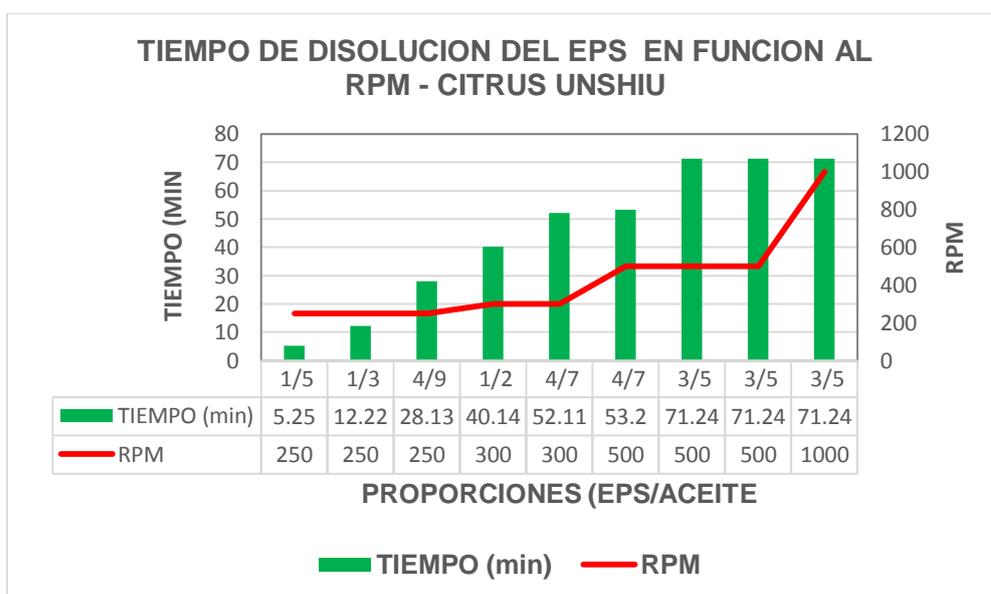
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 especifica que la velocidad de agitación utilizadas para la recuperación del poliestireno expandido fueron 250 rpm para las proporciones de 1/5, 1/3 y 4/9; a una temperatura de 25 °C; 300 rpm para 1/2 a 25°C y 4/7 a 50 °C;

500 rpm para 4/7 y una temperatura de 50 °C, 3/5 para una temperatura de 80°C y 1000 rpm para una proporción de 3/5 a una temperatura de 80 °C.

De acuerdo a lo observado durante los ensayos, la M5 (4/7) a 300 rpm es la que presenta la proporción óptima debido a que se alcanza una saturación máxima a una temperatura de 50 °C y de acuerdo a los diferentes velocidades de agitación sometidos la muestra presenta mayores cambios en el tiempo de disolución del EPS.

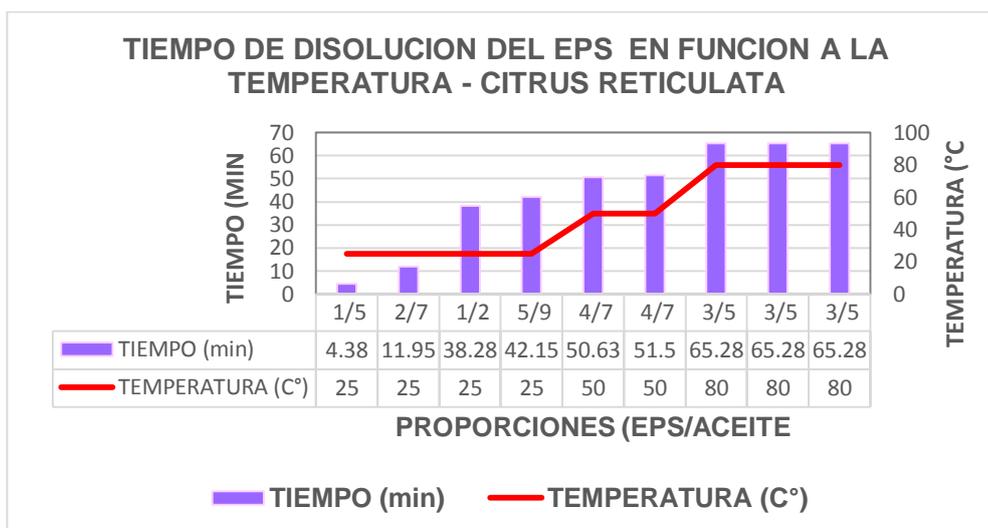
Grafico 2. Tiempo de disolución del EPS en función al RPM para Citrus unshiu



Fuente: Elaboración propia.

4.4. Relación temperatura de las muestras *Citrus reticulata* y *Citrus unshiu* en la recuperación del poliestireno expandido.

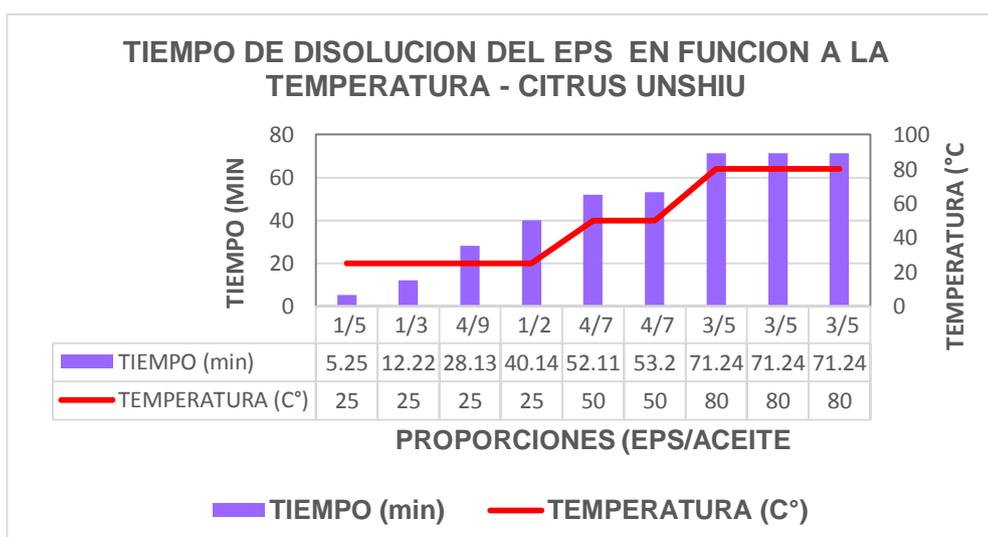
Grafico 3. Tiempo de disolución del EPS en función a temperatura - Citrus reticulata



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 y grafico 3 la proporción óptima del EPS y aceite esencial de Citrus reticulata según el tiempo de disolución y de acuerdo a las pruebas realizadas en el laboratorio es de 3/5 a una temperatura de 80°C, bajo estas condiciones la mezcla alcanza su saturación máxima sin dejar restos de EPS; sin embargo de acuerdo a las revisiones bibliográficas el EPS a temperaturas mayores a 50°C se degrada las cadenas poliméricas y por ello la proporción óptima de EPS y aceite esencial es de 4/7 a una temperatura de 50°C.

