



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL

**TÍTULO PROFESIONAL**  
**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
**(Proyecto Profesional)**

**“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO  
EXPANDIDO Y CÁSCARA DE NARANJA PARA ELABORAR UN  
BARNIZ ECOLÓGICO PARA MADERA EN IQUITOS 2021”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:** Jhonatan Junior Pacaya Pinedo

**ASESOR(es):** Blga. Marjorie Raquel Donayre Ramirez, Dra.  
Ing. Daniel Diomedes Carrasco Montañez M.Sc.

**San Juan Bautista – Maynas – Loreto –Perú**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios por estar siempre conmigo, por brindarme la fuerza, paciencia y perseverancia suficiente para desarrollarme en mi vida personal y profesional.

A mis padres Gladys Pinedo Chota y Wilder Pacaya Taricuarima, por el amor, cariño, educación, principios y valores, por lo que son el pilar fundamental en mi formación como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de manera muy especial a mis asesores: Blga. MARJORIE RAQUEL DONAYRE RAMIREZ, Dra., y al Ing. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ MSC, por el tiempo dedicado, por la orientación, por la paciencia y contribución para realizar este trabajo de suficiencia profesional.

Al Programa Nacional de Becas y Créditos Educativos (PRONABEC)-BECA 18, por la gran oportunidad que me otorgaron de estudiar una carrera profesional que tanto anhelé.

A la Universidad Científica del Perú (UCP) y docentes por haberme fortalecido en conocimientos y valores, y contribuido en mi formación profesional.

## CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO



*"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"*

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y  
CÁSCARA DE NARANJA PARA ELABORAR UN BARNIZ ECOLÓGICO PARA  
MADERA EN IQUITOS 2021"**

De los alumnos: **JHONATAN JUNIOR PACAYA PINEDO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **12% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 24 de mayo del 2021.

Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética - UCP

CIRA/ri-a  
138-2021



Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5



(065) 261088



www.ucp.edu.pe

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** LCP\_IngenieríaAmbiental\_2021\_TSP\_JhoratanPacaya\_V1.pdf  
(D105583537)  
**Submitted:** 5/19/2021 5:49:00 PM  
**Submitted By:** revision.antiplagio@ucp.edu.pe  
**Significance:** 12 %

### Sources included in the report:

tesis urkund 2.docx (D35346892)  
Evaluation of a recycled expanded polystyrene-based anticorrosive coat.pdf (D79832277)  
[https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6563/1/6092250\\_2017\\_2\\_IQ.pdf](https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6563/1/6092250_2017_2_IQ.pdf)  
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7858/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=yR>  
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5511/Plan%20de%20negocio.pdf?sequence=8&isAllowed=yVadeQu>  
<https://docplayer.es/83667511-Facultad-de-ingenieria.html>  
<http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/9859/4/BetranKarol2020>  
[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9194/IsabelCristina\\_ArcilaArcia\\_Juliana\\_MirandaGiraldo\\_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9194/IsabelCristina_ArcilaArcia_Juliana_MirandaGiraldo_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y)  
<http://ri.ues.edu.sv/5033/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20C3%A9cnica%20de%20alternativas%20de%20reciclaje%20de%20poliestireno%20expandido%20%28EPS%29.pdf>  
<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1980/1/105022.pdf>  
<https://pdfcookie.com/documents/pdfcookie-52e1myy8x5v8>  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19505/1/T-UCE-0008-CQU-171.pdf>

### Instances where selected sources appear:

35

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD  
CIENTÍFICA  
DEL PERÚ

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decana N°377-2021-UCP-FCEI del 28 de julio de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación del trabajo de suficiencia profesional a los señores:

- |   |            |
|---|------------|
| • Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Águila, Dra. | Presidente |
| • Q.F. Frank Romel León Vargas, Mgr.            | Miembro    |
| • Ing. Miguel Angel Cornelio Chujutalli, M.Sc   | Miembro    |

Como Asesora: **Blga. Marjorie Raquel Donayre Ramirez, Dra**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 14:00 horas del día 05 de julio del 2021, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por la Secretaria Académica del programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del trabajo de suficiencia profesional: **"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y CÁSCARA DE NARANJA PARA ELABORAR UN BARNIZ ECOLÓGICO PARA MADERA EN IQUITOS 2021"**



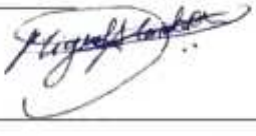
Presentado por el sustentante: **JHONATHAN JUNIOR PACAYA PINEDO**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO AMBIENTAL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**  
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

		
Miembro	Presidente	Miembro

Contactanos:

Iquitos - Perú  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto - Perú  
42 - 58 5038 / 42 - 58 5040  
Leoncio Prado 1070 / Martires de Compañon 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

**FIRMA DE JURADOS Y ASESOR (ES)**



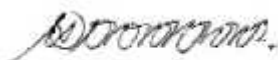
.....  
Ing. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL AGUILA, Dra.  
**Presidente**



.....  
Q.F. FRANK ROMEL LEÓN VARGAS, Mgr.  
**Miembro**



.....  
Ing. MIGUEL ANGEL CORNELIO CHUJUTALLI, M.Sc  
**Miembro**



.....  
Blga. MARJORIE RAQUEL DONAYRE RAMIREZ Dra.  
**Asesora**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO .....	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	v
FIRMA DE JURADOS Y ASESOR (ES).....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
CAPÍTULO II.....	3
2.1. Marco referencial.....	3
2.1.1. Antecedentes del estudio .....	3
2.1.2. Bases teóricas.....	8
2.1.3. Definición de términos básicos .....	13
CAPÍTULO III.....	15
3.1. Materiales y métodos .....	15
3.1.1. Hipótesis y especificación de las variables.....	15
3.1.2. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.1.3. Población y muestra.....	16
3.1.4. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos .....	16
3.1.5. Procesamiento y análisis de datos .....	18
CAPÍTULO IV .....	19
Resultados .....	19
CAPÍTULO V .....	24
Discusión.....	24
CAPÍTULO VI .....	27
Conclusiones.....	27
Recomendaciones.....	28
Referencias bibliográficas .....	29
Anexos .....	34



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición físico-química de la cáscara de naranja.....	11
Tabla 2 Determinación de la composición % del aceite esencial de naranja.....	12
Tabla 3 Variables, Indicadores e índices.....	15
Tabla 4 Volumen de residuos de cáscaras de naranjas generado en los principales mercados de la ciudad de Iquitos.....	19
Tabla 5 Extracción de aceite esencial de cáscaras de naranja mediante destilación por arrastre de vapor.....	21
Tabla 6 Formulaciones para la elaboración del barniz ecológico.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Resultado de la aplicación en madera durante 48 horas de las diferentes proporciones de barniz ecológico.....	23

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Aproximación del volumen de residuos de Cáscaras de naranja generados en los principales mercados de la ciudad de Iquitos.....	20
-----------	--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Fig. 1.1.	Socialización del proyecto con las expendedoras del fruto.....	34
Fig. 1.2.	Residuos de cáscaras de naranjas generados en los puntos de venta.	34
Fig. 1.3.	Recolección y pesado de residuos de cáscaras de naranja.....	34
Fig. 2.1.	Triturado de los residuos de cáscaras de naranjas.....	35
Fig. 2.2.	Pesado de los residuos de cáscaras de naranjas.....	35
Fig. 2.3.	Extracción del aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor tipo clevenger.....	35
Fig. 2.4.	Obtención del aceite esencial de residuos de cáscaras de naranjas.....	35
Fig. 3.1.	Pesado de los residuos de poliestireno expandido mediante una balanza analítica.....	36
Fig. 3.2.	Preparación de las formulaciones de 10 ml de aceite esencial de naranja.....	36
Fig. 3.3.	Solubilización de poliestireno expandido en aceite esencial de naranja.....	36
Fig. 3.4.	Barniz ecológico obtenido.....	36
Fig. 4.1.	Ejecución del pintado con ayuda de un pincel.....	37
Fig. 4.2.	Resultado de la aplicación.....	37

## RESUMEN

El deficiente manejo del poliestireno expandido a nivel mundial, nacional y local después de su uso, repercute negativamente en el ambiente debido a las características y propiedades que presenta (estireno, 95% aire). Por otra parte, en los últimos años se viene utilizando un solvente natural amigable con el medio ambiente conocido como limoneno, que es extraído de la cáscara de cítricos como la naranja, el cual ha demostrado, de acuerdo a estudios, una efectividad para disolver la espuma de poliestireno expandido (Meza *et al*, 2016). Por ende, el estudio tuvo como objetivo aprovechar los residuos de poliestireno expandido y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para elaborar un barniz ecológico para madera en la ciudad de Iquitos. Se planteó un diseño experimental de tipo descriptivo, ya que inicialmente se observaron las características físicas, químicas del aceite esencial de la cáscara de naranja para solubilizar el material poliestireno expandido. Luego de esto, se realizaron diferentes formulaciones de EPS/Aceite esencial. Obteniendo como resultado un barniz ecológico en la relación 5/10 con olor agradable a naranja, y con una buena adherencia y una superficie brillante en la madera.