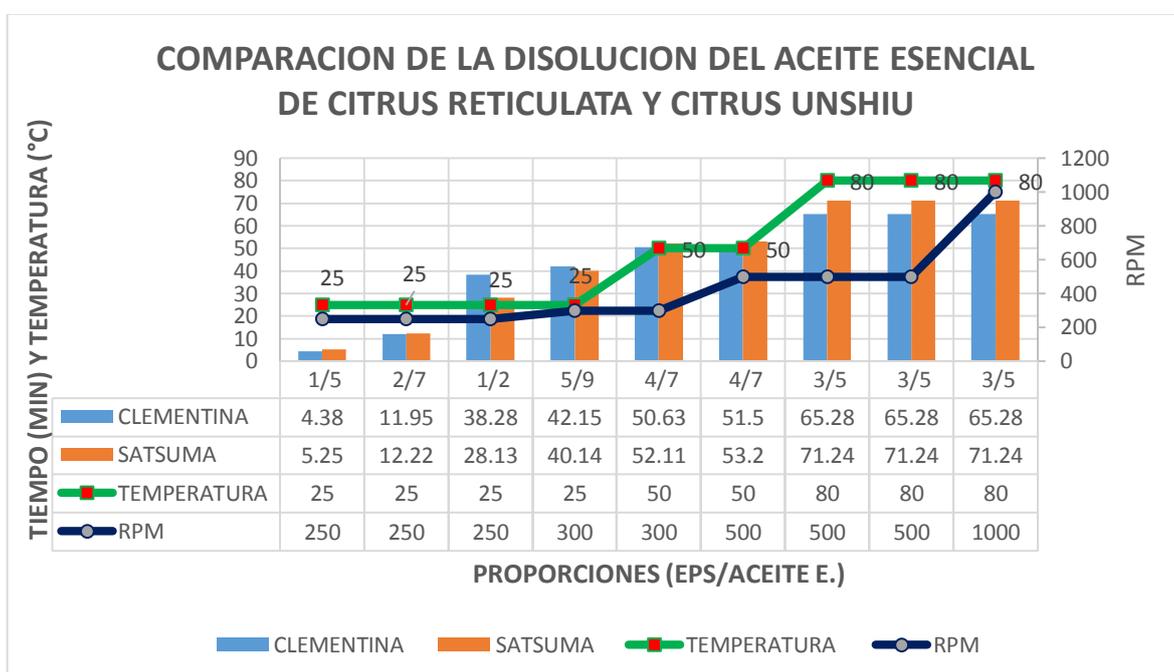
Grafico 4. Tiempo de disolución del EPS en función a la temperatura para Citrus unshiu



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 y grafico 4 la proporción óptima del EPS y aceite esencial de Citrus unshiu según el tiempo de disolución y de acuerdo a las pruebas realizadas en el laboratorio es de 3/5 a una temperatura de 80°C, bajo estas condiciones la mezcla alcanza su saturación máxima sin dejar restos de EPS; sin embargo de acuerdo a las revisiones bibliográficas el EPS a temperaturas mayores a 50°C se degrada las cadenas poliméricas y por ello la proporción óptima de EPS y aceite esencial es de 4/7 a una temperatura de 50°C.

Grafico 5. Comparación del Tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu



Fuente: Elaboración propia.

Como muestra el grafico 5

Del gráfico 5 y tabla 12 y 13 se puede observar la misma tendencia del tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata (Clementina) y Citrus unshiu (Satsuma) solo teniendo ligeras variaciones en el tiempo, con ello bajo las mismas condiciones se ha determinado que la proporción óptima de recuperación del EPS en los dos aceites es de 4/7 a una temperatura de 50°C, también se puede apreciar que el aceite esencial de Citrus Reticulata es la que tiene una mayor capacidad de disolución si comparamos en función al peso del EPS y al tiempo.

ALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS OBSERVADOS

Con el fin de verificar las varianzas de las medias de los datos observados se realizó la prueba de normalidad del variable tiempo para ver qué tipo de prueba estadística aplicar a nuestros datos.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Tabla 14. *Prueba de normalidad de los datos.*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de disolución del EPS en A.E. de Citrus Reticulata	,180	9	,200*	,862	9	,100
Tiempo de disolución del EPS en A.E. de Citrus Unshu	,183	9	,200*	,892	9	,211

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

Hipótesis de la prueba de normalidad:

Ho: Los datos tienen una distribución normal.

Ha: Los datos no tienen una distribución normal.

Regla de decisión:

$p < 0.05$ rechazamos la Ho y aceptamos la Ha

$p > 0.05$ aceptamos la Ho y aceptamos la Ha

Resultado de decisión:

La significancia del tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata es de (0.100), tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus unshiu es de (0.211), por lo tanto se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna.

Conclusión:

La significancia en ambos casos es mayor a 0.05 por lo tanto los datos leídos del tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu

tienen una distribución normal; por lo tanto para verificar la varianza de las medias aplicaremos la prueba paramétrica ANOVA.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LAS MEDIAS - PRUEBA DE ANOVA

Tabla 15. *Análisis de la varianza de las medias de los datos de tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Tiempo de disolución	Se basa en la media	,335	1	16	,571
	Se basa en la mediana	,211	1	16	,652
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,211	1	15,999	,652
	Se basa en la media recortada	,330	1	16	,574

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

ANOVA

Tiempo de disolución

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,600	1	5,600	,010	,923
Dentro de grupos	9237,837	16	577,365		
Total	9243,437	17			

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

Hipótesis de la prueba de Anova:

Ho: Los datos observados tienen medias homogéneas.

Ha: Los datos observados no tienen medias homogéneas.

Resultado de decisión:

La significancia del tiempo de disolución del EPS en aceite esencial de Citrus reticulada y Citrus unshiu es de (0.923), por lo tanto se acepta la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna.

Conclusión: La significancia del tiempo de disolución del EPS en el aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu es de 0.923, por lo tanto estadísticamente los datos observados de tiempo de disolución del EPS en los dos tipos de aceites esencial tienen medias y varianzas homogéneas.

4.5. Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu

Tabla 16. *Recuperación del EPS en aceites esencial de Citrus reticulata*

CORRIDA	MUESTRA	PROPORCION	EPS (gr)	ACEITE (gr)	Peso de la Mezcla (gr)	Residuo		Mezcla recuperada de la proporc	% de perdida	% de recuperacion
						EPS (gr)	Aceite (gr)			
CORRIDA 01	M1	1/5	8.4699	42.0814	49.1594	0	0	49.1594	2.7534%	97.2466%
	M2	2/7	12.5694	42.0814	53.2465	0	0	53.2465	2.5696%	97.4304%
	M3	1/2	22.7496	42.0814	63.1951	0	0	63.1951	2.5233%	97.4767%
	M4	5/9	23.4844	42.0814	63.9812	0	0	63.9812	2.4168%	97.5832%
	M5	4/7	24.4962	42.0814	65.1561	0	0	65.1561	2.1351%	97.8649%
	M6	4/7	24.4962	42.0814	65.1561	0	0	65.1561	2.1351%	97.8649%
	M7	3/5	25.5748	42.0814	66.2115	0	0	66.2115	2.1354%	97.8646%
	M8	3/5	25.5748	42.0814	66.2115	0	0	66.2115	2.1354%	97.8646%
	M9	3/5	25.5748	42.0814	66.2115	0	0	66.2115	2.1354%	97.8646%

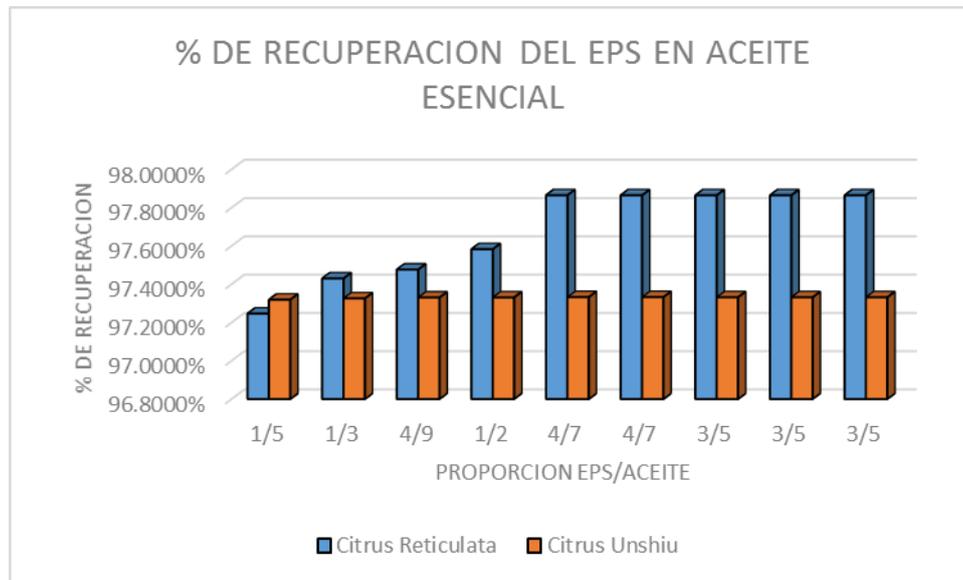
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. *Recuperación del EPS en aceites esencial de Citrus unshiu*

CORRIDA	MUESTRA	PROPORCION	EPS (gr)	ACEITE (gr)	Peso de la Mezcla (gr)	Residuo		Mezcla recuperada de	% de perdida	% de recuperacion
						EPS (gr)	Aceite (gr)			
CORRIDA 02	M1	1/5	8.3254	41.0807	48.0815	0	0	48.0815	2.6810%	97.3190%
	M2	1/3	12.5694	41.0807	52.2154	0	0	52.2154	2.6742%	97.3258%
	M3	4/9	18.6391	41.0807	58.1256	0	0	58.1256	2.6695%	97.3305%
	M4	1/2	21.9622	41.0807	61.3602	0	0	61.3602	2.6691%	97.3309%
	M5	4/7	23.7335	41.0807	63.0852	0	0	63.0852	2.6676%	97.3324%
	M6	4/7	23.7335	41.0807	63.0852	0	0	63.0852	2.6676%	97.3324%
	M7	3/5	24.8579	41.0807	64.1792	0	0	64.1792	2.6682%	97.3318%
	M8	3/5	24.8579	41.0807	64.1792	0	0	64.1792	2.6682%	97.3318%
	M9	3/5	24.8579	41.0807	64.1792	0	0	64.1792	2.6682%	97.3318%

Fuente: Elaboración propia.

Grafico 6. Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con el aceite esencial de Citrus reticulata y Citrus unshiu.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos tabla 16, tabla 17 y grafico 6 se evidenció que ambos aceites esenciales extraídos del genero Citrus (Citrus reticulata y Citrus unshiu) son eficientes para recuperar el poliestireno expandido, sin embargo el aceite esencial de Citrus reticulata logra recuperar en un mayor porcentaje de 97.86% frente a 97.33% del Citrus unshiu, bajo los diferentes condiciones.

V. DISCUSIÓN

En esta investigación los resultados se evidenció que el rendimiento de la extracción del aceite esencial de *Citrus reticulata* (mandarina Clementina) con 80,40kg de flavedo dio un 276 ml y para el *Citrus unshiu* (mandarina Satsuma) 86.5kg dio un 78 ml en un tiempo de 2 horas, sin embargo para la naranja la extracción de aceite esencial da como rendimiento 152 ml de 8kg de flavedo de *Citrus sinensis* (naranja) en un tiempo de 2,2 horas con la misma metodología de destilación por arrastre de vapor (Pacaya, Jhonatan, 2021., p. 21), esto demuestra que el rendimiento de extracción de mandarina es menor comparado con la de naranja. Para Gomez (2015, p.40) indica que los aceites esenciales de variedades diferentes se encuentran los mismos compuestos químicos pero no en las mismas concentración debido que influyen factores de maduración del fruto, estación del año, tipo de suelo y clima. Efectivamente el rendimiento del aceite esencial de mandarina es baja comparando con la de la naranja y toronja a pesar de usar el mismo método de extracción y el tiempo se requiere mayor cantidad de flavedo para extraer una cantidad considerable de aceite esencial.

En cuanto a las proporciones del estudio para *Citrus reticulata* fueron 1/5, 2/7, 1/2, 5/9, 4/7, 3/5 gramos por mililitro en cuanto las proporciones para *Citrus unshiu* fueron 1/5, 1/3, 4/9, 1/2, 4/7, 375 gramos por mililitros, y la proporción óptima de dilución fue de 4/7 (65.15gr/50ml) de poliestireno expandido y aceite esencial de mandarina *Citrus reticulata* y proporción 4/7 (23.73gr/50ml) de poliestireno en aceite esencial para la mandarina *Citrus unshiu*, las proporciones 4/7 a temperatura de 50 °C debido a que mantienen aún el poder de disolución del aceite esencial, además esta proporción 4/7 llegó a su punto de saturación idóneo sin depender tanto al aumento de temperatura en comparación con la proporción 3/5 que está más influenciado a la temperatura para recuperar el EPS ,por ello no se optimizó como ideal; sin embargo para Lozada (2017,p.47), determinó la proporción óptima de aceite esencial de naranja y poliestireno expandido, y para recuperar el poliestireno fue una proporción de 1/1 (10gr/10gr) en masa de aceite esencial de naranja y poliestireno expandido; de la misma manera para Jacay (2020,p.24), en su investigación para el aprovechamiento del residuo de poliestireno expandido y

aceite esencial extraído de la cáscara de *Citrus paradisi* (toronja), diluyo con una proporción óptima de 1/2 (5g/10ml); de la misma manera Avellaneda (2017,p.70), la proporción óptima para elaborar una recubrimiento de resina reciclando el poliestireno expandido diluido en d-limoneno siendo esta proporción de 4/2 (18gr/50ml). En cuanto a Cornejo (2020, p.46); para elaborar un barniz ecológico utilizando aceite extraído de residuos de cáscara de naranja y residuo de poliestireno expandido empleando 5 proporciones diferentes tales como 30/0.9, 30/1.5, 30/3, 30,4.5 y 30/6 ml/gr, siendo la muestra con concentración de 30/6 ml/gr para el barniz ecológico. De la misma manera Pacaya (2021, p. 23) para elaborar un barniz ecológico sus proporciones fueron 0.5/10, 1/10, 1.5/10, 2/2.5, 3/10, 3.5/10, 4/10 gramos por mililitros dando como resultado la proporción óptima de 5gr/10ml con mejores resultados para el barniz ecológico. Las diferentes proporciones que se evidencia en este trabajo de investigación y los otros se debe a que cada investigación siguió un objetivo determinado y no todas las proporciones van a seguir una distribución igual debido al tipo de aceite utilizado ya que otros tienen mayor grado de disolución.

Por otro lado en esta investigación las velocidades de agitación fueron 250, 300, 500 y 1000 rpm como resultado la velocidad de agitación óptima fue de 300 rpm, de igual forma para Jimenes, Evelyn, et al., (2022); en su investigación que realizó para reducir el volumen de EPS con aceite de naranja evidenció que la velocidad de agitación óptima para la recuperación del poliestireno es de 300 rpm comparado con una agitación de 150 rpm y 450 rpm debido a que no presentó mejoras en las mezclas soluto/solvente, este comportamiento es más fácil evidenciar cuando se hacen por medio de corridas experimentales, que ocurrió de la misma manera en esta investigación al hacer corridas se evidenció que lo más óptimo es de 300 rpm. Sin embargo para Lozada (2017, p.36) que mantuvo la velocidad de agitación de 250 rpm y Cornejo (2020, p.39) que mantuvo una velocidad de agitación de 150 rpm.

En cuanto a la temperatura, en esta investigación variaron entre 25, 50 y 80°C aunque experimentalmente la temperatura de 80°C sería lo óptimo debido que a mayor temperatura indica mayor condición de disolución de EPS en aceite esencial,

sin embargo las temperaturas mayores a 50 °C rompen la cadena polimérica, siendo lo ideal entre 25°C a 50 °C (Mendoza, I. y Pulido, J. 2021, p.11). Las temperaturas que mantuvieron estos rangos fueron de la investigación de Cornejo, Julio (2020, p.39), con un 21 °C y Jacay, Jhon (2020, p.24), de una temperatura inicial de 21 °C para terminar con una temperatura final de 75 °C, de la misma manera Lozada, Susan (2017), que utilizó la temperatura de 75 °C para acelerar el tiempo de disolución de la mezcla.