**Palabras claves:** Aprovechamiento, Poliestireno expandido, Cáscara de naranja, Barniz ecológico.

## **ABSTRACT**

The inadequate management of polystyrene expanded at a global, national and local level after its use, negatively affects the environment due to the characteristics and properties it presents (styrene, 95% air). On the other hand, in recent years an environmentally friendly natural solvent known as limonene has been used. This natural solvent is extracted from the peel of citrus fruits such as orange, which has shown, according to studies, effectiveness to dissolve the expanded polystyrene foam (Meza et al, 2016). Therefore, the study is aimed to take advantage of the waste of expanded polystyrene and orange peel (*Citrus sinensis*) to produce an ecological varnish for wood in the city of Iquitos. An experimental design of a descriptive type was proposed, since the physical and chemical characteristics of the essential oil of the orange peel were initially observed in order to solubilize the expanded polystyrene material. After this, different EPS / Essential Oil formulations were made. Obtaining as a result an ecological varnish in the ratio 5/10 with a pleasant smell of orange, and with a good adherence and shiny surface on the wood.

Keywords: Utilization of limonene, Expanded polystyrene, Orange peel, Ecological varnish.

## **CAPÍTULO I**

### **1.1. Introducción**

El Poliestireno expandido conocido también como tecnopor en Perú, es ampliamente utilizado a nivel mundial para el empaqueo de alimentos o de determinados productos, debido a sus excelentes propiedades como la baja densidad. No obstante, estos plásticos al llegar a un vertedero se mezclan con otros tipos de residuos como grasas y aceites, albergando con mayor facilidad la reproducción de muchos vectores de enfermedades (mosquito, zancudo) que producen en un corto tiempo dengue, malaria, leptospirosis, etc. Asimismo, un estudio realizado por el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos, ha confirmado que los compuestos del poliestireno como el estireno son carcinógenos humanos, por lo que su uso puede condenarnos a una muerte segura, ya que es extremadamente dañino para la salud. (Revista Stakeholders, 2015).

Por otro lado, según datos de Macroconsult, en Perú cada hogar consume 5,8 unidades de tecnopor a la semana, lo que equivale a 31,2 gramos (El Comercio, 2018). Por ende, en el Perú, solo los plásticos Tereftalato de polietileno (PET) y Polipropileno (PP) tienen un mercado global que permite reciclar de manera eficiente y económicamente rentable. Sin embargo, el tecnopor debido a sus propiedades físicas, el reciclaje es casi inexistente (Hazla por tu playa, 2019). Además, en Perú no existe una cultura de segregación de residuos, por lo que llegar a ellos tomaría mucho tiempo y probablemente estarían en un estado crítico, y más sucios de lo que se podría esperar (A caminar, 2019). Del mismo modo, la ciudad de Iquitos no es ajena a esta problemática, ya que debido al rápido crecimiento poblacional acompañado de la falta de educación ambiental, están generando cada vez más residuos sólidos sin ser aprovechados o reutilizados. Por lo tanto, el volumen de plásticos representa el 17,4% de los residuos sólidos, por detrás de los residuos sólidos domiciliarios que representan el 50,4% de residuos orgánicos (Solis F, 2015).

Por otro parte, entre las materias primas biodegradables, se pueden mencionar muchas de origen natural, que han tenido una gran utilidad en diferentes campos de la industria química y biológica, tales como el limoneno, el cual es un solvente natural extraído de forma comercial de cáscara de cítricos como las naranjas, residuo que se genera en gran cantidad en lugares que expenden este producto vegetal (Silva *et al*, 2010).

El objetivo general de la investigación es obtener un barniz ecológico mediante el aprovechamiento de residuos de poliestireno expandido y cáscara de naranja. Se buscó específicamente: i) Determinar la cantidad de residuos de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) que se generan en la ciudad de Iquitos; ii) Determinar la cantidad de aceite esencial obtenido a partir de los residuos de cáscara de naranja que se generan en la ciudad de Iquitos; iii) Determinar la dilución apropiada de poliestireno expandido y aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), a emplearse como barniz ecológico para madera. Por lo tanto, los resultados de esta investigación potencialmente tendrán impactos beneficiosos a corto, mediano y largo plazo, en el ámbito ambiental, social y científico. Desde el punto de vista ambiental, contribuirá a la reducción y reutilización de residuos de poliestireno expandido y cáscara de naranja, el cual conllevaría a una disminución en la proliferación de vectores de enfermedades. Asimismo, durante la aplicación en madera el barniz ecológico no causa ningún daño a la salud. Desde el punto de vista social, contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas, ya que pueden comercializar este producto, cuyos insumos para su fabricación es totalmente accesible y barata. Desde el punto de vista científico, este proyecto es un aporte fundamental, sobre todo para las industrias del rubro de pintura, barnices y lacas, quienes tendrán una buena alternativa para fabricar un nuevo producto que es amigable con el ambiente, y que incluso desprende olor agradable a naranja.

Por ende, la presente investigación se encuentra organizada en 6 capítulos, cuyo contenido se describe a continuación. El capítulo I, describe la problemática de los residuos de poliestireno expandido, Asimismo, se presenta el uso de un solvente natural no tóxico. Por ende, se describe la justificación, los objetivos y los resultados esperados del estudio. El capítulo II, presenta los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y las definiciones de términos básicos. El capítulo III, presenta el tipo y diseño metodológico, la población y muestra. Además, presenta los instrumentos utilizados durante la investigación. En el capítulo IV, se detallan los resultados obtenidos durante el muestreo realizado en los mercados de Iquitos. Seguidamente se presenta los resultados del rendimiento de la extracción de los residuos de cáscaras de naranjas. Finalmente, se presenta la dilución apropiada y la aplicación del barniz ecológico en madera. En el capítulo V, se interpretan y comparan los resultados con otras investigaciones ordenados de acuerdo a los objetivos presentados. En el capítulo VI se detallan las conclusiones, las recomendaciones para otras investigaciones. Además, las referencias utilizadas en la investigación, y en los anexos se presentan las imágenes de las actividades desarrolladas.



## **CAPÍTULO II**

### **2.1. Marco referencial**

#### **2.1.1. Antecedentes del estudio.**

En la investigación titulada “Plan de negocio para el aprovechamiento de residuos de naranja en Bogotá D.C. y la generación de oportunidades innovadoras y sostenibles con miras al mercado internacional” realizaron una propuesta de alternativa sostenible para el aprovechamiento y creación de productos a partir de los residuos de naranja, como parte de una solución al aumento considerable de residuos derivados de este fruto, tanto en el consumo y el procesamiento agroindustrial. De esta manera, los resultados obtenidos demuestran que el proyecto es económicamente viable y que la puesta en práctica requiere de una disciplina ambiental para generar un apoyo multidisciplinar (Trujillo A, 2019). Asimismo, en un estudio realizado en el Mercado Tahuantinsuyo en Independencia, Perú, proponen el aprovechamiento de residuos de cáscaras de naranjas de las juguerías, ya que el lugar presenta deficiencias con respecto al manejo adecuado de sus residuos sólidos, que en su mayoría son de tipo orgánico provenientes de las 10 juguerías, y que cada una genera entre 10 a 15 kg de residuos de cáscaras de naranja diariamente (Ríos A, 2017).

Por ende, en la investigación “Obtención de aceite esencial y pectinas de la cáscara de naranja y diseño de la unidad de extracción” estudiaron y evaluaron el tratamiento de los residuos generados por los vendedores ambulantes que comercializan jugos de naranja, con el fin de hallar una solución a la problemática ambiental y social que ellos generan. Se realizó la extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja recolectada en los barrios Bosque izquierdo y La Alameda del centro de Bogotá con los métodos de hidrodestilación, extracción con solvente y arrastre con vapor, siendo este último el mejor método obteniendo un rendimiento del 1,14 % a una presión de 1 atmósfera y un tiempo de extracción de 120 minutos. Asimismo, con 1 kg de cáscaras en las tres extracciones el rendimiento ml/kg fue de 9,94 ml/kg; 10.94 ml/kg y 13.42 ml/kg (Pérez J, et al, 2019). Del mismo modo, en la investigación “Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscara de naranja” trabajaron con 1 kilogramo de cáscaras. Por ende, los rendimientos obtenidos fueron de 10 ml/kg de cáscara fresca. Además, el tiempo de extracción de aceite esencial con vapor con agua fue de 4,5 horas (Cerón I y Cardona C., 2011).

Por otro lado, en la investigación titulada “Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de naranja, Lima 2017” tuvo como objetivo determinar la

cantidad de aceite esencial de naranja empleado en la recuperación del poliestireno expandido (EPS). En cuanto a la metodología, la investigación tuvo un diseño experimental, puesto que se trabajó con 5 grupos experimentales por 3 repeticiones cada una y se manipularon las variables intencionalmente. Por ende, la investigación se desarrolló de la siguiente manera: Se utilizaron platos de poliestireno expandido (EPS) y aceite esencial de naranja. De esta manera, se colocó aceite esencial de naranja en el vaso de precipitado. Luego, se adicionó poliestireno expandido (EPS) en partes pequeñas. Asimismo, se utilizó un agitador magnético con una temperatura de 75°C y 250 RPM para cada muestra y con un cronometro se contabilizo el tiempo de recuperación. Según los análisis experimentales en prueba piloto se obtuvo la proporción idónea para lograr la recuperación del poliestireno siendo esta de 1:1 en masa, de poliestireno expandido (EPS) /aceite esencial de naranja. Finalmente, los resultados obtenidos después de las pruebas experimentales demuestran que el uso de aceite esencial de naranja permite la recuperación del poliestireno expandido en su totalidad con un porcentaje de 50% en ambos casos (Lozada, 2017).