Es importante resaltar que en el porcentaje de disolución en esta etapa de recuperación de los EPS por medio de los aceites esenciales extraído de diferentes especies del género Citrus el tiempo juega un papel importante para evidenciar estos factores de porcentaje significativo favorables para dicho propósito, en cuanto al porcentaje de recuperación del poliestireno con aceite esencial de Citrus reticulata se evidenció un 97.86% en un tiempo total de 65.28 minutos y para el aceite esencial de Citrus unshiu en un 97.33% en un tiempo total 71.24 minutos, ambas muestras en condiciones de velocidad de agitación de 300 rpm, temperatura a 50 °C y el producto obtenido a partir de la recuperación de EPS mediante la extracción de aceite esencial de diferentes especies del género Citrus se puede utilizar como recubrimiento en madera como también pegamento para cartón y papel.

Para Cornejo, Julio (2020); al elaborar un barniz con aceite de naranja obtuvo un 95.27% grado de similitud entre el barniz ecológico y el poliestireno expandido en un tiempo de dilución de 24:04 minutos y con un tiempo de secado de 24:46 minutos indicando que el aceite esencial de residuos de cáscara de naranja actúa como solvente sin afectar su composición inicial el barniz ecoamigable obtenido cumple con las características físicas como tiempo de dilución de 24:04 minutos y con un tiempo de secado de 24:46 minutos, en condición de temperatura a 21°C y 150 rpm. En cambio Lozada, Susan (2017); que la masa de poliestireno expandido y aceite esencial de naranja la recuperan el poliestireno expandido en un 97.58 % sin generar residuos de ambos casos tanto de poliestireno y aceite esencial. De la misma manera en este estudio no se evidenciaron residuos en la mezcla EPS aceite esencial de los cítricos debido a que se aprovechó en su totalidad del poliestireno en aceite esencial.

Tabla 18. *Discusión de resultados sobre la recuperación del EPS en aceite esencial del género Citrus.*

N°	ACEITE ESENCIAL	PROPORCIÓN EPS/ACEITE	VELOCIDAD DE AGITACIÓN (RPM)	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO DE RECUPERACIÓN (min)	RECUPERACIÓN EPS/ACEITE (%)	AUTOR	AÑO
1	Naranja	1:1	250	75	20:2	97.58	LOZADA, Susan	2017
2	Toronja	5:10	...	75	....	70.04	JACAY, Jhon	2020
3	Naranja	6:30	150	21	24:04	95.27	CORNEJO, Julio	2020
4	Naranja	1:1	.....	50	5:30	96	MENDOZA y PULIDO	2021
5	Naranja	1:1	300	21	00:56	.....	JIMENEZ, Evelyn	2022
Actual investigación	Mandarina clementina	4:7	300	50	65.28	97.86	virginia	2022
	Mandarina satsuma	4:7	300	50	71.24	97.33	virginia	2022

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente todas las investigaciones indican que los cítricos tienen componentes como el d-limoneno que son disolventes naturales para recuperar el poliestireno expandido (EPS), y que las proporciones varían de acuerdo al solvente ya sean naranja, mandarina, pomelo, limón, toronja, etc. como también los resultados van a depender de sus objetivos al que se quiera obtener, aunque a temperatura ambiente estos solventes tienen un gran poder de disolución de los EPS y además al aumentar la temperatura y la velocidad de agitación sirven para disminuir el tiempo de disolución de la mezcla EPS/aceite.

Por lo tanto el reciclaje de los plásticos de poliestireno expandido mediante los aceites esenciales de los residuos de la cáscara de los cítricos es una alternativa viable para la recuperación de los desechos de EPS con miras a la sostenibilidad ambiental.

VI. CONCLUSIONES

1. El rendimiento de la extracción del aceite esencial de la Mandarina *Citrus reticulata* es mayor frente al de la mandarina *Citrus unshiu*, sin embargo frente a otros cítricos como la naranja el rendimiento es menor.
2. La proporción óptima de la investigación es de 4/7 peso volumen (gramos de EPS en 50 mililitros de aceite esencial), y que las proporciones son variables de acuerdo a los objetivos que se quiera lograr, y va depender mucho de la capacidad de disolución del cítrico ya que cada cítrico tiene un comportamiento diferente debido a sus componentes.
3. La agitación óptima para recuperar el poliestireno expandido es de 300 rpm, esto debido que con velocidades de agitación de 500 rpm y 1000 rpm no obtienen mayores cambios en el tiempo de disolución del EPS.
4. La temperatura óptima para recuperar el poliestireno expandido es de 50 °C, esto debido que a mayores de 50 °C de temperatura el EPS presenta una degradación de sus enlaces entre cadenas poliméricas, además el aceite esencial del género *Citrus* tiene también una capacidad disolución a temperaturas del ambiente; además de puede concluir que a mayor temperatura mayor sera la capacidad de disolución del aceite.
5. Es posible recuperar el poliestireno expandido con aceite esencial extraído de diferentes especies del género *Citrus* (*Citrus reticulata* y *Citrus unshiu*) en condiciones óptimas y a temperaturas del ambiente, además se puede utilizar solventes verdes como el d-limoneno extraído de la cáscara de naranja para la recuperación de los EPS la cual es viable económicamente y socialmente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para aprovechar al máximo el rendimiento de los aceites esenciales de todos los cítricos es importante considerar el estado de maduración y estación del año del fruto, estas características tienen una incidencia directa en el porcentaje de rendimiento de la extracción del aceite esencial, por lo que se recomienda que el flavedo del fruto esté en su estado de maduración.
2. Las proporciones son variables de acuerdo a los objetivos que se quiera lograr, y va depender mucho de la capacidad de disolución del cítrico.
3. El producto final obtenido de la mezcla óptima para la recuperación del poliestireno expandido y aceite esencial de la cáscara de los cítricos (*Citrus unshiu* y *Citrus reticulata*) también se puede utilizar como barniz ecológico y como pegamento para papel y cartón.
4. Sería factible caracterizar los residuos de EPS y residuos de los cítricos para un mejor aprovechamiento y con ello reducir el costo para la recuperación del poliestireno expandido.
5. Se recomienda realizar más investigación al respecto de la recuperación de los EPS con solventes ecológicos (aceites esenciales de los cítricos) e incluir en el plan de gestión de residuos de las municipalidades e implementar a una planta de recuperación de EPS a una escala mayor y con ello disminuir el volumen de los residuos que se depositan en los rellenos sanitarios.

REFERENCIAS

ALMUSAWI, A., et al. Manufacturing and characterisation of thermoplastic composite of hemp shives and recycled expanded polystyrene. En AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC [en línea], p. 170001. December 2017 [Fecha de consulta: 19 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5016784>
DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5016784>

AMOR, Lorenza. Aprende a preparar aceite esencial de limón y conoce sus grandes usos y beneficios medicinales: El aceite esencial de limón es una maravillosa alternativa para obtener los inmensos beneficios terapéuticos del limón. Prepáralo en casa de manera sencilla y económica ¡Tiene grandes usos! La Raza [en línea], Junio 2020 ProQuest Central.[Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.proquest.com/coronavirus/docview/2417823449/fulltext/9AFEC90353C448DPQ/1?accountid=37408>

ARGIBAY, Juan Carlos. The sample in quantitative research. Subj. procesos cogn. [en línea]. 2009, vol.13, n.1, pp.13-29 .[fecha de consulta: 16 de febrero de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73102009000100001&lng=es&nrm=iso.
ISSN 1852-7310.

ARIAS, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, vol. 63, n.o 2, p.201-206. [fecha de Consulta: 16 de Febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
ISSN: 0002-5151

ARMIJO, J., et al. Modelamiento y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, 2012, vol. 15, no 2, p. 19-27. Disponible en:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4967/40>
35

ARTHUZ LÓPEZ, Jenny Lizette, et al. Análisis del proceso de reciclaje del poliestireno expandido de arreglos florales fúnebres con el solvente d-limoneno con relación a la sostenibilidad ambiental. Tesis (Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental). Colombia, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2019. 104 pp.

Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/24415>

ARTHUZ-López, Lizette y PÉREZ-Mora, Walter. Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial. Informador Técnico [en línea]. 2019, vol. 83, n.o 2, p. 209-219. [fecha de Consulta: 16 de Febrero de 2022]. Disponible en:

http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1638/2656.

ISSN: 2256-5035

DOI: <https://doi.org/10.23850/22565035.1638>

ASOCIACION NACIONAL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ANAPE).2022 [sitio web].Madrid, Producto: el poliestireno expandido (EPS), [fecha de consulta: 15 de Enero del 2022]. Disponible en: <http://www.anape.es/index.php?page=1>

AVELLANEDA Díaz, Diana Carolina. Evaluación para la obtención de un recubrimiento con resina a base de poliestireno expandido reciclado a nivel laboratorio. Tesis de Licenciatura (Ingeniero Químico). Bogotá D.C: Fundación Universidad de América, 2017. 87 pp.

Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6568>.

BANCO MUNDIAL. “Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos”. Washington D. C. [en línea], septiembre 2018. vol 2, pp, 259. [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/INTEL/Downloads/9781464813290.pdf>

ISBN: 978-1-4648-1347-4

BARRERA Castro, Gina. Caracterización de las propiedades mecánicas y térmicas de muestras de EPS pos consumo, utilizadas en la industria de alimentos y sometidas a un proceso de recuperación. Tesis (Magíster en Ingeniería Mecánica). Colombia, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2016. 143 pp.

Disponible en:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55471/ginapaolabarreracastro.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BERNAL, Cesar Augusto. Metodología de la investigación.3.^a ed.Colombia: Person Educación ,2010.320 pp.

ISBN: 9789586991285

CAUAS, Daniel. Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia, 2015, vol. 2, p. 1-11. Disponible en: <https://www.academia.edu/download/36805674/l-variables.pdf>

CÁRDENAS Valencia, Tanya María José. Evaluación de un recubrimiento anticorrosivo a base de poliestireno expandido reciclado. Tesis de Licenciatura (Ingeniero Químico). Ecuador, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. 103 pp.

Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/8641>

CENTRO NACIONAL DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO (CEPLAN).2016 [sitio web].Perú, Economía Informal en Perú: Situación actual y perspectivas, [fecha de consulta: 16 de Enero del 2022]. Disponible en: <https://www.ceplan.gob.pe/documentos /economia-informal-en-peru/>

CORDOVA HANCCO, Yaimi Lucy; VELASQUEZ HUAYHUA, Jhoann Margaret. Cinética de extracción de aceite esencial por arrastre de vapor a escala piloto de

la naranja, mandarina, lima y limón. Tesis (Ingeniero Químico). Perú, Arequipa: Universidad Nacional de Arequipa, 2021.115 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12535>

CORNEJO VELARDE, Julio Fernando. Elaboración de barniz ecológico a partir de aceite esencial de residuo de cáscara de naranja y residuo de poliestireno expandido. Tesis (ingeniero Ambiental).Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 111 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63497>

CUI, Hao, et al. Essential Oils from Citrus reticulata cv. Shatangju Peel: Optimization of Hydrodistillation Extraction by Response Surface Methodology and Evaluation of Their Specific Adhesive Effect to Polystyrene. *ACS omega* [en línea]. Mayo 2021, pp. 13695–13703. [Fecha de consulta: 29 de enero de enero de 2022]

Disponible en : <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c00895>

CHAN, Esther y CLARKE, David. Learning, Culture and Social Interaction Multi-theoretic research involving classroom video analysis: A focus on the unit of analysis. *Learning, Culture and Social Interaction* [en línea]. vol. 31, Diciembre 2021. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2022]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210656118302113>

ISSN: 2210-6561

Doi: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100344>

CLIMA DE CAMBIOS PUCP.2018 [sitio web].Lima, El tecnopor: La amenaza invisible [fecha de consulta: 15 de Enero del 2022]. Disponible en:

<https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/el-tecnopor-la-amenaza-invisible/>.

CORDERO, Zoila Rosa Vargas. La investigación aplicada: *Una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Revista educación, 2009, vol. 33, no 1, p. 155-165.

ISSN: 0379-7082

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

DIAZ Ramírez, Chistofér de Jesús. Determinar la estimación de la deriva de la balanza mediante el método lineal en control cargo internacional S.A DE C.V. Tesis (Técnico Superior Universitario).Manzanillo-Colombia: Universidad Tecnológica de Manzanillo, 2019. 58 pp.

Disponible en: <http://utem.edu.mx/wp-content/uploads/2020/banco/tsuqai-2017-3.pdf>

FABBRI, María. Las técnicas de investigación: la observación. 1998, p. 1-9.

Disponible en: <http://institutocienciashumanas.com/wp-content/uploads/2020/03/Las-t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n.pdf>

FERNÁNDEZ y Salvador; PÉRTEGAS DÍAZ, Sonia. Investigación cuantitativa y cualitativa. España: Cad aten primaria, 2002, vol. 9, p. 76-78.Disponible en:<http://homepage.cem.itesm.mx/amaya.arribas/diferenciascualti-cuant.pdf>

Floricultura 34, 1,(2013). Aceite esencial de naranja dulce. Blogger. [en línea] . [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2022]. Recuperado de: <http://floricultura34.blogspot.com/2013/02/aceite-esencial-de-naranja-dulce.html>

GARCIA, María. Teresa. [et al.]. Study of the solubility and stability of polystyrene wastes in a dissolution recycling process. Waste management [en línea], vol. 29, n.o. 6, p. 1814-1818.Junio 2009. [Fecha de consulta: 20 de febrero de 2022].

Disponible

en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X09000038?via%3Dihub>

ISSN: 0956-053X

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.01.001>

GODECKE, Marcos Vinicius; NAIME, Roberto Harb; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Revista Eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental. [en

línea], 2012, vol. 8, no 8, p. 1700-1712. . [Fecha de consulta: 21 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5902/223611706380>
e-ISSN: 2236-1170

GÓMEZ TORRENTE, María Luisa. Análisis no dirigido del aceite esencial de las variedades de mandarina Clemenules y Clemenpons. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de València.2015.pp.61

Disponible en:
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53475/TFG%20M.GOMEZTORRENTE_14323307745825757158072043586994.pdf?sequence=2&isAllowed=y

J. Hidalgo-Crespo, F.X. Jervis, C.M. Moreira, M. Soto, J.L. Amaya, Introduction of the circular economy to expanded polystyrene household waste: A case study from an Ecuadorian plastic manufacturer, *Procedia CIRP*, [en línea], 2020, vol. 90, p.49-54.[fecha de consulta: 22 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282712030250X?via%3Dihub>

ISSN: 2212-8271

JACAY Tacuri, Jhon Eladio; QUISPE Alarcón, Cristian Alfredo. Reaprovechamiento de residuos de poliestireno expandido usando Limoneno extraído de cáscaras de Citrus Paradisi en Lurín. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 74 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75478>

JIMÉNEZ-ROJAS, Evelyn, et al. Uso de un solvente verde para la reducción del volumen del poliestireno expandido en un establecimiento educativo. *Revista Ing-Nova*, 2022, vol. 1, n.o 1, p. 18-29.[Fecha de consulta: 18 de febrero de 2022].Disponible en: <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/ing-nova/article/view/3725>

DOI: <https://doi.org/10.32997/rin-2022-3725>

JIMÉNEZ, VALERIA JACKELINE VALDEZ. OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE LIMONENO DEL ACEITE ESENCIAL DE FLAVEDO DE MANDARINA. Tesis (Título de Ingeniero Industrial y Comercial).Lima-Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, 2017. pp.103

Jhonatan Junior. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y CÁSCARA DE NARANJA PARA ELABORAR UN BARNIZ ECOLÓGICO PARA MADERA EN IQUITOS 2021. Tesis (Título de ingeniero Ambiental). Maynas -Loreto. Universidad Científica del Perú, 2021.pp.51.