Asimismo, en la investigación “Aprovechamiento de nuevos productos en base a poliestireno expandido recuperado”, buscaron una solución al problema de la acumulación de residuos de poliestireno expandido, que provienen en su mayoría del empaquetado de productos electrodoméstico. De esta manera, utilizaron una relación de 7.3 g de EPSr por cada 100 g de limoneno de naranja y limón. Esta formulación fue evaluada mediante la aplicación en madera y papel para observar la afinidad superficial en ambos. Obteniendo como resultado que la solución de limoneno de la naranja dulce más brillante en comparación con el limoneno de limón. Asimismo, la utilización del EPSr como resina en base a limoneno, aplicado en madera, es muy factible debido a la buena afinidad y acabado logrado (Carillo J, et al, 2013)

Por su parte en la investigación titulada “Comparación de rendimiento de aceites esenciales de naranja como disolvente en resina de poliestireno expandido (EPS)” tuvieron como objetivo comparar el rendimiento de dos tipos diferentes de aceite esencial de cáscara de naranja como solventes en la resina del vehículo de una pintura a base de EPS, a través de análisis microscópicos y físico-químicos de las resinas. La metodología aplicada se basó en crear dos formulaciones conocidas como A y B, que se distinguen por los métodos de extracción del aceite de la cáscara de naranja, a saber, hidrodestilación y prensado en frío, respectivamente. Como resultado, observaron que el solvente obtenido por prensado en frío proporciona a la resina, además de un color naranja, mayor viscosidad, mayor compatibilidad y mayor adhesión a una superficie de

madera de marfil, mientras que la alternativa hidrohidratada demostró un alto brillo y más viscosidad, adecuado para la dispersión de pigmentos. Sabiendo que los aspectos insatisfactorios observados en la formulación B son fáciles de corregir, se concluye que esta resina funcionó mejor que la formulación A, por lo que es técnicamente factible usarla como una resina portadora de pintura basada en EPS (Olsson et al, 2015).

Por otro lado, en la investigación titulada “Eco-estireno de no reciclable a re-utilizable”, tuvieron como objetivo buscar un solvente que fuera capaz de deshacer el unicel o poliestireno para luego elaborar un barniz que sea amigable con el ambiente. Por ende, la metodología de la investigación es experimental, para ello, recolectaron el poliestireno de los residuos del Instituto Nacional de Humanidades, México, así como de la casa de los estudiantes. Luego, realizaron pruebas con tres diferentes disolventes (acetona, alcohol y acetato de etilo) para observar la eficacia en la desintegración del poliestireno, después de varias pruebas dieron con el Acetato de Etilo. Después realizaron pruebas de concentración añadiendo diferentes cantidades de poliestireno y acetato de etilo. Una vez realizadas las distintas concentraciones, se aplicaron sobre madera, y conglomerado respectivamente. Por consiguiente tuvieron los siguientes resultados: Con 10 ml de acetato de etilo más 0.5 g de poliestireno, se obtuvo un barniz visiblemente brillante y sin textura. Mientras, con 10 ml de acetato de etilo con 1 g de poliestireno se obtuvo un barniz visiblemente más brillante y con textura débil. Finalmente, con 10 ml de acetato de etilo con 2 g de poliestireno se obtuvo un barniz visiblemente más brillante que los demás y con una textura ideal (Alberola, et al, 2014).

Por su parte en la investigación titulada “Producción de pintura con residuos de cáscaras de naranja y poliestireno expandido (EPS)” tuvieron como objetivo seleccionar la resina más adecuada para la dispersión consiguiente de pigmentos. La metodología aplicada se basa en el proceso de producir una tinta con residuos de cáscaras de naranjas y Poliestireno Expandido (EPS), para ello la primera etapa por la que pasan los residuos de cáscaras de naranja es la limpieza de la piel, para separar el flavedo, la parte más externa, de las yemas y vesículas. Por ende, las conchas se trituraron y luego se hidrodestilaron en Clevenger durante un período de tres horas. Asimismo, las formulaciones de resina se desarrollaron con EPS residual. De esta manera, para seleccionar la resina más adecuada para la dispersión consiguiente de pigmentos, el tipo y la concentración de plastificante polimérico (cauchos termoplásticos ESB, SIS, SBS y SEBS, así como el aceite de soja epoxidado, ESBO) son variados y se utilizan solventes naturales, como el aceite esencial de cáscara de naranja y su componente

principal D-limoneno, como alternativas al aromático C9, ampliamente utilizado en la industria. La aplicación se realizó sobre superficies de MDF y marfil, y luego, se llevaron a cabo evaluaciones de elasticidad, adhesión al sustrato y revestimiento de la superficie mediante resinas. Los resultados obtenidos sugieren que ESBO y SEBS son compatibles con solventes naturales, lo que hace posible reemplazar el solvente aromático con alternativas sin comprometer la viabilidad técnica y económica del proceso propuesto (Olsson et al, 2015).

Asimismo, en la investigación: “Preparación, propiedades y posibles aplicaciones de un barniz fotoendurecible con agradable olor a limoneno”, tuvieron como objetivo estudiar a cerca de la preparación de recubrimientos olfativos a base de acrilato de uretano y la reducción de su olor desagradable durante el proceso de síntesis y curado mediante la adición de R - (+) - limoneno. De esta manera, el proceso de endurecimiento del barniz con limoneno se realizó mediante la evaporación del solvente. En cuanto al aislamiento del R - (+) – limoneno para la síntesis se obtuvo por destilación. Por ende, el aceite obtenido se analizó por método coulombométrico (contenido de agua) y también se comprobó su pureza mediante el método de cromatografía de gases. Asimismo, los barnices se analizaron con ayuda del siguiente método instrumental: RMN (Resonancia Magnética Nuclear), FTIR (espectroscopia infrarroja) y TGA (Análisis Termogravimétrico). Los resultados de estos estudios demostraron que los recubrimientos con moléculas de limoneno conservan sus propiedades y se caracterizan por una muy buena adherencia, cohesión y alto brillo. Este tipo de barnices se pueden aplicar para la preparación de recubrimientos protectores apropiados en la superficie de madera, metales y placas de clavos. Estos recubrimientos protectores no solo tienen un olor agradable, sino que también pueden tener propiedades bactericidas y fungicidas (Bednarczyk et al, (2016).

De acuerdo a la investigación “Evaluación de la producción de pintura a partir de los residuos de poliestireno expandido utilizando un solvente amigable con el ambiente”, aplicó una metodología de investigación que sugiere inicialmente pruebas de caracterización al residuo de poliestireno expandido, que permiten saber características propias del material. Asimismo, comprobaron que el d-limoneno cumple con las características buscadas para la realización de este proyecto. De esta manera, se empleó cáscaras de naranja como una opción más viable ambientalmente y económicamente, para la extracción se realizó un arrastre de vapor con un aparato tipo Clevenger. Luego de esto, se realiza un diseño de experimentos multifactorial con dos

factores y tres niveles, donde se analiza el efecto de la temperatura en la fase de mezclado y la relación que tiene la concentración de poliestireno expandido como vehículo en la elaboración de pintura. En el diseño se evalúan cuatro variables de respuesta: adhesión, viscosidad, tiempo de secado y poder de cubrimiento, comparando luego estas mismas propiedades con las realizadas en una pintura comercial. Los resultados al comparar el producto obtenido con uno comercial, fue que el producto obtenido tiene menor tiempo de secado, una adhesión 12 similar, posee mayor poder de cobertura y una viscosidad más alta, además de ser una pintura no toxica y amigable con el ambiente (Arcila I y MirandaJ, 2015).

Asimismo, en la investigación “Evaluación de un recubrimiento anticorrosivo a base de poliestireno expandido reciclado”, planteó un diseño experimental que constó inicialmente del desarrollo de dos formulaciones que se obtuvieron en función de diferentes cantidades de poliestireno expandido reciclado, D-Limoneno, dióxido de titanio, óxido de zinc y octoato de cobalto como secante. Al finalizar la preparación de las formulaciones se procedió a evaluar sus propiedades físicas, químicas y reológicas; observando que los resultados obtenidos estaban dentro de los límites permisibles que establece la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1045 “Pinturas anticorrosiva. Esmalte alquídico brillante. Requisitos”. Por ende, la formulación óptima del recubrimiento se logró usando 80 gr de EPS reciclado, 200 ml de D-Limoneno como solvente que brinda propiedades inhibitoras, 13,5 gr de óxido de zinc que aporta resistencia a la corrosión evitando la formación de mohos en la superficie del sustrato, 8,7 gr de dióxido de titanio que proporciona color, 5 gr de carbonato de calcio y 2% octoato de cobalto como agente secante de la película (Cárdenas, T. 2018).

Por su parte, en la investigación “Uso de poliestireno expandido reciclado para la obtención de un recubrimiento anticorrosivo” planteó como objetivo uso de poliestireno expandido reciclado utilizando limoneno como solvente para su uso como anticorrosivo. En cuanto a materiales y métodos se desarrollaron diferentes formulaciones que se obtuvieron en función de diferentes cantidades de poliestireno expandido reciclado, limoneno, dióxido de titanio y óxido de zinc, utilizando una cantidad constante de octoato de cobalto como aditivo. Al término de la preparación de cada formulación se procedió a evaluar el potencial anticorrosivo del recubrimiento sobre placas metálicas de acero al carbono mediante un ensayo de cámara de niebla salina. Por ende, los resultados obtenidos fue que al comparar el recubrimiento obtenido con un recubrimiento comercial en cuanto a su

eficiencia y capacidad para la prevención y control de la corrosión, se pudo concluir que el recubrimiento desarrollado en este proyecto solo presentó un 10 % de superficie corroída, frente al 50 % de superficie corroída de la probeta pintada con el recubrimiento comercial (Meza et al, 2016).