LARREA, Kira María; SÁNCHEZ, J.; HERNÁNDEZ, C. C. Propuesta de acciones comunitarias para el conocimiento, cuidado y protección del medio ambiente en el Consejo Popular "Las Nuevas". Spanish Journal of Rural Development, 2014, vol. 5, no 4. [fecha de consulta: 16 de Enero del 2022]. Disponible en:
<https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=f365b615-085e-4778-b815742b39c6476f%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=100982971&db=eih>

LEY n.º 30884. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 19 de diciembre de 2018.

LEY del tecnopor: ¿Subirá el precio de productos por delivery tras entrada en vigencia de la norma? [en línea]. El Comercio: Lima, Perú, 26 de diciembre de 2021. [fecha de consulta: 23 de Enero del 2022]. Disponible en:
<https://elcomercio.pe/economia/ley-del-tecnopor-subira-el-precio-de-productos-por-delivery-tras-entrada-en-vigencia-de-la-norma-nndc-noticia/>

LONDOÑO, J. Aprovechamiento de residuos de la agroindustria de cítricos: extracción y caracterización de flavonoides. [Trabajo de pregrado]. [Bogotá, Colombia]: Corporación Universitaria Lasallista: 2010. Disponible en:
<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/68>
ISBN: 978-958-8406-12-1

LÓPEZ, Pedro Luis. Población muestra y muestreo. Punto cero, 2004, vol. 9, n.o 08, p. 69-74. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>

LÓPEZ, Daniela, et al. Tratamiento de residuos de poliestireno expandido utilizando solventes verdes. Revista Investigaciones Aplicadas, 2014, vol.8.no 1, pp.1-9 ISSN: 0379-0413 Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6824/TRATAMIEN TO%20DE%20RESIDUOS%20DE%20POLIESTIRENO%20EXPANDIDO%20U TILIZANDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LOZADA Alarcón, Susan Indira. Recuperación del Poliestireno Expandido (EPS) con aceite esencial de naranja. Tesis (Ingeniero Ambiental).Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 71 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3564>

LOZANO, Víctor. Delivery, una afectiva herramienta de abastecimiento en pandemia [en línea]. Diario El Peruano. 9 de febrero de 2021. [fecha de consulta: 23 de Enero del 2022]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/114976-delivery-una-efectiva-herramienta-de-abastecimiento-en-pandemia>

MARTÍNEZ, Alejandro. Aceites esenciales. J. Nat. Prod, 1996, vol. 59, no 1, p. 77-79. Disponible en: http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf

MENDOZA, Ingrid Daniela Pardo; PULIDO, Jeffrey León. Efecto de la concentración y temperatura en la disolución de poliestireno expandido usando solventes naturales. *Avances Investigación en Ingeniería* [en línea], vol. 18, n.o. 2.p.1-14. Octubre 2021. [Fecha de consulta: 19 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/7420/7086>

DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.7420>

MEZA CASTELLAR, Pedro et al. Uso de poliestireno expandido reciclado para la obtención de un recubrimiento anticorrosivo. *Rev. P+L [en línea]*, Junio 2016, vol.11, n.1, pp.13-21.[fecha de consulta: 19 de febrero de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000100002
ISSN: 1909-0455

MINCETUR, 1. (2018). Perú es el principal exportador de mandarina, Reticulata y tangelo en América. Mincetur-Noticias. Recuperado el 22 de febrero, 2022 de: <https://www.mincetur.gob.pe/mincetur-peru-es-el-principal-exportador-de-mandarina-Reticulata-y-tangelo-en-america/>

MORALES, Pedro. Tipos de variables y sus implicaciones en el diseño de una investigación. Madrid: Universidad Pontificia Comillas. 2012. Recuperado el 16 de febrero, 2022 de <https://www.academia.edu/download/53042722/Variables.pdf>

Nadia D. Gil-Jasso, Marco A. Segura-González, Gabriela Soriano-Giles, Javier Neri-Hipolito, Nazario López, Elizabeth Mas-Hernández, Carlos E. Barrera-Díaz, Víctor Varela-Guerrero, María F. Ballesteros-Rivas. Dissolution and recovery of waste expanded polystyrene using alternative essential oils, *Fuel [en línea]*. Marzo 2019, vol 239, p 611-616 [Fecha de consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236118319410>
ISSN 0016-2361

Nadia D. Gil-Jasso, Edwin A. Giles-Mazón, Gabriela Soriano-Giles, Eric W. Reinheimer, Víctor Varela-Guerrero y María F. Ballesteros-Rivas. A methodology for recycling waste expanded polystyrene using flower essential oils, *Fuel [en línea]*. Enero 2022, vol 307, n.º 121835. [Fecha de consulta: 27 de enero de

enero de 2022]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236121017142?via%3Dihub>
ISSN: 0016-2361

NOTICIAS ONU: Naciones unidas inicia batalla para librar a los océanos del plástico_[sitio web]. 23 de febrero de 2017. [fecha de consulta: 15 de enero de 2022]. Disponible en: <https://news.un.org/es/audio/2017/02/1419411>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology [en línea], vol. 35, n.o 1, pp, 227-232. March 2017. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso.
ISSN: 0717-9502
DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

PACAYA, Jhonatan Junio. Aprovechamiento de residuos de poliestireno expandido y cáscara de naranja para elaborar un barniz ecológico para madera en Iquitos. Tesis (Título de ingeniero Ambiental). Maynas-Loreto. Universidad Científica del Perú, 2021.51.pp.
Disponible en <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1377>

POLO, Mónica, et al. Actividad antiproliferativa y anticolesterogénica de estatinas y monoterpenos. Acta bioquímica clínica latinoamericana, 2013, vol. 47, n.o 2, p. 343-351. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v47n2/v47n2a11.pdf>

TORRES SOTO, Ángel, et al. Sistema de control remoto y automatización operativa de un agitador magnético con funciones de calefacción y monitorización de temperatura. Grado (Grado en Ingeniería y en Sistema de Telecomunicación).Cartagena-Colombia. Universidad Politécnica de Cartagena, 2020.63.pp Disponible en:

<https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/9007/tfg-tor-sis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SCHWAB, Donald P. Research Methods for Organizational Studies. Psychology Press.[en línea], 2.a ed. p.360, New York: Lawrence Erlbaum Associates. Inc, 2013.[fecha de consulta: 18 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781410611284/research-methods-organizational-studies-donald-schwab>

ISBN: 0805847278

DOI: <https://doi.org/10.4324/9781410611284>

SÁNCHEZ, Manuel Francisco Ortuño. Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes. aiyana ediciones, 2006. Disponible en: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=S%C3%81NCHEZ%2C+Manuel+Francisco+Ortu%C3%B1o&btnG=

SAN MIGUEL (2022). Experto global en cítricos. Blogger. [en línea] . [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2022]. Recuperado de: <https://sanmiguelglobal.com/mandarina-tango-Reticulata-satsuma>

SAWAMURA, Masayoshi. Citrus Essential oils: Flavor and Fragrance. Hoboken: John Wiley & Sons, Incorporated, 2010, p. 412. [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2131936967/bookReader?accountid=37408>
ISBN: 978-1118-07438-1

SUAREZ, DJC; CULQUI, A. A.; VELA, DHP. Diseño, construcción e instalación de un equipo de destilación utilizando un condensador multitubular para la obtención de agua destilada en el laboratorio, Tesis (Título de ingeniero Químico). Perú, Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2016.118pp.