Asimismo, Avellaneda D. (2017) en su investigación tuvo como objetivo llevar a cabo la elaboración de un recubrimiento a partir del reciclaje de poliestireno expandido diluido con d-limoneno utilizando posteriormente octoato de cobalto como secante para la mezcla y adicionando dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) en pasta como pigmento. De esta manera, determinó mediante experimentación que la resina principal de la relación 4:2 (18g de poliestireno expandido reciclado por cada 50mL de d-limoneno) fue la mejor para realizar todas las muestras a lo largo del desarrollo de todas las pruebas del proyecto. Del mismo modo, en las diferentes muestras obtenidas notó que la mayoría de las formulaciones tuvieron desempeños aceptables y sobresalientes, lo que demuestra que la calidad de la resina obtenida es buena en general y cumplió con el objetivo para el que fue desarrollada.

## **2.1.2. Bases teóricas**

### **2.1.2.1. Generalidades del Poliestireno**

El poliestireno es un polímero versátil cuyas principales características son la transparencia, la facilidad de procesamiento, su fácil coloración, y bajo costo. Además, es uno de los termoplásticos de mayor volumen. Por lo tanto, existen diferentes tipos poliestireno entre los que tenemos el poliestireno cristal (GP-PS), de alto impacto (HIPS), y el expandido. (Textos científicos, 2005)

### **2.1.2.2. Usos del Poliestireno**

El uso más común del poliestireno es como poliestireno expandido, conteniendo 5% de poliestireno y 95 % de aire, este se puede moldear muy fácilmente en diversas formas, es por ello que es ampliamente empleado en la fabricación de envases, platos, vasos y materiales para embalaje (Newell y James, 2010).

### **2.1.2.3. Poliestireno expandido**

Este material se obtiene mediante el moldeo con vapor en presencia de un agente espumante como el pentano, se utiliza mayormente para producir envases como platos y vasos desechables y productos de baja densidad. Sus características físicas lo

catalogan como ligero e idóneo para poder utilizarlo como embalaje de electrodomésticos gracias a su alta resistencia a humedad e impactos (Lozada, 2017). Otra definición de este plástico lo cataloga como un material de plástico celular, rígido elaborado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expandible. (Palacios et al, 2014)

#### **2.1.2.4. Impactos del uso de Poliestireno expandido (EPS)**

El poliestireno expandido también conocido como corcho blanco produce un gran impacto en nuestro medio ambiente debido el mayor volumen de residuos que son arrojados sin ningún aprovechamiento en una ciudad; además por ser un residuo derivado del petróleo y consumido en los diversos centros comerciales, familias, etc. (Lozada, 2017).

#### **2.1.2.5. Reciclaje del Poliestireno expandido.**

Existen diferentes alternativas para el reciclaje del Poliestireno expandido tales como:

**Reciclaje en el proceso de producción:** Este es el método más practicado que consiste en despedazar mecánicamente el material, así de esa manera, formar nuevas piezas con material reciclado.

**Reciclaje para obtener pegamento y barniz:** El Poliestireno expandido es sensible a los disolventes orgánicos. Por ende, es posible utilizar este polímero en solución para diferentes aplicaciones. De este modo, una disolución a bajas concentraciones se puede utilizar como un recubrimiento común o barniz para papel, cartón o madera.

**Reciclaje en el compostaje y aireación del suelo:** El Poliestireno expandido es un material inerte, cuyo factor importante es que contiene aire, además de tener escasa absorción de agua. De esta manera contribuye a que el compost y el suelo tengan un esponjamiento duradero para el material en descomposición.

**Reciclaje para losetas protectoras:** La función del poliestireno expandido es de un material antigolpes, que se puede poner en el suelo o áreas de juego.

**Reciclaje para obtener otros productos:** En este grupo se encuentran zócalos, marcos para fotos, materiales para la construcción, etc. (Arriola y Velásquez, 2013)

Por otra parte, en Colombia utilizan los siguientes métodos para el reciclaje del Poliestireno Expandido (Samper et al, 2008):

**Reciclaje directo:** Consiste en la recuperación de los residuos generados por las propias industrias, de las cuales, reciclan residuos limpios y no contaminados.

**Reciclaje químico:** Consiste en la solubilidad del material en diferentes solventes de acuerdo a su característica de polaridad usando un solvente con la misma característica.

**Reciclaje mecánico:** Consiste en la reducción de tamaño mediante la aplicación de una serie de fuerzas.

#### **2.1.2.6. Cáscara de naranja (epicarpio)**

Es la parte de color anaranjado característico de la naranja ubicado en la parte externa de la fruta cítrica, asimismo protege a la naranja y es de vital importancia ya que en ella se encuentra el aceite esencial d-limoneno (Lozada, 2017).



### 2.1.2.7. Características físicas y químicas de la cáscara de naranja

A continuación se presentará la composición físico-química de la cáscara de naranja:

**Tabla 1:** Composición físico-química de la cáscara de naranja.

<b>Componentes principales</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Materia seca	90
Proteína	6
Carbohidratos	62,7
Grasas	3,4
Fibra	13
Cenizas	6,9
<b>Minerales</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Calcio	2
Magnesio	0,16
Fósforo	0,1
Potasio	0,62
Azufre	0,06
<b>Vitaminas</b>	<b>Cantidad (mg/kg)</b>
Colina	770
Niacina	22
Ac. Pantoténico	14,96
Riboflavina	22,2
<b>Aminoácidos</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Arginina	0,28
Cistina	0,11
Lisina	0,2
Metionina	0,11
Triptófano	0,06

**Fuente:** Bernal, 2012.

### 2.1.2.8. Aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)

Los aceites esenciales son sustancias orgánicas constituidas por terpenos, sesquiterpenos y compuestos aromáticos que se localizan en determinados órganos de la planta frutos (Lozada, 2017).

**Tabla 2:** Determinación de la composición % del aceite esencial de naranja.

<b>Componentes</b>	
Limoneno	90,97%
b-linalol	1,97%
b-mirceno	1,75%
Pineno	0,53%
c-terpinoleno	1,65%

**Fuente:** Cerón I y Cardona C. (2011)

#### **2.1.2.9. Limoneno**

Es un aceite esencial con un alto contenido de terpenos, en el caso de la naranja y el limón puede tener hasta un 90 % de D-limoneno (Bello, 2012). Asimismo, el d-limoneno es un líquido de color amarillo anaranjado a naranja oscuro, su olor y sabor peculiar característico a la parte externa de la cáscara fresca de la naranja dulce, posee una densidad 0.842 (unidad de la densidad) a 0.846, se utiliza como agente saborizante, entre otros usos (Lozada, 2017).

#### **2.1.2.10. Clases de limoneno**

El d-limoneno y el l-limoneno: el d-limoneno es el aceite esencial extraído de la corteza de naranja. En cambio el l-limoneno aceite extraído de la corteza de limón. (Bello, 2012)

#### **2.1.2.11. Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja**

La extracción de d-limoneno (aceite esencial cáscara de naranja) se realiza a través del proceso de destilación del epicarpio del fruto de la naranja. Asimismo, uno de los métodos más utilizados para la extracción es la destilación por arrastre de vapor, ya que es un procedimiento sencillo, seguro y muy conocido. De esta manera, este método consiste en realizar mediante un proceso de vaporización a temperaturas por debajo de su temperatura de ebullición de los componentes volátiles por acción de una corriente directa de vapor de agua suministrada, el cual calienta la mezcla hasta su punto de ebullición, los vapores que salen se enfrían con un condensador, obteniéndose una fase de agua y aceite, el cual es separado por decantación (Lozada, 2017).

### 2.1.2.12. Barniz

En su definición más breve se dice que es la disolución de una o más resinas en un líquido que al aire se volatiliza o se deseca. Además, el barniz está constituido por resinas o aceites y disolventes, este se puede aplicar a las pinturas de acabado que poseen una pigmentación fina y un color determinado, adquiriendo un aspecto decorativo y de protección a la superficie que se le aplique. Existen cuatro tipos de barnices, según su apariencia (Alberola et al, 2014):

**Barniz brillante:** Conocido por su adherencia y durabilidad. Sus principales características son transparencia, impermeabilización y protección a cualquier superficie. Es utilizado para la decoración y protección de madera natural o teñida, en interiores o exteriores.

**Barniz mate:** A diferencia del barniz brillante, este es de secado rápido y puede ser aplicado con pincel y esponja.

**Barniz Satinado:** Es mucho más resistente a las manchas, teniendo más brillo que el barniz mate. Siendo ideal para tipo de superficies de madera en interiores y exteriores.

**Barniz fijador:** Funciona como mate o brillante. Se utiliza como solvente final en lienzos y pinturas. Ideal para óleos, acrílicos, tiza, carbonilla, pastel y témpera.

Las herramientas para un eficaz aplicado de barniz dependiendo su superficie: si es una superficie lisa, se debe aplicar con una brocha plana grande; si la superficie es de menor tamaño, se aplica con una brocha plana pequeña. Asimismo, el rendimiento común que obtienes con un litro de barniz es el área de 12 metros cuadrados. (Alberola et al, 2014)

### 2.1.3. Definición de términos básicos

**2.1.3.1. Residuo de Poliestireno expandido:** Son residuos que son utilizados diariamente, desde el recipiente de nuestras bebidas calientes, hasta los envases que pedimos para llevar comida de los restaurantes, o acompañando productos (queso, frutas, etc.) principalmente en supermercados. (Rodríguez, 2018)

**2.1.3.2. Residuo de cáscara de naranja:** Es la capa protectora del fruto, del cual puede desprenderse. Se encuentra ubicado en la parte externa de la fruta cítrica. En ella también se encuentran la mayor parte de los nutrientes y de los beneficios que aportan las frutas. (EcuRed, 2019)

**2.1.3.3. Solubilización:** Se trata de una medida de la capacidad de una cierta sustancia para disolverse en otra (VadeQuímica, 2019).

**2.1.3.4. Soluto:** Es la sustancia que se dispersa en el solvente. Corresponde a la sustancia que se disolverá y generalmente aparece en pequeñas cantidades en la solución (NúcleoVisual, 2018).

**2.1.3.5. Disolvente:** Es la sustancia en la que se disolverá el soluto para formar un nuevo producto. Se presenta en mayor cantidad en la solución (NúcleoVisual, 2018).

**2.1.3.6. Barniz:** Es una capa protectora transparente que ofrece un acabado con tonos que imitan los colores de las distintas maderas (EcuRed, 2011).

## CAPITULO III

### 3.1. Materiales y métodos

#### 3.1.1. Hipótesis y especificación de las variables

##### 3.1.1.1. Hipótesis

Mediante el aprovechamiento de los residuos de poliestireno expandido y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) es posible elaborar un barniz ecológico para madera en la ciudad de Iquitos.

##### 3.1.1.2. Identificación de las variables

###### Variables independientes

Formulaciones de residuos de poliestireno expandido y aceite esencial de cáscara de naranja.

###### Variables dependientes

Obtención de un barniz ecológico.

##### 3.1.1.3. Operacionalización de las variables.

**Tabla 3:** Variables, Indicadores e índices

Variables	Indicadores	Índices
<b>Variable Independiente:</b> X: Formulaciones de residuos de poliestireno expandido y aceite esencial de cáscara de naranja.	Masa de poliestireno expandido por volumen de aceite esencial de cáscaras de naranja empleado en la dilución.	g/ml
<b>Variable dependiente:</b> Y: Obtención de un barniz ecológico.	Recubrimiento presente en la madera.	Brillo y Adherencia

##### 3.1.2. Tipo y diseño de investigación.

La investigación es de tipo descriptivo porque se observaron las características físicas, químicas del aceite esencial de la cáscara de naranja para solubilizar el material de poliestireno expandido.

Asimismo, es experimental, ya que para obtener el barniz se preparó diferentes proporciones de poliestireno expandido combinado en aceite esencial de cáscara de naranja. Luego, se procedió aplicar las diferentes formulaciones del producto resultante en madera hasta encontrar una disolución que cumpla con los criterios de un barniz (Adherencia y brillo).

### **3.1.3. Población y muestra**

La población estuvo conformada por los residuos de poliestireno expandido que se generan en la ciudad de Iquitos, así como los residuos de cáscaras de naranjas que se generan en los mercados de la ciudad.

La muestra fueron recolectados de las vendedoras de jugo de naranja de los principales mercados tales como el Mercado Modelo, Central y Belén, empleando un total de 20 kg de cáscaras de naranja. Al igual que los residuos de poliestireno expandido, la muestra empleada fue de 23 gramos.

### **3.1.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos**

#### **3.1.4.1. Técnicas de recolección de datos**

**Observación y manipulación de la muestra:** Se observaron el proceso de recuperación del poliestireno expandido (EPS) solubilizado en aceite esencial de residuos de cáscara de naranja. Además, se realizó la manipulación directa de insumos utilizados en el proceso.

**Revisión bibliográfica:** se realizó la revisión de fuentes bibliográficas con respecto al tema a ser desarrollado en el presente trabajo de investigación.

#### **3.1.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se emplearon fueron los siguientes:

##### **a) Etapa de campo**

- Ficha de registro de datos.
- Bolsas para recojo de residuos.
- Balanzas
- Cámara fotográfica.

##### **b) Laboratorio**

- Matraz

- Trituradora
- Balanza analítica
- Envases
- Agua
- Pipeta
- Cáscaras de naranjas
- Pera de decantación
- Soporte
- Condensador
- Serpentina
- Vasos de precipitados
- Varillas de vidrios

#### **3.1.4.3. Procedimiento de recolección de datos**

**Determinar la cantidad de residuos de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) que se generan en la ciudad de Iquitos.**

Para determinar la cantidad de residuos de cáscara de naranja que se generan en la ciudad de Iquitos, se trabajó con los tres principales mercados de la ciudad, Modelo, Central y Belén. De esta manera, durante 7 días de la semana se realizó el muestreo para recolectar la cáscara de naranja, producto de las actividades que realizan las personas que expenden este producto, luego se procedió al pesado y la respectiva anotación del peso en la ficha de registro. Por ende, aplicando la media se determinó el porcentaje de residuos de cáscara que se genera diariamente.

**Determinar la cantidad de aceite esencial obtenido a partir de los residuos de cáscara de naranja que se generan en la ciudad de Iquitos.**

Para determinar la cantidad de aceite esencial obtenido a partir de los residuos de cáscara de naranja, se procedió a coleccionar los residuos de cáscaras de los principales mercados de la ciudad de Iquitos, luego fueron trasladados al laboratorio para ser triturados, picados y pesados. Por ende, se procedió a extraer el aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor. Se realizó tres extracciones empleando un total de 20 kg de residuos de cáscaras de naranjas. De esta manera, en la primera extracción se empleó 6 kg, en la segunda 8 kg y en la tercera la misma que la primera extracción. Cabe resaltar que en la primera y segunda extracción las cáscaras fueron

trituradas en una máquina trituradora. No obstante, en la tercera extracción las cáscaras fueron picadas o cortadas utilizando un material punzocortante.

**Determinar la dilución apropiada de poliestireno expandido y aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), a emplearse como barniz ecológico para madera.**

Para determinar la dilución apropiada de poliestireno expandido y aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), se procedió a limpiar las muestras de poliestireno expandido en el laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Científica del Perú, donde se realizó al pesado, lavado y secado para su posterior uso (23 g). Seguidamente se realizaron nueve (9) formulaciones de poliestireno expandido (g) y aceite esencial de residuos de cáscaras de naranjas (ml). Siendo las formulaciones de 0.5 g/10 ml, 1 g/10 ml, 1.5 g/10 ml, 2 g/10 ml, 2.5 g/10 ml, 3 g/10 ml, 3.5 g/10 ml, 4 g/10 ml y 5 g/10 ml.

### **Prueba del barniz**

Los criterios para seleccionar la mejor proporción de EPS/aceite esencial para la obtención del barniz ecológico fueron su capacidad de recubrir y adherirse en la madera, así como el resultado del brillo. De esta manera, antes empezar con la aplicación de las diferentes proporciones se procedió a realizar el lijado de la madera. Luego, en ella se dibujó una tabla de nueve (9) cuadrados cada uno correspondiente a una proporción formulada (EPS/Aceite esencial). Por ende, se procedió a esparcir el barniz ecológico en la madera utilizando un pincel de tamaño 2, donde sumergimos la longitud completa del cabello. El esparcimiento se llevó a cabo de manera uniforme, nivelando y suavizando las capas mediante largos trazos cruzados sobre las iniciales. Una vez aplicada todas las formulaciones, se procedió mediante la observación y el tacto verificar cuáles de las prueba realizadas cumplían con los criterios mencionados anteriormente.

### **3.1.5. Procesamiento y análisis de datos.**

Se presentaron mediante tablas y gráfico de barras, y su análisis se realizó mediante el programa Microsoft Excel y minitab 17.



## CAPÍTULO IV

### Resultados

#### a) Determinación de la cantidad de residuos de cáscaras de naranjas (*Citrus sinensis*) que se generan en la ciudad de Iquitos.

Para ello trabajamos con los principales mercados de abasto de la ciudad de Iquitos tales como: Mercado de Belén, Mercado Modelo y Mercado Central. De esta manera, identificamos los puntos de venta que comercializan la naranja. Una vez identificado socializamos el proyecto con las expendedoras del fruto, posterior a ello la firma de su consentimiento informado, garantizando la participación e involucramiento del trabajo. De esta manera, a cada expendedora se le entregó una bolsa diariamente para que depositen sus residuos de cáscaras de naranjas derivado de la venta, para luego pasar a recogerlo. Esta práctica se realizó durante siete (7) días de la semana (tabla 4).