Disponible en:
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4260/Danny_Tesis_T%C3%ADtulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VARGAS, OFELIA MELCHOR. Reciclamiento de poliestireno utilizando disolventes verdes, Tesis (Maestría en Ingeniería y Ciencias Aplicadas Opción Terminal en Química). México, Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2022. 135 pp.

Disponible en: <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2082>

ANEXOS

Anexo N°.1. Matriz de Operacionalización de las Variables

ACEITE ESENCIAL EXTRAIDO DE DIFERENTES ESPECIES DEL GÉNERO CITRUS PARA LA RECUPERACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) A NIVEL DE LABORATORIO, 2022.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
¿Será posible evaluar la recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus a nivel de laboratorio, 2022?	Evaluar la eficiencia del aceite esencial extraído de diferentes especies del género citrus para recuperar el poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022.	Es posible recuperar el poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus a condiciones óptimas.	Aceite esencial	Los aceites esenciales son fracciones líquidas volátiles, generalmente son mezclas homogéneas de hasta 100 compuestos químicos orgánicos, provenientes de la familia química de los terpenoides, Son solubles en los disolventes orgánicos comunes. (ÁLVAREZ, M., 2017).	Uso del aceite esencial del género Citrus como disolvente orgánico.	Propiedades físicas	Temperatura	°C
						Dosis óptima	Dosis 1 Dosis 2 Dosis 3 ......Dosis 5	gr/ml
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE					
¿Cuál será la relación óptima en peso/volumen de EPS/aceite esencial empleado en el proceso de recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de la Especie del género Citrus a nivel de laboratorio, 2022 ?	Determinar la relación óptima peso/volumen de EPS/aceite esencia en el proceso de recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de la Especie del género Citrus a nivel de laboratorio, 2022.	La relación óptima de peso/volumen de EPS/aceite esencial para recuperar el EPS es de 1:1	Recuperación del poliestireno expandido (EPS)	Es un proceso de reciclaje alternativo, ecoamigable y económico para recuperar el poliestireno expandido a temperatura ambiente basado en aceites esenciales logrando la disolución completa del poliestireno con una proporción máxima de	El residuo de poliestireno expandido (EPS) será sometido a un proceso de disolución con la cual se obtendrá un producto final.	Características del poliestireno expandido (EPS) recuperado.	Disolución tiempo Agitación	% min rpm

<p>¿Cuál será la agitación óptima de mezcla de aceite esencial de la especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022?</p>	<p>Determinar la agitación óptima en rpm de la mezcla EPS/aceite de la Especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022.</p>	<p>La agitación óptima para recuperar el EPS es de 300 rpm.</p>		<p>1:1% en peso. (Nadia D. Gil, et al.,2019).</p>		<p>Cantidad de residuos de poliestireno expandido</p>	<p>Peso/volumen</p>	<p>gr/ml</p>
<p>¿Cuál será la temperatura óptima del aceite esencial de la especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022?</p>	<p>Determinar la temperatura óptima de aceite esencial de la especie del género Citrus empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022.</p>	<p>La temperatura óptima para la recuperación de EPS es mayor de 30°C y menor de 80°C</p>						

Fuente; elaboración propia

Ficha 2. Control del proceso de extracción de los aceites esenciales de los cítricos: Citrus Unshiu (Mandarina Satsuma) y Citrus Reticulata (Mandarina Clementina).

Ficha 2. Control del proceso de extracción de los aceites esenciales de los cítricos: Citrus Unshiu (Mandarina Satsuma) y Citrus Reticulata (Mandarina Clementina).			
Título	Aceite Esencial extraído de diferentes especies del Género Citrus para la Recuperación del Poliestireno Expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022.		
Línea de investigación	Tratamiento y Gestión de los Residuos		
Responsable	Juan de Dios Flores, Virginia		
Asesor	Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio		
Lugar de estudio	Ayacucho - Huamanga - Ayacucho		
Responsable:			
Fecha:		Tipo de Materia prima:	
Masa de la materia prima:		Volumen de agua:	
Hora de Inicio:		Hora Finalizada:	
Hora de la primera gota:			
N° CORRIDA	TIEMPO (min)	VOLUMEN (ml)	COLOR
1			
2			
3			
⋮			
		Total:	

Anexo N°.3. Validación de las fichas de control.

Validación de la ficha 1: Control del proceso de disolución de los residuos de poliestireno en aceite esencial de Citrus Unshiu (Mandarina Satsuma) y Citrus Reticulata (Mandarina Clementina).

ANEXO N°06: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Dr Milton César Tullume Chavesta. _____

1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente _____

1.3. **Especialidad del validador:** _____

1.4. **Nombre del instrumento:** Control del proceso de disolución de los residuos de poliestireno en aceite esencial de *Citrus Unshiu* y *Citrus Reticulata*. _____

1.5. **Título de la investigación:**

“Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022”.

1.6. **Autor del instrumento:** Juan de Dios Flores, Virginia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				80	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN					80	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

➤ **Primera variable:** Aceite esencial

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Propiedades físicas	Temperatura			
Dosis óptima	Dosis 1 Dosis 2... ...Dosis 9			

➤ **Segunda Variable:** Recuperación del poliestireno expandido (EPS)

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características del poliestireno expandido (EPS) recuperado	Disolución, tiempo Agitación			
Cantidad de residuo de poliestireno expandido	Peso/volumen			

IV. **PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 80 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 17 de mayo del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 07482588

Teléfono: 966255191

ANEXO N°06: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Mg. Samuel Carlos Reyna Mandujano

1.2. Cargo e institución donde labora: _____

1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Ambiental

1.4. Nombre del instrumento: Control del proceso de disolución de los residuos de poliestireno en aceite esencial de *Citrus Unshiu* y *Citrus Reticulata*.

1.5. Título de la investigación:

“Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022”.

1.6. Autor del instrumento: Juan de Dios Flores, Virginia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						85

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

➤ **Primera variable:** Aceite esencial

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Propiedades físicas	Temperatura			
Dosis óptima	Dosis 1 Dosis 2... ...Dosis 9			

➤ **Segunda Variable:** Recuperación del poliestireno expandido (EPS)

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características del poliestireno expandido (EPS) recuperado	Disolución, tiempo, Agitación			
Cantidad de residuo de poliestireno expandido	Peso/volumen			

IV. **PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 85 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 18 de mayo del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 31662440

Teléfono: 950258718

ANEXO N°06: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Mg. Cesar Francisco Honores Balcázar
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente a tiempo completo.
- 1.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero en Recursos Naturales y de Energías Renovables.
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Control del proceso de disolución de los residuos de poliestireno en aceite esencial de *Citrus Unshiu* y *Citrus Reticulata*.
- 1.5. **Título de la investigación:**
 "Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022".
- 1.6. **Autor del instrumento:** Juan de Dios Flores, Virginia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					82
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					82
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					82
4. Organización	Existe una organización lógica.					82
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					82
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					82
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					82
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					82
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					82
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					82
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						82

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

➤ **Primera variable:** Aceite esencial

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Propiedades físicas	Temperatura			
Dosis óptima	Dosis 1 Dosis 2... ...Dosis 9			

➤ **Segunda Variable:** Recuperación del poliestireno expandido (EPS)

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características del poliestireno expandido (EPS) recuperado	Disolución, tiempo Agitación			
Cantidad de residuo de poliestireno expandido	Peso/volumen			

IV. **PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 82 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 17 de Mayo del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 41134159

Teléfono: 970334583

Validación de la ficha 2: Control del proceso de extracción de los aceites esenciales de los cítricos: Citrus Unshiu (Mandarina Satsuma) y Citrus Reticulata (Mandarina Clementina).