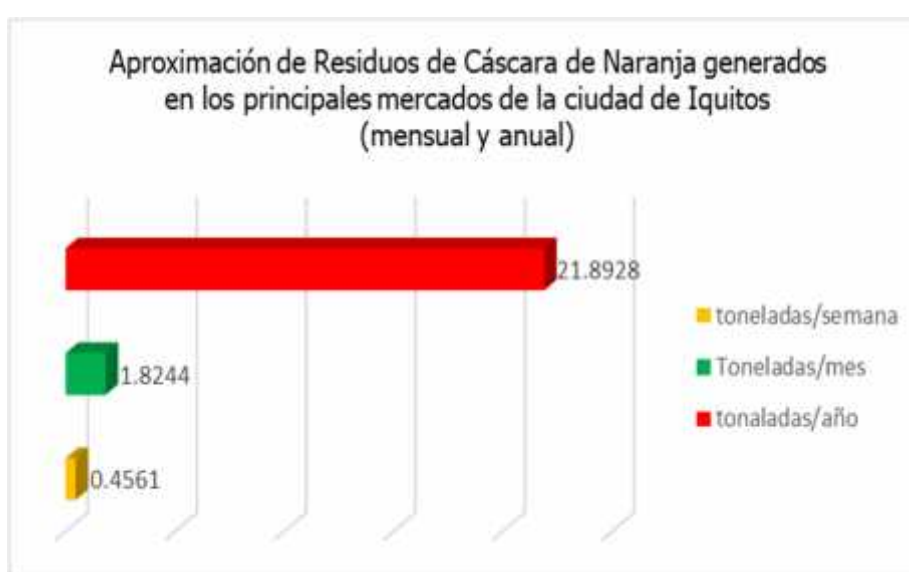
**Tabla 4:** Volumen de residuos de cáscaras de naranjas generado en los principales mercados de la ciudad de Iquitos.

Zona de muestreo (Mercado/Vendedor)	Generación de residuos sólidos (Cáscara de naranja) kg							Total
	Día	Día	Día	Día	Día 5	Día	Día	
	1	2	3	4		6	7	
Belén/Vendedor 1	5.8	7.5	5.5	12	12.3	15	9.5	67.6 kg/sem
Belén/Vendedor 2	3	-	4	0.8	0.8	2.6	1.5	12.7 kg/sem
Belén/Vendedor 3	6	5	9	8	8.5	10	5.5	52 kg/sem
Central/Vendedor 4	5.5	4.4	3.5	7	5.5	0.5	3.5	29.9 kg/sem
Central/Vendedor 5	-	6	6	9	7	-	7	35 kg/sem
Central/Vendedor 6	4.5	24	26	16	17	6.5	4.5	98.5 kg/sem
Modelo/Vendedor 7	10	16	-	11.5	7.5	15	10	70 kg/sem
Modelo/Vendedor 8	7.6	10	7.5	10	5	9	9.2	58.3 kg/sem
Modelo/Vendedor 9	-	6	7	2	2.6	7	7.5	32.1 kg/sem
							<b>Total</b>	<b>456.1</b>
								<b>kg/sem</b>
							<b>Media</b>	<b>65.2 kg/día</b>

Fuente: Elaboración propia

La **tabla 4** muestra la caracterización de residuos de cáscara de naranja generados en los principales mercados de la ciudad de Iquitos, obteniendo un total de 456.1 kg/semana, con una media de 65.2 kg/día de residuos que se generan aproximadamente. De esta manera, en el mercado Belén se genera un total de 132.3 kg/semana, con una media de 18.9 kg/día. Asimismo, en el mercado Central se genera un total de 163.4 kg/semana, con una media de 23.3 kg/día. Finalmente, en el mercado Modelo se genera un total de 160.4 kg/semana, con una media de 22.9 kg/día.

**Gráfico 1:** Aproximación del volumen de residuos de Cáscaras de naranja generados en los principales mercados de la ciudad de Iquitos.



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico 1** se realiza una aproximación con los datos obtenidos, para los residuos de cáscara de naranja, determinados en toneladas por mes y año. De esta manera, se estaría generando en los principales mercados de la ciudad de Iquitos 21.89 toneladas al año; 1.89 toneladas al mes y 0.46 toneladas a la semana.

**b) Determinación de la cantidad de aceite esencial obtenido a partir de los residuos de cáscara de naranja que se generan en la ciudad de Iquitos.**

Para determinar la cantidad de aceite esencial, se procedió a recolectar la cáscara de naranjas de los principales mercados de abastos de la ciudad de Iquitos. Luego, fueron trasladados al laboratorio para ser triturados y pesados. De esta manera, se procedió a

extraer el aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor tipo Clevenger (Anexo 2).

**Tabla 5:** Extracción de aceite esencial de cáscaras de naranja mediante destilación por arrastre de vapor.

<b>N° de pruebas</b>	<b>Peso de la muestra (kg)</b>	<b>Estado de las cáscaras(color)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Volumen (ml)</b>	<b>Rendimiento de aceite esencial</b>
1	6kg	Amarillas	1.6	110	18.3 ml/kg
2	8kg	Amarillas	2.2	152	19 ml/kg
3	6kg	Verdosas	1.9	43	7.2 ml/kg

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se puede observar que se realizó tres (3) destilaciones, de las cuales en la primera se utilizó 6 kg de cáscaras de naranja, en la segunda 8 kg y en la tercera 6 kg. De esta manera, se obtuvo 110 ml de aceite utilizando 6 kg de cáscaras en un tiempo de 1.6 h. Asimismo, se obtuvo 152 ml de 8 kg de cáscaras en un tiempo de 2.2 h. Finalmente, se obtuvo 43 ml de 6kg de cáscaras en un periodo de 1.9 h. Como se puede observar en la primera y tercera prueba se realizó con la misma cantidad de cáscara de naranja (6kg). Sin embargo, el rendimiento no fue la misma, ya que existe una diferencia de 67 ml respecto a la otra. Esto puede deberse a la forma de cortados de las cáscaras, ya que en la primera y segunda extracción se empleó una máquina trituradora donde las cáscaras salen en una menor dimensión. Por ende, en la tercera extracción se empleó un material punzocortante para desmenuzar la cáscara cuyo tamaño resultante es más grande. También, puede deberse al estado de las cáscaras, ya que en la primera se utilizó cáscaras de naranjas más maduras (amarillas) respecto a la tercera donde las cáscaras eran verdosas.

**c) Determinación de la dilución apropiada de poliestireno expandido y aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a emplearse como barniz ecológico para madera.**

Para determinar la dilución apropiada de poliestireno expandido y aceite esencial, se realizó el lavado, secado y pesado de las muestras de poliestireno expandido en el

laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Científica del Perú. Para el pesado se empleó una balanza analítica. Por consiguiente, se realizó las preparaciones de las diferentes proporciones de poliestireno expandido (g) y aceite esencial de cáscaras de naranjas (ml) para obtener el barniz (tabla 6).

**Tabla 6:** Formulaciones para la elaboración del barniz ecológico

N° de Ensayo	Proporción		P/P	T. Recuperación (minutos)
	Poliestireno (EPS) (g)	Aceite de naranja (ml)		
1	0.5	10	0.5/10	2.2
2	1	10	1/10	4.5
3	1.5	10	1.5/10	8.3
4	2	10	2/10	11.7
5	2.5	10	2.5/10	13.8
6	3	10	3/10	15.6
7	3.5	10	3.5/10	18.4
8	4	10	4/10	20.9
9	5	10	5/10	25

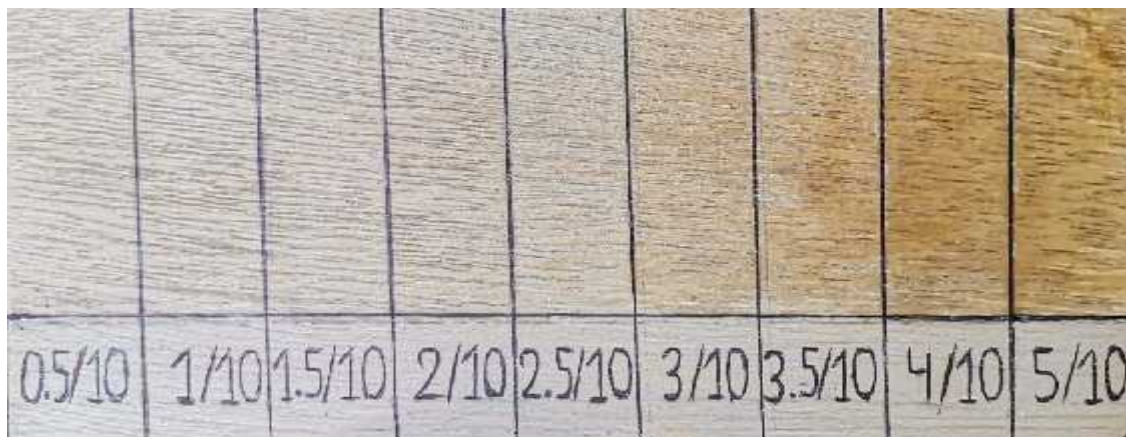
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se puede observar que se realizaron nueve (9) formulaciones siendo la variación de la relación principal de 0.5 g de poliestireno expandido (0.5g, 1g, 1.5g, 2g, 2.5g, 3g, 3.5g, 4g, 5g). Asimismo, se trabajó con una proporción constante de 10 ml de aceite de naranja. De esta manera, se pudo observar que la relación 0.5/10 es el valor mínimo en tiempo de recuperación con 2.2 minutos. No obstante, la relación 5/10 es el valor alto en tiempo de recuperación con 25 minutos.

### Prueba de barniz ecológico

Cabe resaltar que los criterios para seleccionar la mejor proporción de EPS/aceite esencial para la obtención del barniz ecológico es su capacidad de recubrir y adherirse en la madera, así como el resultado del brillo. Por lo tanto, de las nueve (9) formulaciones la que cumplió los criterios fue la dilución de la relación 5/10, a diferencia de las demás diluciones que se observó una mínima adherencia y un bajo brillo, es decir, con una opacidad alta (Figura 1).

**Figura 1:** Resultado de la aplicación en madera durante 48 horas de las diferentes proporciones de barniz ecológico.



En la **figura 1** se observa que la dilución 5/10, es decir, 5 g de poliestireno expandido por 10 ml de aceite esencial de cáscaras de naranjas, luce notoriamente más brillante con una adherencia que recubre todo el cuadro en la superficie de madera. A diferencia de los demás que presentan una adherencia regular y escasa al igual que el brillo. Logrando observar que para ambos casos luego de aplicar el barniz se logró percibir un olor agradable a naranja. Cabe resaltar que éste resultado se observaron después de 48 horas.

## CAPÍTULO V

### Discusión

Al no existir estudios sobre caracterización física de residuos de cáscara de naranja generados en la ciudad de Iquitos, la presente investigación es importante porque da a conocer la realidad sobre la cantidad de residuos que se generan en los principales mercados de nuestra ciudad y que en su mayoría son dispuestos finalmente en los botaderos impactando de manera negativa al medio ambiente, dato corroborado por el estudio realizado por Trujillo, A. (2019) en la ciudad de Bogotá-Colombia donde manifiesta que la naranja como parte del consumo y procesamiento agroindustrial genera un aumento considerable de residuos orgánicos derivados de este fruto que en su mayoría son arrojados a los botaderos sin conocimiento de los diversos usos alternativos que se le puede brindar. Asimismo los datos de la presente investigación reporta que de los tres principales mercados de Iquitos, semanalmente el mercado Central genera mayor cantidad de residuos de cáscara de naranja (**163.4 kg/sem**), seguido por el mercado Modelo (**160.4 kg/sem**) y siendo el mercado Belén (**132.3 kg/sem**) el que menos genera (considerando que es en este último existe una amplia y variada riqueza en frutas, lo cual dificulta el consumo exclusivo y la generación particular de algún tipo de residuo, más esto abre campo para otras investigaciones), comparando con el estudio realizado por Ríos A, (2017) en el mercado Tahuantinsuyo del distrito de Independencia en Perú reportan que 10 juguerías generan entre 10 a 15 Kg de residuos de cáscaras de naranja al día, semanalmente cada juguería genera un total de 105 Kg/sem., en la sumatoria total de la 10 jugueria generan 1050 kg/sem. Con aproximaciones mensuales 4200 Kg (4.2 tn) de datos similares a los obtenidos en el mercado central con un total 653.6 Kg/mensuales.

En la presente investigación la extracción del aceite esencial de residuos de cáscaras de naranja se realizó por destilación por arrastre de vapor tipo Clevenger, al igual que Arcila I y Miranda J. (2015) en su estudio “Evaluación de la producción de pintura a partir de los residuos de poliestireno expandido utilizando un solvente amigable con el ambiente”. Del mismo modo, Olsson *et al* (2015) en su investigación “Comparación de rendimiento de aceites esenciales de naranja como disolvente en resina de poliestireno expandido (EPS)”. Además, Bednarczyk *et al* (2016) también utilizó el mismo método descrito anteriormente en su estudio “Preparación, propiedades y posibles aplicaciones de un barniz fotoendurecible con agradable olor a limoneno”. Entre otros autores que emplearon este método tenemos a Cerón I. y Cardona C. (2011) y Pérez J, et al (2019).

Por ende, en cuanto a rendimiento de extracción de aceite esencial de cáscaras de naranjas en la presente investigación se realizó tres extracciones, una de 8 kg y dos extracciones de 6kg. Obteniendo un mayor rendimiento en la segunda extracción (8kg) de 19 ml/kg en un tiempo de 2,2 horas, seguido de la primera extracción(6kg) de 18,3 ml/kg en un tiempo de 1,9 horas. Siendo la tercera extracción (6kg) la que tuvo un rendimiento menor de 7.2 ml /kg en un tiempo de 1.6 horas, a pesar de utilizar la misma cantidad que la primera extracción, esta diferencia puede deberse a factores como la temperatura, estado de maduración de las cáscaras, ya que Cerón I. y Cardona C. (2011) en su estudio menciona que los factores que influyen son las condiciones geobotánicas del medio (clima, altitud, tipo de suelo, cantidad de lluvias), edad de la planta, estado fenológico, método de cultivo, etc. Asimismo, Cerón I y Cardona C. (2011) emplearon 1 kg de cáscara de naranjas para extraer aceite esencial, teniendo un rendimiento de 10 ml/kg en un tiempo de 4.5 horas. Resultados cercanos al estudio de Pérez J, et al (2019), cuyo rendimiento utilizando también 1 kg de cáscaras en tres extracciones fue de 9,94 ml/kg; 10.94 ml/kg y 13.42 ml/kg respectivamente, en un tiempo de 2 horas. Siendo estos resultados similares a los obtenidos en la presente investigación.

En cuanto a la dilución apropiada para el barniz en el presente estudio nuestra relación ideal fue de 5/10, es decir, 5 gramos de poliestireno expandido en 10 ml de aceite de cáscara naranja, cuyo resultado en la madera fue la que más resaltó en brillo y adherencia, resultado cercano al estudio de Cárdenas, T. (2018) donde manifiesta que la formulación óptima del recubrimiento se logró usando 80 gr de EPS reciclado solubilizado en 200 ml de D-Limoneno. Del mismo modo, se aproxima al obtenido por Avellaneda, D. (2017) cuya formulación adecuada fue la relación de 18 g de poliestireno expandido por cada 50 ml de limoneno. No obstante, Alberola, et al (2014) en su investigación su mejor concentración para elaborar el barniz fue la prueba realizada de 10 ml de acetato de etilo en 2 gramos de poliestireno expandido.

Por ende, del barniz ecológico obtenido en la presente investigación desprende un olor agradable a naranja, el cual es una alternativa ecoamigable frente a los barnices convencionales que utilizan derivados de hidrocarburos, cuyos olores son fuertes y desagradables. Del mismo modo, Carillo J, et al (2013) en su investigación considera que la utilización del EPSr como resina en base a limoneno, aplicado en madera, es factible debido a la buena afinidad y acabado logrado, ya que la base de la resina es de procedencia frutal, y durante el secado, desprende un agradable olor cítrico no tóxico.

Además, Bednarczyk et al (2016) en su estudio demostró que los recubrimientos con moléculas de limoneno conservan sus propiedades y se caracterizan por una muy buena adherencia, cohesión, alto brillo y que no solo tienen un olor agradable, sino que también pueden tener propiedades bactericidas y fungicidas. Resultados relacionados también con el estudio de Olsson, G et al (2015) quienes en su investigación mencionan que no es necesario utilizar un disolvente aromático en la formulación de la pintura, ya que el limoneno posee esta característica. También, manifiesta que con estos resultados contribuyen a numerosos beneficios al medio ambiente, debido a la utilización de EPS residual y residuos de cáscaras de naranja, sumado a ello durante la aplicación existe menos daño a la salud humana en comparación con las pinturas comerciales.



## **CAPÍTULO VI**

### **Conclusiones**

Se logró recolectar en los principales mercados de Iquitos (Modelo, Central, Belén) un total de 456.1 kg/semana, con una media de 65.2 kg/día, con estimaciones anuales de más de 21 toneladas de residuos de cáscara de naranja. De ello, el mercado Central genera mayor cantidad de residuos de cáscara de naranja (163.4 kg/sem), seguido por el mercado Modelo (160.4 kg/sem) y siendo el mercado Belén (132.3 kg/sem) el que menos genera.

En la extracción del aceite esencial se logró obtener 110 ml de aceite utilizando 6 kg de cáscaras en un tiempo de 1.6 horas. Asimismo, en la segunda extracción se obtuvo 152 ml de 8 kg de cáscaras en un tiempo de 2.2 horas. Finalmente, en la tercera extracción se obtuvo 43 ml de 6kg de cáscaras en un periodo de 1.9 horas.

La dilución apropiada a considerarse para el barniz ecológico en base a las proporciones realizadas, es la solubilización de 5 g de poliestireno en 10 ml de aceite de cáscaras de naranjas, debido a las características que presenta como una buena adherencia y un alto brillo.

## **Recomendaciones**

Para un mayor rendimiento de aceite esencial de cáscaras de naranjas es muy importante que éstas se encuentren maduras, es decir, la cáscara o flavedo amarilla. Asimismo, emplear una máquina trituradora para desmenuzar las cáscaras de naranja por su capacidad de sacar en un menor tamaño las tiras de cáscaras.

Para evitar películas oscuras en el barniz ecológico resultante es muy importante el lavado correcto y completo de los residuos del poliestireno, ya que durante la solubilización en aceite esencial se desprenden las manchas que contenían.

Se recomienda realizar la caracterización de residuos de poliestireno expandido generados en la ciudad de Iquitos, ya que hasta el momento no existe investigación respecto a este residuo.

Se recomienda continuar con la investigación en lo que respecta a la prueba de calidad del producto resultante, ya que constituiría una buena alternativa en todos los aspectos, conocimientos, ambientales, sociales, económicos y salud.