ANEXO N°07: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES

5.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Milton César Tullume Chavesta _____

5.2. Cargo e institución donde labora: Docente _____

5.3. Especialidad del validador: _____

5.4. Nombre del instrumento: Control del proceso de extracción de los aceites esenciales de los cítricos: Citrus Unshiu y Citrus Reticulata. _____

5.5. Título de la investigación:

“Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022”.

5.6. Autor del instrumento: Juan de Dios Flores, Virginia

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				80	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN					80	

VII. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

➤ **Primera variable:** Aceite esencial

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Propiedades físicas	Temperatura			
Dosis óptima	Dosis 1 Dosis 2... ...Dosis 5			

➤ **Segunda Variable:** Recuperación del poliestireno expandido (EPS)

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características del poliestireno expandido (EPS) recuperado	Disolución, Agitación			
Cantidad de residuo de poliestireno expandido	Peso/volumen			

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 17 de mayo del 2022966255191



Firma del experto informante

DNI N°: 07482588

Teléfono: 966255191

ANEXO N°07: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES

5.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Mg. Samuel Carlos Reyna Mandujano

5.2. **Cargo e institución donde labora:** _____

5.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero Ambiental

5.4. **Nombre del instrumento:** Control del proceso de extracción de los aceites esenciales de los cítricos: Citrus Unshiu y Citrus Reticulata.

5.5. **Título de la investigación:**

“Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022”.

5.6. **Autor del instrumento:** Juan de Dios Flores, Virginia

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						85

VII. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

➤ **Primera variable:** Aceite esencial

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Propiedades físicas	Temperatura			
Dosis óptima	Dosis 1 Dosis 2... ...Dosis 5			

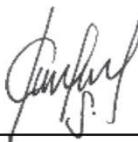
➤ **Segunda Variable:** Recuperación del poliestireno expandido (EPS)

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características del poliestireno expandido (EPS) recuperado	Disolución, tiempo, Agitación			
Cantidad de residuo de poliestireno expandido	Peso/volumen			

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 18 de Mayo del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 31662440

Teléfono: 950258718

ANEXO N°07: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS GENERALES

5.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Mg. Cesar Francisco Honores Balcázar

5.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente a tiempo completo

5.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero en Recursos Naturales y de Energías Renovables.

5.4. **Nombre del instrumento:** Control del proceso de extracción de los aceites esenciales de los cítricos: Citrus Unshiu y Citrus Reticulata.

5.5. Título de la investigación:

“Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022”.

5.6. **Autor del instrumento:** Juan de Dios Flores, Virginia

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					82
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					82
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					82
4. Organización	Existe una organización lógica.					82
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					82
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					82
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					82
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					82
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					82
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					82
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						82

VII. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

➤ **Primera variable:** Aceite esencial

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Propiedades físicas	Temperatura			
Dosis óptima	Dosis 1 Dosis 2... ...Dosis 5			

➤ **Segunda Variable:** Recuperación del poliestireno expandido (EPS)

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características del poliestireno expandido (EPS) recuperado	Disolución, tiempo Agitación			
Cantidad de residuo de poliestireno expandido	Peso/volumen			

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 82 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 17 de Mayo del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 41134159 Teléfono: 970334583

Anexo N° 4. Constancias donde se realizaron las pruebas experimentales.

CONSTANCIA

Quien suscribe:

EL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE QUIMICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA.

HACE CONSTAR:

Que, la Sra. VIRGINIA JUAN DE DIOS FLORES identificado con DNI N° 45740748; ha realizado la parte experimental en el laboratorio de química de la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA de su tesis denominado "Aceite esencial extraído de diferentes especies del género Citrus para la recuperación del poliestireno expandido (EPS) a nivel de laboratorio, 2022". Los equipos utilizados por la tesista han sido la balanza analítica AND Weighing GR-200 con código SBN 602206340005 y el agitador magnético Agimatic ED-C con código SBN 042202400008, las cuales se encuentran debidamente calibrados al servicio de la universidad.

Se expide la presente CONSTANCIA a solicitud del interesado para fines que estime por conveniente.

Huanta, 12 de mayo del 2022


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE HUANTA
Manuel Antonio Rodas Cataño
Ing. Manuel Antonio Rodas Cataño
RESPONSABLE LABORATORIO QUIMICA



INDUSTRIA TERPENS S.A.C.
Ciencia, trabajo y perseverancia

CONSTANCIA

Quien suscribe:

EL GENERENTE DE LA EMPRESA INDUSTRIA TERPENS S.A.C, CON RUC
20606126329.

HACE CONSTAR:

Se hace constar que la Sra. **VIRGINIA JUAN DE DIOS FLORES** con **DNI N° 45740748**; ha utilizado nuestro equipo de arrastre de vapor para extraer el aceite esencial de la cascara de mandarina Citrus Unshiu y Citrus Reticulata.

Cabe mencionar que, el equipo utilizado para la extracción de aceite esencial de mandarina, se realiza los mantenimientos rutinarios para tener en perfecto estado de funcionamiento.

Se expide la presente CONSTANCIA a solicitud del interesado para fines que estime por conveniente.

San Juan Bautista - Huamanga, 09 de mayo del 2022


INDUSTRIA TERPENS S.A.C.
M. I. L. 01 ANCO - BARRIO TROVADORES
Nelson Cáceres Llanos
RUC: 20606126329
Gerente General

Anexo N° 5. Panel Fotográfico

PANEL FOTOGRAFICO DE LA INVESTIGACIÓN

A) Proceso de Extracción del Aceite Esencial (Citrus unshiu y Citrus reticulata) por arrastre de vapor.

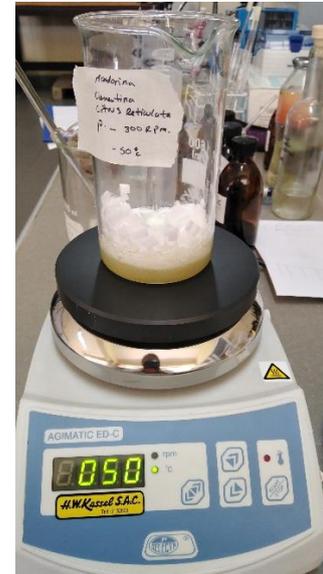
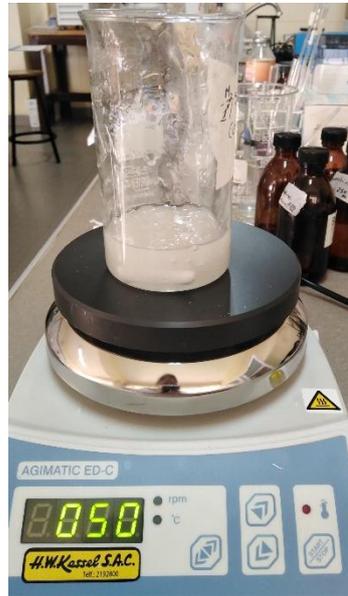
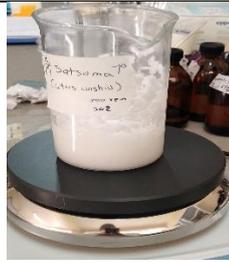
	Citrus Unshiu	Citrus Reticulata
Obtención de la materia prima en cáscara		
Proceso de destilación por arrastre de vapor		
Obtención del destilado		
Decantado del aceite esencial		

<p>Obtención del aceite esencial</p>		
---	---	---

B) Proceso Experimental de la Recuperación del Poliestireno Expandido mediante el Aceite Esencial (Citrus unshiu y Citrus reticulata).

	<p>Citrus Unshiu</p>	<p>Citrus Reticulata</p>
<p>Medición de los aceites esenciales (50 ml)</p>		
<p>Poliestireno picado y pesado</p>		
<p>Proceso de mezcla EPS + Aceite esencial</p>		

Proceso de Recuperación del Poliestireno a diferentes proporciones



Producto final obtenido de Poliestireno + aceite esencial