## Referencias bibliográficas

Alberola, R et al. (2014) Eco-estireno de no reciclable a re-utilizable. [En línea]. Universidad Nacional Autónoma de México. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://docplayer.es/16008451-Eco-estireno-de-no-reciclable-a-re-utilizable.html>

A Caminar. (2019)BE Recicla el tecnopor. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://acaminar.org/blog/por-qu%C3%A9-no-se-recicla-el-tecnopor>

Arcila, I y Miranda, J, (2015). Evaluación de la producción de pintura a partir de los residuos de poliestireno expandido utilizando un solvente amigable con el ambiente. [En línea]. Universidad EAFIT, Medellín. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9194/IsabelCristina\\_ArcilaArcila\\_Juliana\\_MirandaGiraldo\\_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/9194/IsabelCristina_ArcilaArcila_Juliana_MirandaGiraldo_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Arriola E. y Velásquez F. (2013). Evaluación técnica de alternativas de reciclaje de poliestireno expandido (EPS). [En línea]. Universidad de El Salvador, Centro América. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5033/1/Evaluaci%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20de%20alternativas%20de%20reciclaje%20de%20poliestireno%20expandido%20\(EPS\).pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5033/1/Evaluaci%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20de%20alternativas%20de%20reciclaje%20de%20poliestireno%20expandido%20(EPS).pdf)

Avellaneda, D. (2017). Evaluación para la obtención de un recubrimiento con resina a base de poliestireno expandido reciclado a nivel laboratorio. [En línea]. Fundación Universidad Católica. Colombia. Fecha de acceso: 10 de marzo de 2021. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6568/1/6092250-2017-2-IQ.pdf>

Bednarczyk, P et al, (2016). "Preparation, properties and potential applications of a photocurable varnish with pleasant limonene smell". [En línea]. Polish Journal of Chemical Technology. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/301571536\\_Preparation\\_properties\\_and\\_potential\\_applications\\_of\\_a\\_photocurable\\_varnish\\_with\\_pleasant\\_limonene\\_smell](https://www.researchgate.net/publication/301571536_Preparation_properties_and_potential_applications_of_a_photocurable_varnish_with_pleasant_limonene_smell)

BELLO, J. (2012) Calidad de vida, alimentos y salud humana: fundamentos científicos, Ed: Días de Santos S, A. Madrid, 2012, 323 pp, ISBN: 9788499690728

Bernal, C. (2012). Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja: caracterización y estudio de potencial industria en el Ecuador. Tesis de grado. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. [En línea]. Fecha de acceso: 01 de marzo de 2021. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1980/1/105022.pdf>

Cárdenas, T. (2018). "Evaluación de un recubrimiento anticorrosivo a base de poliestireno expandido reciclado". [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/8641>

Carillo, J, et al. (2013). Aprovechamiento de nuevos productos en base a poliestireno expandido recuperado, Revista Colombiana de Materiales N5, Universidad de Antioquia, Colombia, Medellín, 2013.

Cerón I y Cardona C. (2011). Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de cáscara de naranja, Ingeniería y ciencia, 2011, vol, 7, no 13, p, 65-86. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/835/83521270004.pdf>

EcuRed. (2011)Barniz. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Barniz>

EcuRed. (2019) Cáscara. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.ecured.cu/C%C3%A1scara>

El Comercio. (2018) Tecnopor: Industria tardaría cinco años en adecuarse a la prohibición de su uso. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/peru/tecnopor-industria-tardaria-cinco-anos-adecuarse-prohibicion-noticia-570593-noticia/>

Hazla por tu playa. (2019) Tecnopor: Un mal que tenemos que evitar. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://hazla.pe/tecnopor-un-mal-que-tenemos-que-evitar/>

López, D et al. (2014) Tratamiento de poliestireno expandido utilizando solventes verdes, trabajo experimental, colombia, medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 1-9 pp,

Disponibile en:  
[https://www.researchgate.net/publication/299775057\\_tratamiento\\_de\\_residuos\\_de\\_poliestireno\\_expandido\\_utilizando\\_solventes\\_verdes\\_waste\\_treatment\\_of\\_expanded\\_polystyrene\\_using\\_solvent\\_green](https://www.researchgate.net/publication/299775057_tratamiento_de_residuos_de_poliestireno_expandido_utilizando_solventes_verdes_waste_treatment_of_expanded_polystyrene_using_solvent_green)

Lozada, S. (2017). Recuperación del poliestireno expandido (EPS) con aceite esencial de naranja, Lima 2017. [En línea]. Universidad Cesar Vallejo. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3564>

Meza, P et al. (2016). Uso de poliestireno expandido reciclado para la obtención de un recubrimiento anticorrosivo. [En línea]. Universidad de Cartagena, Colombia. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en:  
<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/1110/81>

Newell Y James. (2010) Ciencia de los materiales, Aplicaciones en ingeniería, MEXICO, 2010. 368 pp. ISBN: 9786077071143.

NúcleoVisual. (2018) Solutos y Solventes. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en:  
<https://nucleovisual.com/solutos-y-solventes-que-son-diferencias-y-ejemplos/>

Olsson, G et al. (2015). Comparação de desempenho de óleos essenciais de laranja como solvente em resina à base de poliestireno expandido (EPS). [En línea]. Universidad de Vale do Rio dos Sinos. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/67>

Olsson, G et al. (2015). Produção de tinta com resíduos de casca de laranja e poliestireno expandido (EPS). [En línea]. Universidad de Vale do Rio dos Sinos. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en:  
<http://institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/614>

Padilla 2017.

Palacios, M; Martines, M; y Duran, V. (2014) Segundo uso al uncel, Congreso De Investigación Centro Universitario Anglo Mexicano S, C, (CUAM) La Academia de Ciencias de Morelos, A, C, (ACMor) XXV, Cuernavaca: México, 2014.

Pérez J, et al (2019). Obtención de aceite esencial y pectinas de la cáscara de naranja y diseño de la unidad de extracción. [En línea]. Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7858/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ríos A, (2017). Producción de papel artesanal a partir de residuos de cáscaras de naranja de las juguerías del Mercado Tahuantinsuyo - Independencia, 2017. [En línea]. UCV. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12609/Rios\\_PAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12609/Rios_PAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rodríguez A, (2018). El tecnopor: La amenaza invisible. [En línea]. PUCP. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/el-tecnopor-la-amenaza-invisible/>

Samper, M.D. Rico, M.I. Ferrandiz, S. López, J. (2008) Reducción y caracterización del residuo de poliestireno expandido. REDISA. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. 2008.

SILVA, C. A.; LIMA, C. A.; COSTA, D. S. (2010) Caracterização química do óleo essencial da casca do Citrus sinensis obtido por hidrodestilação em aparelho Clevenger. Belém, PA, 2010. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.doccity.com/pt/caracterizacao-quimica-do-oleo-essencial-da-casca-do-citrus-1/4744138/>

Solis, F (2014). Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos en el ámbito del municipio de la provincia de Maynas, Iquitos-Perú. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4993/Franco\\_Tesis\\_Titulo\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20domiciliarios%20abarcán,son%20el%201%2C8%25.&text=Finalmente%2C%2](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4993/Franco_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20domiciliarios%20abarcán,son%20el%201%2C8%25.&text=Finalmente%2C%2)

0se%20hace%20necesario%20la,manejo%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lid  
os.

Stakeholders. (2015) Tecnopor: Cancerígeno para el ser humano. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: [https://issuu.com/stakeholdersrs/docs/playas\\_31/18](https://issuu.com/stakeholdersrs/docs/playas_31/18)

Textos Científicos. (2005) Poliestireno Expandido. [En línea]. Fecha de acceso: 25 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://www.textoscientificos.com/polimeros/poliestireno-expandido>

Torres, O. (2004) Reciclaje de la espuma del poliestireno mediante el uso de d-limoneno, Tesis (bachiller en ingeniería química), Perú, Lima: Universidad Nacional de ingeniería, 2004. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_e608773253b3751395430e1f44616908](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_e608773253b3751395430e1f44616908)

Trujillo, A. (2019). Plan de negocio para el aprovechamiento de residuos de naranja en Bogotá D.C. y la generación de oportunidades innovadoras y sostenibles con miras al mercado internacional. [En línea]. Universidad Piloto de Colombia.Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en:<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5511/Plan%20de%20negocio.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

VadeQuímica. (2019) Solubilidad. [En línea]. Fecha de acceso: 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.vadequimica.com/quimipedia/s/solubilidad-borradr/>

## Anexos

### Anexo N° 1: Caracterización de residuos de cáscaras de naranjas generados en la ciudad de Iquitos.

Fig. 1.1. Socialización del proyecto con las expendedoras del fruto.



Fig. 1.2. Residuos de cáscaras de naranjas generados en los puntos de venta.



Fig. 1.3. Recolección y pesado de residuos de cáscaras de naranja.





**Anexo N° 2: Proceso de extracción de aceite esencial de residuos de cáscaras de naranja.**

Fig. 2.1. Triturado de los residuos de cáscaras de naranjas.



Fig. 2.2. Pesado de los residuos de cáscaras de naranjas



Fig. 2.3. Extracción del aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor tipo Clevenger.



Fig. 2.4. Obtención del aceite esencial de residuos de cáscaras de naranjas.



**Anexo N° 3: Procesos para la obtención del barniz ecológico en bases a las diferentes proporciones.**

Fig. 3.1. Pesado de los residuos de poliestireno expandido mediante una balanza analítica.



Fig. 3.2. Preparación de las formulaciones de 10 ml de aceite esencial de naranja.



Fig. 3.3. Solubilización de poliestireno expandido en aceite esencial de naranja.



Fig. 3.4. Barniz obtenido



**Anexo N° 4: Aplicación en madera del barniz ecológico.**

Fig. 4.1. Ejecución del pintado con ayuda de un pincel.  
Fig. 4.2. Resultado de la aplicación.

